

УДК 614.84

**ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ****Штерензон Вера Анатольевна<sup>1,2</sup>, Худякова Светлана Александровна<sup>2</sup>,  
Шпаньков Андрей Владимирович<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия<sup>2</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия**АННОТАЦИЯ**

Современный этап цивилизационного развития характеризуется трендом постепенного перехода развитых экономических систем к шестому технологическому укладу, основой которого являются высокотехнологичные автоматизированные системы и процессы. В производственную и бытовую жизнь современного человека всё больше входят дорогостоящие социотехнические системы, совокупное действие и отказы которых могут приводить к уменьшению безопасной среды, повышению рисков для человека и финансовым потерям. Параллельно наблюдается и (судя по всему) развивается тренд на увеличение количества чрезвычайных ситуаций (ЧС): стихийных природных бедствий и техногенных катастроф. Сознательное и бессознательное негативное влияние человека на окружающий его мир и ответная реакция био- и техносферы сегодня отражаются в статистике пожаров, землетрясений, наводнений, взрывов промышленных и бытовых систем и т. д., в повышении материального ущерба и количества пострадавших, повышении затрат на восстановление человека и человекоориентированной среды обитания.

Так как сегодня обеспечение пожарной и техносферной безопасности является приоритетной задачей любого государства как с социально-экономической, так и с политической точки зрения, для превентивного упреждения негативных последствий ЧС необходимо выявление закономерностей, связывающих показатели человеческого противодействия ЧС и показатели последствий ЧС.

В статье исследуется влияние показателей оперативного реагирования и тушения пожаров на показатели обстановки с пожарами в субъектах и федеральных округах Российской Федерации в период 2017–2021 гг. Установлено, что в абсолютном большинстве регионов статистически значимого влияния показателей оперативного реагирования и тушения пожаров на показатели обстановки с пожарами нет, общих закономерностей их взаимовлияния нет, выявлены только единичные частные зависимости.

**Ключевые слова:** количество пожаров, количество погибших, материальный ущерб, оперативное реагирование и тушение пожаров, время сообщения о пожаре, время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара, время подачи первого ствола, время локализации пожара, время ликвидации открытого горения, время ликвидации последствий пожара

**THE INFLUENCE OF RAPID RESPONSE AND FIRE EXTINGUISHING INDICATORS ON FIRE SITUATION INDICATORS**

Shterenzon Vera A.<sup>1</sup>, Khudyakova Svetlana A.<sup>2</sup>, Shpankov Andrey V.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Ural Federal University, Yekaterinburg, Yekaterinburg, Russian Federation

<sup>2</sup>Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russian Federation

### ABSTRACT

The current stage of civilizational development is characterized by a gradual transition trend for developed economic systems to the sixth technological mode, which is based on high-tech automated systems and processes. The production and everyday life of a modern person increasingly includes expensive socio-technical systems, which cumulative action and failures can lead to safe environment decrease, increased person risks and financial losses. In parallel, we can observe a developing emergencies (ES) upward trend: natural disasters and man-made disasters. The conscious and unconscious negative people impact to the world around him and today's bio and technosphere response are reflected in the statistics of fires, earthquakes, floods, explosions of industrial and domestic systems, etc., in material damage increase and in victims number increase, in increase of the cost of human restoration and human-centered environment restoration.

Since today the fire and technosphere safety provision is an any state priority task, both from a socio-economic and political point of view, in order to prevent the negative consequences of emergency situations, it is necessary to identify patterns linking indicators of human response to emergencies and indicators of the emergencies consequences.

The article examines the impact of rapid response and fire extinguishing indicators on fires situation indicators in regions and federal districts of the Russian Federation during 2017-2021. It has been established that in the absolute majority of regions there is no statistically significant influence of the prompt response and fire extinguishing indicators on the fires situation indicators, there are no general patterns of their mutual influence, only single partial dependencies have been identified.

**Keywords:** number of fires, death toll, material damage, operational response and extinguishing fires, fire notification time, time of the first fire department arrival to the fire place, time of the first fire barrel delivery, time of the fire localization, fire extinguishing time, time for a fire consequences eliminating

### Введение

Оперативное реагирование на ЧС – осуществление взаимосвязанных действий органов управления РСЧС по незамедлительному получению информации о факте возникновения ЧС, своевременному оповещению о них населения и заинтересованных организаций, а также уточнению и анализу обстановки, принятию решений и организации ликвидации ЧС соответствующими силами и средствами [1].

Несмотря на то что деятельность пожарно-спасательных подразделений МЧС Российской Федерации регламентируется едиными для всех нормативными документами, статистические данные по количеству пожаров, материальному ущербу и количеству погибших в федеральных округах, публикуемые каждый год в статистических сборниках ФГБУ ВНИИПО МЧС России, отражают сложившиеся традиции и модели организации пожарно-

спасательной деятельности, качество профессиональной подготовки и уровень профессиональной компетентности сотрудников подразделений ГПС МЧС, значительные географические и социально-экономические отличия субъектов Российской Федерации.

Для анализа региональных систем организации и управления оперативной деятельностью пожарно-спасательных подразделений целесообразно использовать показатели оперативного реагирования и тушения пожаров, к которым относятся:

- время сообщения о пожаре –  $T_{\text{сообщ}}$ ;
- время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара –  $T_{\text{приб}}$ ;
- время подачи первого ствола –  $T_{\text{1ств}}$ ;
- время локализации – пожара  $T_{\text{лок}}$ ;
- время ликвидации открытого горения –  $T_{\text{лик\_откр}}$ ;
- время ликвидации последствий пожара –  $T_{\text{лик\_посл}}$ .

