

Научная статья

УДК 614.841.2

doi: 10.34987/2712-9233.2023.15.71.007

Сравнительный анализ методик оценки пожарного риска на примере здания торгового центра

Доброхотов Петр Сергеевич, Пожаркова Ирина Николаевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Пожаркова Ирина Николаевна, pozarkova@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены методики определения расчетных величин индивидуального пожарного риска, действующие соответственно до и после 01.09.2023. Представлены результаты использования обеих методик для определения времени блокирования путей эвакуации, времени начала эвакуации, вероятности эвакуации, а также пожарного риска на примере здания торгового центра. Выделены основные расчетные параметры, используемые при определении индивидуального пожарного риска, по которым применительно к исследуемому объекту наблюдались существенные отличия.

Ключевые слова: индивидуальный пожарный риск, моделирование динамики развития пожара, полевая модель, моделирование эвакуации, индивидуально-поточная модель.

Для цитирования: Доброхотов С.Д., Пожаркова И.Н. Сравнительный анализ методик оценки пожарного риска на примере здания торгового центра // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2023. № 3 (11). С.40-45. URL: <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.15.71.007>.

Comparative analysis of fire risk assessment methods using the example of a shopping center building

Petr S. Dobrohotov, Irina N. Pozharkova

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Irina N. Pozharkova, pozarkova@mail.ru

Abstract. The methods for determining the calculated values of individual fire risk are considered, valid before and after 01.09.2023, respectively. The results of using both methods to determine the time of blocking escape routes, the time of the start of evacuation, the likelihood of evacuation, as well as fire risk using the example of a shopping center building are presented. The main design parameters used in determining the individual fire risk are identified, for which significant differences were observed in relation to the object under study.

Keywords: individual fire risk, fire dynamics modeling, field model, evacuation modeling, individual flow model.

For citation: Dobrohotov S.D., Pozharkova I.N. Comparative analysis of fire risk assessment methods using the example of a shopping center building // Actual problems of safety In the technosphere 2023. No.3(11). P. 40-45. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.15.71.007>.

Оценка индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности с 1 сентября 2023 года осуществляется на основании методики, утвержденной Приказом МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 [1]. До 1 сентября 2023 года применялась методика, утвержденная Приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 [2], с изменениями, утвержденными Приказами МЧС России от 12 декабря 2011 г. № 749 [3] и от 2 декабря 2015 г. № 632 [4]. При этом, в новую методику внесен ряд существенных изменений, которые оказывают влияние на результаты расчета величин индивидуального пожарного риска в зданиях различных классов функциональной пожарной опасности. Данное исследование посвящено сравнительному анализу использования каждой из методик [1;2] применительно к зданию торгового назначения.

Оценка индивидуального пожарного риска производилась согласно [1;2] на основании моделирования динамики развития пожара в программной среде Pyrosim [5] (полевая модель [6]) и эвакуации людей из здания в программной среде Pathfinder [7] (индивидуально-поточная модель [8]). Как следует из полученных результатов, наихудшим сценарием является пожар в торговом зале (помещение 1 на рис. 1), расположенном на первом этаже рядом с коридором, через который проходят эвакуационные пути, т.к. при этом происходит довольно быстрое блокирование выхода из соседнего зала (помещение 2 на рис. 1). На рис. 1 представлен план первого этажа исследуемого здания, а также основные контрольные точки, в которых были размещены датчики, фиксирующие изменения параметров опасных факторов пожара.