Данные показатели можно считать базовыми. Также показателями оперативного реагирования и тушения пожаров являются время свободного горения, время тушения, время занятости на пожаре, время обслуживания вызова. Эти показатели являются производными от базовых, перечисленных выше. Все перечисленные показатели зависят от большого количества случайных и систематических факторов, носят случайный характер, являются случайными величинами, и поэтому в ежегодных сборниках ФГБУ ВНИИПО «Статистика пожаров и их последствий» указаны усредненные (средние) значения перечисленных показателей оперативного реагирования и тушения пожаров по годам и субъектам Российской Федерации.

Логично предположить, что увеличение значений показателей, которые

выше были определены как базовые, должно приводить к увеличению материального ущерба и количеству погибших/пострадавших от пожара. Чем дольше добираться к месту пожара первое пожарное подразделение, чем больше времени уходит на локализацию пожара, на ликвидацию открытого горения и последствий пожара, тем больше бед может принести пожар: не смогут выбраться из зоны пожара люди, увеличится площадь охваченных огнем сооружений и имущества. В каждом федеральном округе и субъекте Российской Федерации это, скорее всего, имеет свои особенности, но исследования этого вопроса немногочисленны [2–4]. Авторам статьи не удалось найти результаты исследований и сводный анализ влияния указанных показателей оперативного реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб и количество погибших по федеральным округам и субъектам Российской Федерации за последние 5–6 лет. Этот факт делает данное исследование актуальным.

Объект исследования – показатели оперативного реагирования и тушения пожаров по федеральным округам и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг.

Предмет исследования – влияние показателей оперативного реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб и количество погибших по федеральным округам и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг.

Гипотеза исследования – с увеличением значений показателей оперативного реагирования и тушения пожаров материальный ущерб и количество погибших всегда увеличивается.

Методы исследования – методы системного анализа, математической статистики, статистического (корреляционного, регрессионного) и кластерного анализа, математического анализа и моделирования.

Программное обеспечение – статистическая графическая система Statgraphics for Windows.

Статистические данные для данного исследования взяты из сборников ФГБУ ВНИИПО МЧС России за 2017-2021 гг [5–7].

#### **Статистический анализ показателей обстановки с пожарами**

Согласно статистическим данным ФГБУ ВНИИПО показатели обстановки с пожарами (количество пожаров, материальный ущерб, количество погибших) существенно отличаются по федеральным округам и субъектам Российской Федерации, зависят от большого числа факторов и носят случайный характер. Статистический анализ выборок (средних значений – по t-критерию, дисперсий – по F-критерию) количества пожаров по исследуемым годам не выявил между выборками статистически значимой разницы, что позволило объединить выборки по годам в общую (генеральную) выборку по Российской Федерации для дальнейших исследований. Аналогичные результаты были получены по выборкам значений количества погибших и выборкам значений материального ущерба. Объем выборок по годам – более 85 значений, объем общих выборок – более 400 значений.

Проверка гипотезы о распределении (по критериям Пирсона и Колмогорова-Смирнова) выборки значений количества пожаров за исследуемый период не выявила закона распределения этой случайной величины, который можно было бы использовать для модельного прогнозного описания. Аналогичная ситуация с количеством погибших и материальным ущербом.

Корреляционный анализ тесноты связи количества пожаров и материального ущерба за указанный период выявил среднюю корреляционную связь (коэффициент парной корреляции  $r \sim 0,45$  для городов РФ и  $r \sim 0,35$  для сельской местности)

между указанными случайными величинами. Между количеством пожаров и количеством погибших выявлена достаточно сильная корреляционная связь (коэффициент парной корреляции  $r \sim 0,86$  для городов РФ и  $r \sim 0,81$  для сельской местности).

Аналогичный анализ был выполнен и для федеральных округов РФ, результаты представлены в таблице 1.

Представленные результаты показывают очень разнородную картину по федеральным округам, что, безусловно, определяется различиями в социально-экономическом и промышленном развитии, качестве жизни, климате, населении и т.д. в федеральных округах. Исследования по указанным факторам были опубликованы авторами ранее в работах [8 – 10]. Вместе с тем, во всех федеральных округах влияние количества пожаров на количество погибших очень велико, налицо сильная корреляционная связь, и полученные результаты можно использовать для прогнозирования ситуации на последующие периоды времени. Что касается материального ущерба, то здесь картина несколько иная, но общим является отсутствие сильной корреляционной связи между количеством пожаров и материальным ущербом, налицо средняя и слабая корреляционная связь, и полученные результаты можно использовать только для понимания направленности связи между количеством пожаров и материальным ущербом.

#### **Статистический анализ показателей оперативного реагирования**

Статистический анализ выборок проводился с учетом (средних – по t-критерию, дисперсий – по F-критерию) указанных показателей:

- время сообщения о пожаре –  $T_{\text{сообщ}}$ ;

Табл. 1.

Результаты корреляционного анализа показателей ситуации с пожарами в федеральных округах РФ

Table 1.

Correlation analysis results for indicators of the situation with fires in the federal districts of the Russian Federation

Федеральный округ Federal district	Коэффициент тесноты связи Correlation coefficient MatU = f(Npoj)		Коэффициент тесноты связи Correlation coefficient Nrog = f(Npoj)	
	Город	Село	Город	Село
	Центральный ФО Central FD	0,55	0,95	0,52
Северо-Западный ФО Northwestern FD	0,13	0,36	0,15	0,77
Южный ФО Southern FD	0,59	0,91	0,66	0,93
Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	0,67	0,86	0,75	0,97
Приволжский ФО Privolzhsky FD	0,18	0,70	0,10	0,53
Уральский ФО Ural FD	0,34	0,91	-0,41	0,77
Сибирский ФО Siberian FD	0,39	0,91	0,38	0,87
Дальневосточный ФО Far Eastern FD	0,56	0,90	0,27	0,80

Здесь и далее:

- MatU – материальный ущерб,
- Npoj – количество пожаров,
- Nrog – количество погибших.

- время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара –  $T_{\text{приб}}$ ;
- время подачи первого ствола –  $T_{\text{1ств}}$ ;
- время локализации пожара –  $T_{\text{лок}}$ ;
- – время ликвидации открытого горения –  $T_{\text{лик\_откр}}$ ;
- время ликвидации последствий пожара –  $T_{\text{лик\_посл}}$ .

Анализ не выявил внутри каждого показателя между выборками статистиче-

ски значимой разницы по исследуемым годам, что позволило объединить выборки по годам в общую для каждого показателя (генеральную) выборку по федеральному округу. Объем выборок по годам – более 85 значений, объем общих выборок – более 400 значений.

Проверка гипотезы о распределении (по критериям Пирсона и Колмогорова-Смирнова) выборки значений указанных факторов за исследуемый период не выявила какого-то единого для них закона распределения этих случайных непрерывных величин, который можно

было бы использовать для общего модельного прогнозного описания. При всей схожести пожаров, тем не менее, каждый из них является уникальным по причинам, протеканию и последствиям. Один пожар в столичном торговом центре может по последствиям перекрыть несколько пожаров в далеких малонаселенных пунктах. По отдельным показателям и по отдельным округам были обнаружены совершенно разные законы распределения, что не позволяет сформировать единый подход для модельного описания конкретного показателя. Например, в Дальневосточном ФО для времени ликвидации открытого горения (в городах) был выявлен нормальный закон распределения, но это скорее исключение, чем общая особенность (закономерность) для этого показателя. Тем более не было выявлено единого закона распределения для описания всех показателей оперативного реагирования.

### Время сообщения о пожаре

Время сообщения о пожаре ( $T_{\text{сообщ}}$ ) – это один из показателей оперативного реагирования населения и подразделений пожарной охраны на пожар. Вычисляется как разность между астрономическими временами сообщения и обнаружения пожара [11].

Средние значения времени сообщения о пожаре  $T_{\text{сообщ}}$  по федеральным округам (ФО) и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг. даны в таблице 2, общие пределы изменения по всем субъектам РФ:  $T_{\text{сообщ}}$  (город)  $\approx 0$ –7,46 мин;  $T_{\text{сообщ}}$  (село)  $\approx 0$ –7,38 мин. Таблица 2 показывает, что в различных федеральных округах разница средних значений времени сообщения о пожаре может достигать 100 %.

**Табл. 2.**

Среднее время сообщения  $T_{\text{сообщ}}$  о пожаре в федеральных округах РФ

**Table 2.**

Average fire report time in the federal districts of the Russian Federation

	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
$T_{\text{сообщ}}$ , МИН $T_{\text{report}}$ , min (города) (cities)	1,66	1,02	0,78	0,9	1,17	1,07	1,9	0,92
$T_{\text{сообщ}}$ , МИН $T_{\text{report}}$ , min (сельская местность) (countryside)	2,14	1,35	0,95	1,24	1,31	1,23	2,3	1,16



### Время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара

Время прибытия  $T_{\text{приб}}$  первого подразделения пожарных к месту вызова – один из показателей оперативного реагирования подразделений пожарной охраны на пожар [11]. Время прибытия  $T_{\text{приб}}$  первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 мин, а в сельских поселениях – 20 мин [12].

Средние значения времени прибытия первого подразделения к месту вызова по федеральным округам (ФО)

и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг. даны в таблице 3, общие пределы изменения по всем субъектам РФ:  $T_{\text{приб}}$  (город)  $\approx$  3–10 мин;  $T_{\text{приб}}$  (село)  $\approx$  0–20,2 мин. Таблица 3 показывает, что время прибытия первого подразделения к месту пожара является более однородной характеристикой как в городах, так и в сельской местности различных федеральных округов, разница средних значений времени прибытия первого подразделения к месту вызова составляет  $\approx$  30–40 %.

**Табл. 3**

Среднее время прибытия  $T_{\text{приб}}$  первого подразделения к месту вызова в федеральных округах РФ

**Table 3**

Average arrival time of the first unit arrival to the fire place in the federal districts of the Russian Federation

	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
$T_{\text{приб}}$ , мин (города) Tarrival, min (cities)	6,2	5,9	6,7	6,3	6,3	6,2	6,6	6,1
$T_{\text{приб}}$ , мин (сельская местность) Tarrival, min (countryside)	13,3	13,0	10,9	12,0	11,3	9,2	13,0	9,6

### Время подачи первого ствола $T_{1\text{ств}}$

Время подачи первого ствола  $T_{1\text{ств}}$  – это один из показателей оперативного реагирования населения и подразделений

пожарной охраны на пожар. Вычисляется как разность между астрономическими временами подачи первого ствола и прибытия первого подразделения пожарной

охраны к месту пожара [11]. Время оперативной подачи первого ствола – до 90 сек (1,5 мин).

Средние значения времени подачи первого ствола по федеральным округам (ФО) и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг. даны в таблице 4, общие пределы изменения по всем субъектам РФ:  $T_{1\text{ств}}(\text{город}) \approx 0,1\text{--}1,8$  мин;

$T_{1\text{ств}}(\text{село}) \approx 0,1\text{--}2,1$  мин. Таблица 4 показывает, что время подачи первого ствола также является достаточно однородной характеристикой как в городах, так и в сельской местности различных федеральных округов, максимальная разница средних значений времени подачи первого ствола составляет  $\approx 40\text{--}50\%$ . Во всех округах среднее время подачи 1-го ствола укладывается в требуемые 90 сек (1,5 мин).