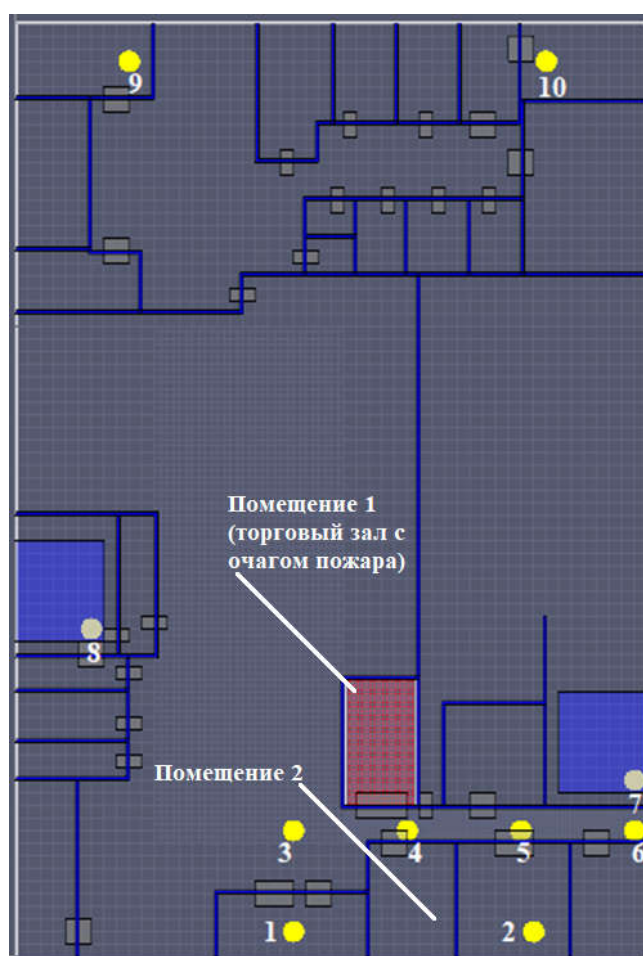


Рис. 1. Модель первого этажа с указанием основных контрольных точек

По результатам проведенного анализа были выделены основные расчетные параметры, используемые при определении индивидуального пожарного риска, по которым применительно к зданию торгового центра наблюдались существенные отличия.

Предельно-допустимое значение по дальности видимости согласно методике [2] равно 20 м или наибольшему горизонтальному размеру помещения, а согласно методике [1] – 20 м или эффективному диаметру помещения, значение которого, обычно, меньше его максимального горизонтального размера. При этом, для наихудшего исследуемого сценария пожара время блокирования по потере видимости наступает позже при использовании [1] по сравнению с использованием [2] (табл. 1), а потому согласно [1] быстрее всего эвакуационные пути блокируются в большинстве контрольных точек по

превышению концентрации хлороводорода (рис. 2), а согласно [2] – по потере дальности видимости (рис. 3). Достижение критического значения по концентрации хлороводорода на рис. 2 выделено красным цветом, а по дальности видимости на рис. 3 – синим.

Таблица 1. Время блокирования путей эвакуации для наихудшего сценария при использовании различных методик (представлены точки, в которых время блокирования не превышает 300 с)

Точка	Характеристика точки	Время блокирования, с		Блокирующий опасный фактор пожара	
		[1]	[2]	[1]	[2]
3	Холл перед главным входом в здание	204	204	Потеря видимости	Потеря видимости
4	Коридор напротив входа в торговый зал с очагом пожара	97	95	HCl	Потеря видимости
5	Коридор напротив торгового зала с дополнительным входом в здание	155	151	HCl	Потеря видимости
6	Боковой вход в здание (в правой части)	121	210	HCl	Потеря видимости