**Табл. 4.**

Среднее время подачи 1-го ствола  $T_{1\text{ств}}$  в федеральных округах РФ

**Table 4.**

Average 1st trunk delivery time in the federal districts of the Russian Federation

	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
$T_{1\text{ств}}$ , мин (города) $T_{1\text{trunk}}$ , min (cities)	1,1	1,05	0,74	0,95	1,12	1,0	1,1	1,01
$T_{1\text{ств}}$ , мин (сельская местность) $T_{1\text{trunk}}$ , min (country- side)	1,0	1,07	0,74	1,0	1,06	0,97	1,0	0,99

### Время локализации пожара

Время локализации пожара  $T_{\text{лок}}$  – это один из показателей оперативного реагирования населения и подразделений пожарной охраны на пожар. Вычисляется как разность между астрономическими временами локализации пожара и подачи первого ствола [11].

Средние значения времени локализации пожара по федеральным округам (ФО) и субъектам Российской Федерации

в период 2017–2021 гг. даны в таблице 5, общие пределы изменения по всем субъектам РФ:  $T_{\text{лок}}(\text{город}) \approx 1\text{--}15,3$  мин;  $T_{\text{лок}}(\text{село}) \approx 0\text{--}27,6$  мин. Время локализации пожара сильно зависит от обстоятельств конкретной ситуации и имеет большее рассеяние. Таблица 5 показывает, что максимальная разница средних значений времени локализации в городах различных федеральных округов составляет  $\approx 40\%$ , а сельской местности  $\approx 75\%$ .



Табл. 5.

Среднее время  $T_{лок}$  локализации пожара в федеральных округах РФ

Table 5.

Average fire localization time in the federal districts of the Russian Federation

	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
$T_{лок}$ , МИН (города) $T_{лок}$ , min (cities)	5,3	6,4	4,1	4,7	5,0	4,6	5,3	6,1
$T_{лок}$ , МИН (сельская местность) $T_{лок}$ , min (countryside)	8,1	10,1	5,8	5,6	8,6	7,0	8,4	8,5

### Время ликвидации открытого горения

Время ликвидации открытого горения ( $T_{лик.откр.}$ ) – это один из показателей оперативного реагирования населения и подразделений пожарной охраны на пожар. Вычисляется как разность между астрономическими временами ликвидации открытого горения и локализации пожара [11].

Средние значения времени ликвидации открытого горения  $T_{лик.откр.}$  по федеральным округам (ФО) и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг.

даны в таблице 6, общие пределы изменения по всем субъектам РФ:  $T_{лик.откр.}$  (город)  $\approx 1,3$ –15,3 мин;  $T_{лик.откр.}$  (село)  $\approx 0$ –31,9 мин. Время ликвидации открытого горения зависит от еще большего количества факторов в конкретной ситуации, и тем не менее средние значения времени ликвидации открытого горения довольно однородны. Таблица 6 показывает, что максимальная разница средних значений времени ликвидации открытого горения в городах различных федеральных округов составляет  $\approx 30\%$ , а сельской местности  $\approx 35\%$ .

Табл. 6.

Среднее время ликвидации  $T_{лик\_откр}$  открытого горения в федеральных округах РФ

Table 6.

Average open fire liquidation time in the federal districts of the Russian Federation

	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
$T_{лик\_отк}$ , МИН (города) $T_{fire\_liq}$ , min (cities)	6,8	7,2	5,8	6,2	5,8	5,6	5,7	6,3
$T_{лик\_отк}$ , МИН (сельская местность) $T_{fire\_liq}$ , min (countryside)	11,0	13,0	8,8	9,6	10,4	9,0	10,8	12,0

### Время ликвидации последствий пожара

Среднее время ликвидации последствий пожара (мин) – один из показателей оперативного реагирования населения и подразделений пожарной охраны на пожар. Вычисляется как разность между астрономическими временами ликвидации последствий пожара и ликвидации открытого горения [11].

Ликвидация последствий пожара – это совокупные действия участников тушения пожара, направленные на окончательное прекращение горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения [13].

Пожар считается ликвидированным, если одновременно выполнены следующие условия: прекращено горение, исключены условия для самопроизвольного возникновения горения [Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 28.02.2020) «Об утверждении Боевого

устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 № 50100).

Средние значения времени ликвидации последствий пожара  $T_{лик\_посл}$  по федеральным округам (ФО) и субъектам Российской Федерации в период 2017–2021 гг. даны в таблице 7, общие пределы изменения по всем субъектам РФ:  $T_{лик\_посл}$  (город)  $\approx$  2–54 мин;  $T_{лик\_посл}$  (село)  $\approx$  0–78 мин. Время ликвидации последствий пожара зависит от еще большего количества факторов в конкретной ситуации и тем не менее средние значения времени ликвидации открытого горения довольно однородны. Таблица 7 показывает, что максимальная разница средних значений времени ликвидации открытого горения в городах различных федеральных округов составляет  $\approx$  30 %, а сельской местности  $\approx$  35 %.

Табл. 7.

Среднее время ликвидации последствий пожара  $T_{лик\_посл}$  в федеральных округах РФ

Table 7.

Average time of a fire consequences liquidation in the federal districts of the Russian Federation

	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
$T_{лик\_пос, мин}$ (город) $T_{cons\_liq, min}$ (cities)	24,4	17,6	11,6	14,7	21,4	19,3	22,8	17,0
$T_{лик\_пос, мин}$ (село) $T_{cons\_liq, min}$ (countryside)	41,4	29,9	17,6	22,1	35,3	28,2	37,9	26,8

### Результаты исследования и моделирования

Для оценки влияния показателей реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб и количество погибших в городах и сельской местности федеральных округов Российской Федерации был проведен корреляционный, регрессионный и кластерный анализ. Исследовалась корреляционная связь между показателями реагирования и тушения пожаров, с одной стороны и материальным ущербом/количеством погибших в городах и сельской местности с другой стороны. Результаты даны в таблицах 8–11. Для оценки корреляционной связи был использован коэффициент парной корреляции  $r$  с градацией по шкале Чеддока:

- $0,0 < r \leq 0,3$  – очень слабая корреляционная связь;

- $0,31 < r \leq 0,5$  – слабая корреляционная связь;
- $0,51 < r \leq 0,7$  – средняя корреляционная связь;
- $0,71 < r \leq 0,9$  – высокая корреляционная связь;
- $0,91 < r \leq 1,0$  – очень высокая корреляционная связь.

Обозначения, используемые далее в таблицах:

- $\uparrow$  – положительная (средняя и выше) корреляционная связь (коэффициент парной корреляции  $\geq 0,5$ );
- $\downarrow$  – отрицательная (средняя и выше) корреляционная связь (коэффициент парной корреляции  $\leq -0,5$ );
- $\square$  – слабая и очень слабая корреляционная связь.

Табл. 8.

Сводные результаты влияния показателей реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб в городах федеральных округов РФ

Table 8.

Summary results of fire response and extinguishing indicators influence on material damage in cities of the Russian Federation federal districts

Показатель реагирования и тушения пожаров Fire response and extinguishing indicator	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
Время сообщения о пожаре $T_{\text{сообщ}}$ Fire report time, $T_{\text{report}}$								
Время прибытия первого подразделения $T_{\text{приб}}$ Arrival time. $T_{\text{arrival}}$		↑ $r=0,52$						
Время подачи первого ствола $T_{1\text{ств}}$ 1st trunk delivery time, $T_{1\text{trunk}}$								
Время локализации пожара $T_{\text{лок}}$ Fire localization time, $T_{\text{fire\_loc}}$		↑ $r=0,51$						
Время ликвидации открытого горения $T_{\text{лик. откр.}}$ Fire liquidation time, $T_{\text{fire\_liq}}$								
Среднее время ликвидации последствий пожара $T_{\text{лик. посл}}$ Fire consequences liquidation time $T_{\text{cons\_liq}}$							↑ $r=0,52$	

**Табл. 9.**

Сводные результаты влияния показателей реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб в сельской местности федеральных округов РФ

**Table 9.**

Summary results of fire response and extinguishing indicators influence on material damage in countryside of the Russian Federation federal districts

Показатель реагирования и тушения пожаров Fire response and extinguishing indicator	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
Время сообщения о пожаре $T_{\text{сообщ}}$ Fire report time, $T_{\text{report}}$			↑ $r=0,5$					
Время прибытия первого подразделения $T_{\text{приб}}$ Arrival time. $T_{\text{arrival}}$								
Время подачи первого ствола $T_{\text{1ств}}$ 1st trunk delivery time, $T_{\text{1trunk}}$				↓ $r=-0,54$				
Время локализации пожара $T_{\text{лок}}$ Fire localization time, $T_{\text{fire\_loc}}$								
Время ликвидации открытого горения $T_{\text{лик. откр.}}$ Fire liquidation time, $T_{\text{fire\_liq}}$								
Среднее время ликвидации последствий пожара $T_{\text{лик. посл}}$ Fire consequences liquidation time $T_{\text{cons\_liq}}$							↑ $r=0,56$	↓ $r=-0,5$

**Табл. 10.**

Сводные результаты влияния показателей реагирования и тушения пожаров на количество погибших в городах федеральных округов РФ

**Table 10.**

Summary results of fire response and extinguishing indicators influence on death toll in cities of the Russian Federation federal districts

Показатель реагирования и тушения пожаров Fire response and extinguishing indicator	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD

Время сообщения о пожаре $T_{\text{сообщ}}$ Fire report time, $T_{\text{report}}$				↓ $r = -0,51$				
Время прибытия первого подразделения $T_{\text{приб}}$ Arrival time. $T_{\text{arrival}}$	↑ $r = 0,54$	↑ $r = 0,61$				↑ $r = 0,5$	↑ $r = 0,6$	
Время подачи первого ствола $T_{1\text{ств}}$ 1st trunk delivery time, $T_{1\text{trunk}}$								
Время локализации пожара $T_{\text{лок}}$ Fire localization time, $T_{\text{fire\_loc}}$								
Время ликвидации открытого горения $T_{\text{лик. откр.}}$ Fire liquidation time, $T_{\text{fire\_liq}}$								
Среднее время ликвидации последствий пожара $T_{\text{лик. посл}}$ Fire consequences liquidation time $T_{\text{cons\_liq}}$		↑ $r = 0,6$		↑ $r = 0,52$				

**Табл. 11.**

Сводные результаты влияния показателей реагирования и тушения пожаров на количество погибших в сельской местности федеральных округов РФ

**Table 11.**

Summary results of fire response and extinguishing indicators influence on death toll in countryside of the Russian Federation federal districts

Показатель реагирования и тушения пожаров Fire response and extinguishing indicator	Центральный ФО Central FD	Северо-Западный ФО Northwestern FD	Южный ФО Southern FD	Северо-Кавказский ФО North Caucasian FD	Приволжский ФО Privolzhsky FD	Уральский ФО Ural FD	Сибирский ФО Siberian FD	Дальневосточный ФО Far Eastern FD
Время сообщения о пожаре $T_{\text{сообщ}}$ Fire report time, $T_{\text{report}}$				↓ $r = -0,6$				
Время прибытия первого подразделения $T_{\text{приб}}$ Arrival time. $T_{\text{arrival}}$		↑ $r = 0,52$						↑ $r = 0,66$
Время подачи первого ствола $T_{1\text{ств}}$ 1st trunk delivery time, $T_{1\text{trunk}}$		↓ $r = -0,57$		↓ $r = -0,81$				
Время локализации пожара $T_{\text{лок}}$ Fire localization time, $T_{\text{fire\_loc}}$								
Время ликвидации открытого горения $T_{\text{лик. откр.}}$ Fire liquidation time, $T_{\text{fire\_liq}}$								



Среднее время ликвидации последствий пожара $T_{лик\_посл}$ Fire consequences liquidation time $T_{cons\_liq}$		↑ $r=0,5$					
---	--	--------------	--	--	--	--	--