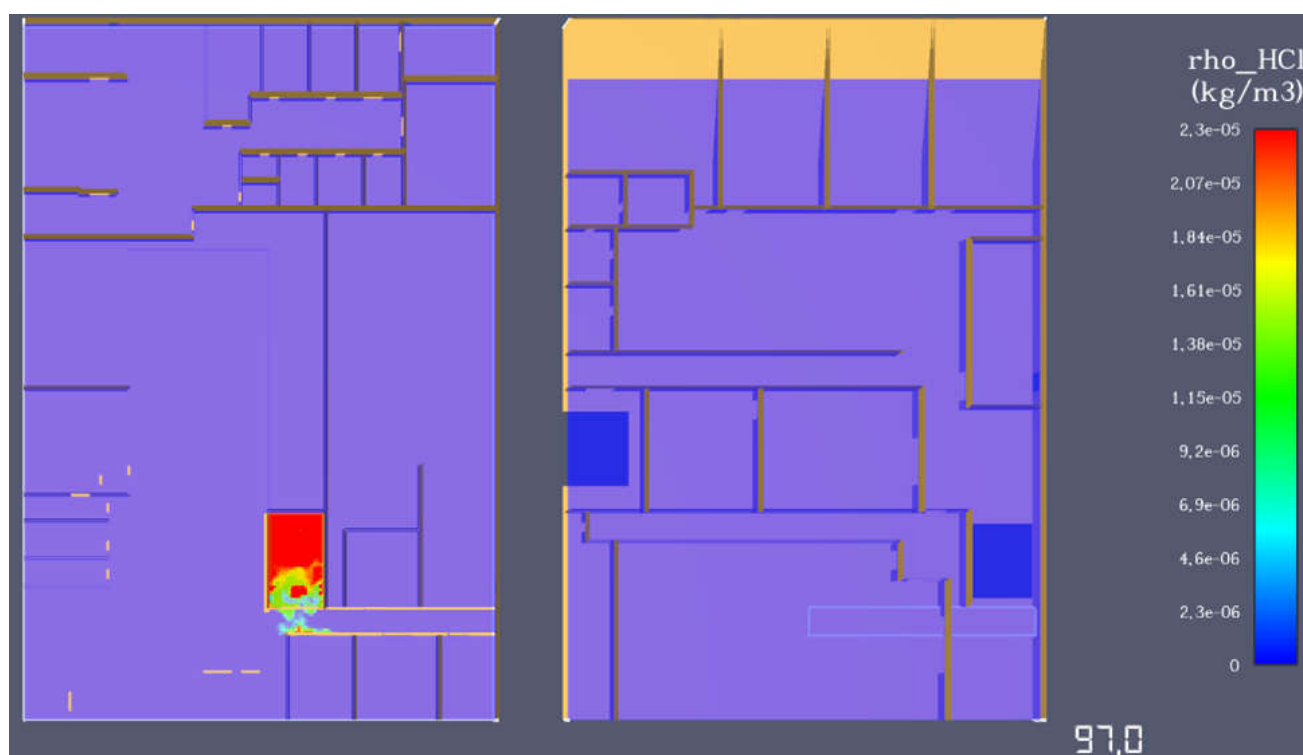


Рис. 2. Поля концентрации хлороводорода на первом и втором этаже в момент времени 97 с от начала пожара по наихудшему сценарию (блокирование эвакуационного пути в контрольной точке 4)