Анализ результатов в таблицах 8–11 показал:

- исследованные показатели реагирования и тушения пожаров не оказывают существенного влияния на материальный ущерб от пожаров в городах и сельской местности федеральных округов РФ – из 96 сочетаний показатель/округ корреляционная связь выявлена только в 7 случаях, теснота корреляционной связи – средняя ( $r \approx 0,5–0,56$ );

- единой закономерности влияния показателей реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб не выявлено, присутствуют частные ситуации влияния (порой разнонаправленного) показателей на материальный ущерб в отдельных федеральных округах;

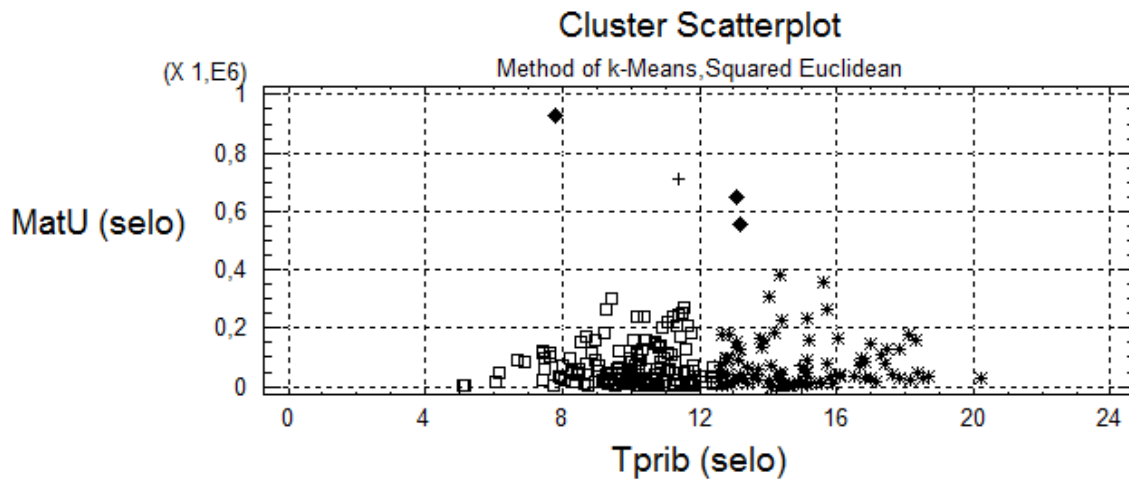
- влияние показателей реагирования и тушения пожаров на количество погибших от пожаров в городах и сельской местности федеральных округов РФ проявляется чаще – из 96 сочетаний показатель/округ корреляционная связь выявлена уже в 13 случаях, теснота корреляционной связи, в целом, выше – средняя и сильная ( $r \approx 0,5–0,81$ ), но в большинстве случаев показатели реагирования и тушения пожаров существенного влияния на количество погибших в городах и сельской местности федеральных округов РФ не оказывают;

- единой закономерности влияния показателей реагирования и тушения пожаров на количество погибших также не выявлено, присутствуют только частные

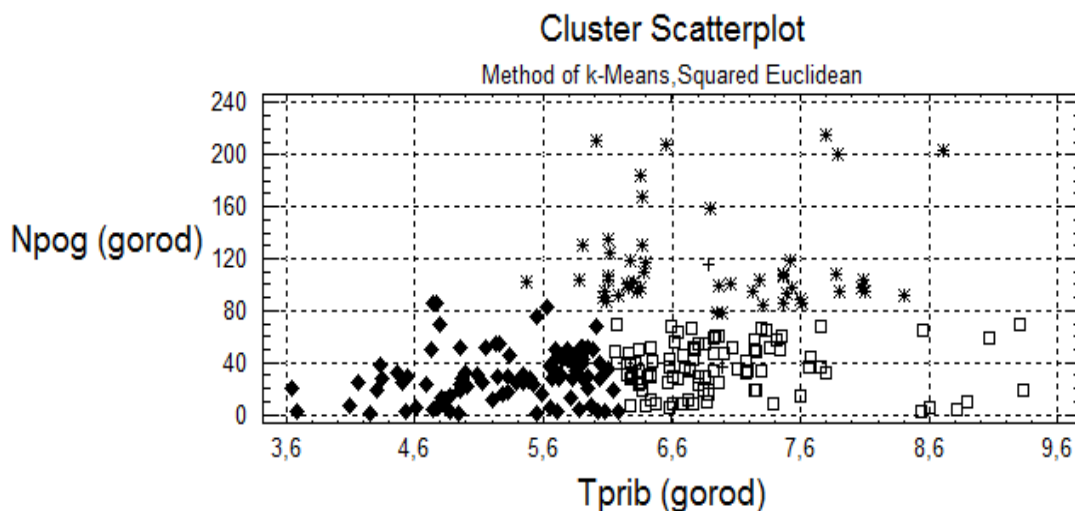
ситуации в отдельных федеральных округах;

- независимо от отличительных особенностей федеральных округов (площадь, уровень промышленного развития и инфраструктур, климат, плотность населения, материально-техническое оснащение и реальный уровень профессиональной компетентности сотрудников ГПС, соотношение городского и сельского населения, стоимость основных фондов и жилого фонда и т. д.) и системы организации реагирования и тушения пожаров, во всех федеральных округах рассмотренные показатели реагирования и тушения пожаров в тех пределах, которые были выявлены и отражены в табл.2–7, одинаково не оказывают серьезного влияния на материальный ущерб и количество погибших как в городах, так и в сельской местности.

Кластерный анализ (использован Метод k-Means, мера расстояния Euclidean distances) общих выборок исследованных показателей по Российской Федерации выявил, что для всех федеральных округов (как для городской, так и для сельской местности) общие выборки значений материального ущерба  $MatU$  и количества погибших  $N_{пог}$  распадаются на три разнородные группы по характеру влияния конкретного показателя реагирования и тушения пожаров как на материальный ущерб  $MatU$ , так и на количество погибших  $N_{пог}$ . Например, рис. 1–2 показывают рассеяние и группирование пар  $T_{приб} - MatU$  и  $T_{приб} - N_{пог}$ .



**Рис. 1.** Рассеяние значений  $T_{\text{приб}}$  – MatU в сельской местности федеральных округов РФ  
**Fig. 1.** Scattering  $T_{\text{приб}}$  - MatU values in the federal districts countryside of the Russian Federation



**Рис. 2.** Рассеяние значений  $T_{\text{приб}}$  –  $N_{\text{rog}}$  в городах федеральных округов РФ  
**Fig. 2.** Scattering  $T_{\text{приб}}$  –  $N_{\text{rog}}$  values in the federal districts cities of the Russian Federation

Из рис. 1-2 очевидно, что для группы I характерны малые значения показателя (времени) реагирования и тушения пожаров и большие (на фоне других групп) значения материального ущерба и количества погибших. Для группы II характерны такие же малые значения показателя (времени) и меньшие по сравнению с группой I значения материального ущерба и количества погибших. Для группы III характерны большие значения времени и такие же, как в группе II, значения материального ущерба и количества погибших. Также

из рисунков очевидно наличие разных для этих групп регрессионных трендов.

Аналогичные исследования влияния на материальный ущерб и количество погибших были выполнены для всех показателей реагирования и тушения пожаров (время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара  $T_{\text{приб}}$ , время подачи первого ствола  $T_{1\text{ств}}$ , время локализации пожара  $T_{\text{лок}}$ , время ликвидации открытого горения  $T_{\text{лик\_откр}}$ , время ликвидации последствий пожара  $T_{\text{лик\_посл}}$ ) для городов и сельской местности всех федеральных

округов РФ. Полученные результаты аналогичны рис. 1–2, и это объясняет невысокие значения коэффициентов парной корреляции (указанные выше в таблицах 8–11) и отсутствие сильной корреляционной связи между показателями реагирования и тушения пожаров и показателями обстановки с пожарами. Исследование показало, что в группе I по всем показателям реагирования и тушения пожаров чаще присутствуют субъекты РФ с высокой плотностью промышленно-экономического присутствия и высокой плотностью населения (например, в этой группе всегда присутствуют Московская область, Свердловская область и др.). В группе II чаще присутствуют субъекты РФ с достаточно небольшой площадью территории, средней плотностью населения и меньшей, чем в группе I, стоимостью различных сооружений (например, в этой группе часто присутствует Калужская область, Владимирская область, Мари Эл и др.). В группе III чаще присутствуют разнородные по своим особенностям субъекты РФ.

### **Заключение**

Проверка гипотезы о распределении показателей реагирования и тушения пожаров, а также показателей обстановки с пожарами за исследуемый период 2017–2021 гг. не выявила законов распределения (тем более – общего закона распределения), которые можно было бы использовать для модельного прогнозного описания этих случайных величин и характеризующих ими событий. При исследовании влияния количества пожаров на материальный ущерб в городской местности по всем федеральным округам РФ в период 2017–2021 гг. установлено наличие слабой и средней корреляционной связи, а вот для сельской местности, кроме Северо-Западного ФО, выявлено наличие сильной корреляционной связи. При исследовании

влияния количества пожаров на количество погибших в городской местности по всем федеральным округам РФ в период 2017–2021 гг. также установлена слабая и средняя корреляционная связь (исключение – Северо-Кавказский ФО, высокая плотность населения), а в сельской местности также выявлено наличие сильной и очень сильной корреляционной связи. В Северо-Кавказском ФО и материальный ущерб, и количество погибших очень сильно зависят от количества пожаров. В то же время в Северо-Западном ФО выявлена практически противоположная ситуация.

Проведенные исследования опровергли сформулированную во введении гипотезу исследования: с увеличением значений показателей оперативного реагирования и тушения пожаров материальный ущерб и количество погибших всегда увеличиваются. Оказалось, что это не так. Таблицы 8–11 показывают, во-первых, отсутствие в абсолютном большинстве федеральных округов хоть какого-либо влияния показателей оперативного реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб и количество погибших; во-вторых, совершенно разное векторное и слабое влияние показателей оперативного реагирования и тушения пожаров на материальный ущерб и количество погибших в тех федеральных округах, где это влияние установлено.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследованные показатели реагирования и тушения пожаров не могут рассматриваться как серьезно влияющие на материальный ущерб и количество погибших факторы в рамках федеральных округов. Что касается конкретных субъектов РФ и их конкретных особенностей и отличий, то здесь необходимо проводить дополнительные исследования.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Оперативное реагирование на чрезвычайную ситуацию. Термины МЧС России. [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3106> (дата обращения 25.10.2023 г.).
2. Маштаков В.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. Сравнение показателей оперативного реагирования подразделений пожарной охраны территорий, находящихся в различных климатических условиях // Актуальные вопросы пожарной безопасности, 2021 № 4 (10). С.6-10. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50520000> DOI: [10.34987/2712-9233.2023.50.54.005](https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.50.54.005)
3. Романова О.Ю. Показатели оперативного реагирования и тушения пожаров подразделениями ГПС МЧС России как характеристики эффективности их деятельности // Интерактивная наука 2023, № 2 (78). С.19-21.
4. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. Сравнительный анализ показателей оперативного реагирования подразделений различных видов пожарной охраны // Научно-аналитический журнал: «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2019. № 2 (13). С.54-58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38585938>
5. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / Полехин П.В., Чебуханов М.А., Козлов А.А., Фирсов А.Г., Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Четчина Т.А.. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2021. - 112 с.: ил. 5
7. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
8. Штерензон В.А., Худякова С.А., Шпаньков А.В. Влияние индекса промышленного производства на основные показатели обстановки с пожарами в Российской Федерации // Техносферная безопасность. 2023. №1(38). С.18-27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50488399>
9. Штерензон В.А., Худякова С.А., Степанов О.И., Гренадеров А.Н. Влияние индекса качества жизни на основные показатели обстановки с пожарами в Российской Федерации. // Техносферная безопасность. 2021. №4(33). С.56-66. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47599900>
10. Штерензон В.А., Худякова С.А., Степанов О.И., Гренадеров А.Н. Факторы пожарной опасности регионов Российской Федерации. // Техносферная безопасность. 2020. №4(29). С.89-101. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44511453>
11. Время сообщения о пожаре. [Электронный ресурс] . URL: <https://fireman.club/enciklopediya-pozharnoj-bezopasnosti/> (дата обращения 25.10.2023 г.).
12. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс] . URL: <https://01.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/dopolnitelnye-stranicy/staticheskie-stranicy/poleznaya-informaciya/vremya-pribytiya-10-min-i-20-min> (дата обращения 25.10.2023 г.).
13. Ликвидация пожара. Термины МЧС России. [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/2447#:~> (дата обращения 25.10.2023 г.).

## REFERENCES

1. Prompt response to an emergency. Terms EMERCOM of Russia. [Electronic resource]. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/3106> (accessed 25.10.2023). (rus).
2. Mashtakov V.A., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Yu., Kondashov A.A. Comparison of operational response indicators of fire departments of territories located in different climatic conditions. Actual issues of fire safety. 2021; 4(10):6–10. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50520000> DOI: [10.34987/2712-9233.2023.50.54.005](https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.50.54.005) (rus).
3. Romanova O.Yu. Indicators of prompt response and fire extinguishing by units of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia as characteristics of the effectiveness of their activities. Interactive Science. 2023; 2(78):19–21. (rus).
4. Kharin V.V., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Yu., Kondashov A.A. Comparative analysis of operational response indicators of divisions of various types of fire protection. Scientific and analytical journal: "Siberian Fire and Rescue Bulletin". 2019; 2(13):54–58. (rus).
5. Fires and fire safety in 2018: Statistical compendium. Under the general editorship of D.M. Gordienko. Moscow, VNIPO, 2019; 125. (rus).

6. Fires and fire safety in 2020: Statistical collection /, Goncharenko V.S., Chechetina T. A. Under the general editorship of D.M. Gordienko. M.: VNIPO, 2021. 112 p.: ill. 5.
7. Polekhin P.V., Chebukhanov M.A., Kozlov A.A., Firsov A.G., Sibirko V.I. Fires and fire safety in 2021: an extra. Sat. Balashikha: P 46 FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, 2022; 114. (rus).
8. Shterenzon V.A., Khudyakova S.A., Shpankov A.V. Influence of the industrial production index on the main indicators of the situation with fires in the Russian Federation. Technosphere safety. 2023; 1(38):18–27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50488399> (rus).
9. Shterenzon V.A., Khudyakova S.A., Stepanov O.I., Grenaderov A.N. The influence of the quality of life index on the main indicators of the situation with fires in the Russian Federation. Technosphere safety. 2021; 4(33):56–66. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47599900> (rus).
10. Shterenzon V.A., Khudyakova S.A., Stepanov O.I., Grenaderov A.N. Factors of fire danger in the regions of the Russian Federation. // Technosphere safety. 2020. No.4(29). pp.89-101. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44511453> (rus).
11. The time of the fire notification. [Electronic resource] . URL: <https://fireman.club/enciklopediya-pozharnoj-bezopasnosti/> (accessed 10/25/2023) (rus).
12. Federal Law of the Russian Federation No. 123-FZ dated July 22, 2008 "Technical Regulation on Fire Safety Requirements". [Electronic resource] . URL: <https://01.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/dopolnitelnye-stranicy/staticheskie-stranicy/poleznaya-informaciya/vremya-pribytiya-10-min-i-20-min> (date of application 10/25/2023) (rus).
13. Fire elimination. Terms of the Ministry of Emergency Situations of Russia. [electronic resource]. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/2447#:~> (accessed 10/25/2023) (rus).

#### Информация об авторах

**Штерензон Вера Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент, Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; РИНЦ ID: 660374; ORCID 0000-0001-5265-9489; e-mail: [v.shterenzon@gmail.com](mailto:v.shterenzon@gmail.com)

**Худякова Светлана Александровна**, кандидат педагогических наук, доцент, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; РИНЦ ID: 788349; ORCID 0000-0001-8721-5677; e-mail: [hudyakova@gmail.ru](mailto:hudyakova@gmail.ru)

**Шпаньков Андрей Владимирович**, старший преподаватель, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; РИНЦ ID: 851206; e-mail: [shpankov\\_andrey@mail.ru](mailto:shpankov_andrey@mail.ru)

#### Information about the authors

**Vera A. Shterenzon**, Cand. Sci. in Engineering, Associate professor, Ural Federal University, Yekaterinburg, Mira Str.19, Russia, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062 Russian Federation; ID RISC: 660374; ORCID: 0000-0001-5265-9489; e-mail: [v.shterenzon@gmail.com](mailto:v.shterenzon@gmail.com)

**Svetlana A. Khudyakova**, Cand. Sci. (Pedagogy.), Associate professor, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062 Russian Federation; ID RISC: 788349, ORCID 0000-0001-8721-5677; e-mail: [hudyakova@gmail.ru](mailto:hudyakova@gmail.ru)

**Andrey V. Shpankov**, Senior Lecturer, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062 Russian Federation; ID RISC: 851206; e-mail: [shpankov\\_andrey@mail.ru](mailto:shpankov_andrey@mail.ru)