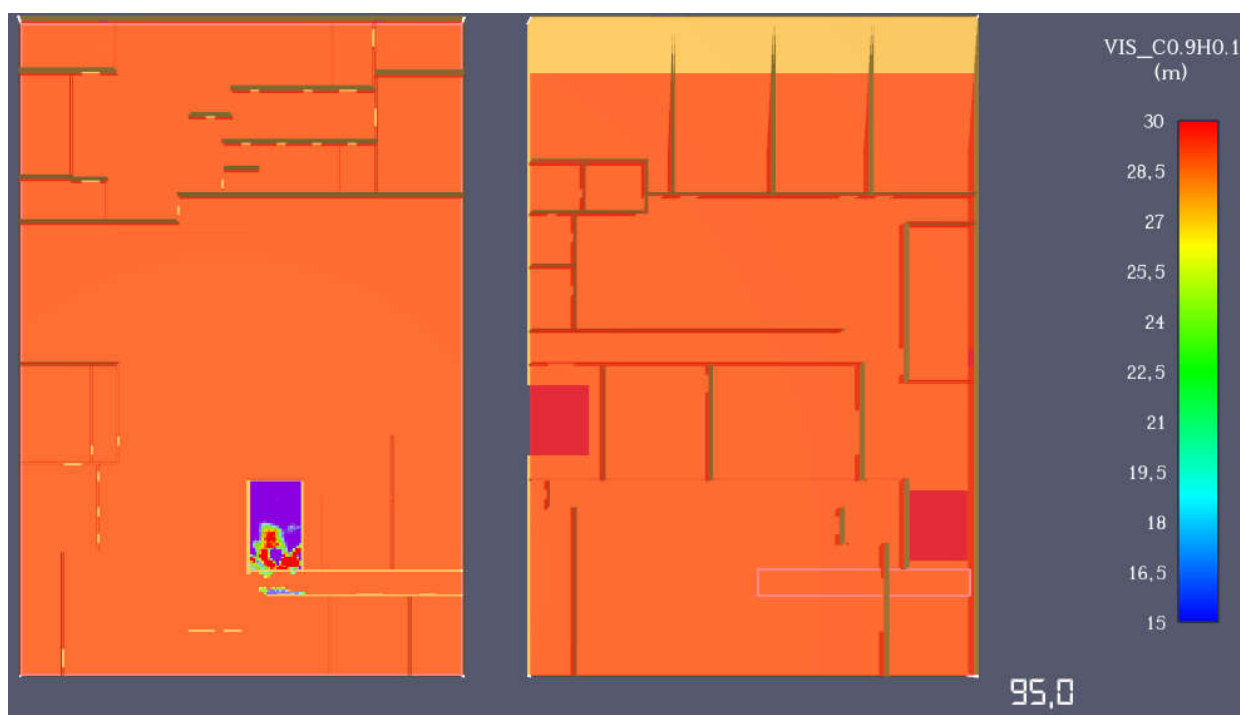


Рис. 3. Поля дальности видимости на первом и втором этаже в момент времени 95 с от начала пожара по наихудшему сценарию (блокирование эвакуационного пути в контрольной точке 4)

Время начала эвакуации из помещений, которые не содержат очаг пожара, согласно методике [2] определяется по таблице П5.1 [2] в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и типа системы оповещения и управления эвакуацией, а по методике [1] – рассчитывается на основе П4.2 [1] с учетом времени срабатывания пожарного извещателя, инерционности системы обнаружения пожара и т.д. При этом, для наихудшего исследуемого сценария пожара время начала эвакуации наступает значительно позже при использовании [1] (99 с) по сравнению с [2] (60 с). Кроме того, раннее начало эвакуации может уменьшать расчетное время за счет использования эвакуационных путей и выходов до их блокирования опасными факторами пожара.

Состав групп эвакуируемого контингента и параметры их движения в [2] не регламентируются, а в методике [1] определяются согласно Приложению 2 (табл. 2).

Таблица 2. Эвакуируемый контингент в исследуемом здании согласно методике [1]

Наименование группы	Суммарная численность	Доля группы	Численность
Группа мобильности М0-5	97%		1066
Группа мобильности М2	3%	0.25	9
Группа мобильности М3		0.6	20
Группа мобильности М4		0.15	5

Отсутствие в [2] требований к количеству представителей маломобильных групп населения (МГН) и их расположению на исследуемом объекте, в частности, в точках здания, наиболее удаленных от эвакуационных выходов, может существенно сокращать расчетное время эвакуации (табл. 3).

Таблица 3. Время эвакуации при использовании различных методик (для методики [1] указано наихудшее среди всех групп эвакуируемого контингента время)

Точка	Характеристика точки	Расчетное время эвакуации t_p , с		Суммарное время эвакуации $t_p + t_{из}$, с	
		[1]	[2]	[1]	[2]
3	Холл перед главным входом в здание	67	29	166	89
4	Коридор напротив входа в торговый зал с очагом пожара	51	8	150	68
5	Коридор напротив торгового зала с дополнительным входом в здание	36	11	135	71
6	Боковой вход в здание (в правой части)	19	10	118	70

В табл. 4 представлены результаты расчета вероятности эвакуации согласно п.17 [1] и п.9 [2].

Таблица 4. Результаты расчета вероятностей эвакуации (для методики [1] указана наихудшая среди всех групп эвакуируемого контингента вероятность)

Точка	Расчетное время эвакуации t_p , с		$t_{бл}$, с		$0,8t_{бл}$, с		Вероятность эвакуации $P_э$, с	
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]
3	67	29	204	204	163	163	0,969	0,999
4	51	8	97	95	78	76	0,272	0,999
5	36	11	155	151	124	121	0,888	0,999
6	19	10	121	210	97	168	0,787	0,999

Как следует из полученных результатов, вероятность эвакуации, определенная по методике [2] имеет максимально возможное значение во всех точках. Аналогичные величины, рассчитанные на основе [1], значительно меньше. Так в коридоре напротив входа в торговый зал с очагом пожара (контрольная точка 4) через 150 с после начала пожара имеется контакт эвакуирующегося человека (представитель группы М2) с хлороводородом, концентрация которого превышает предельно-допустимое значение (рис. 4), что соответствует вероятности эвакуации равной 0,272.

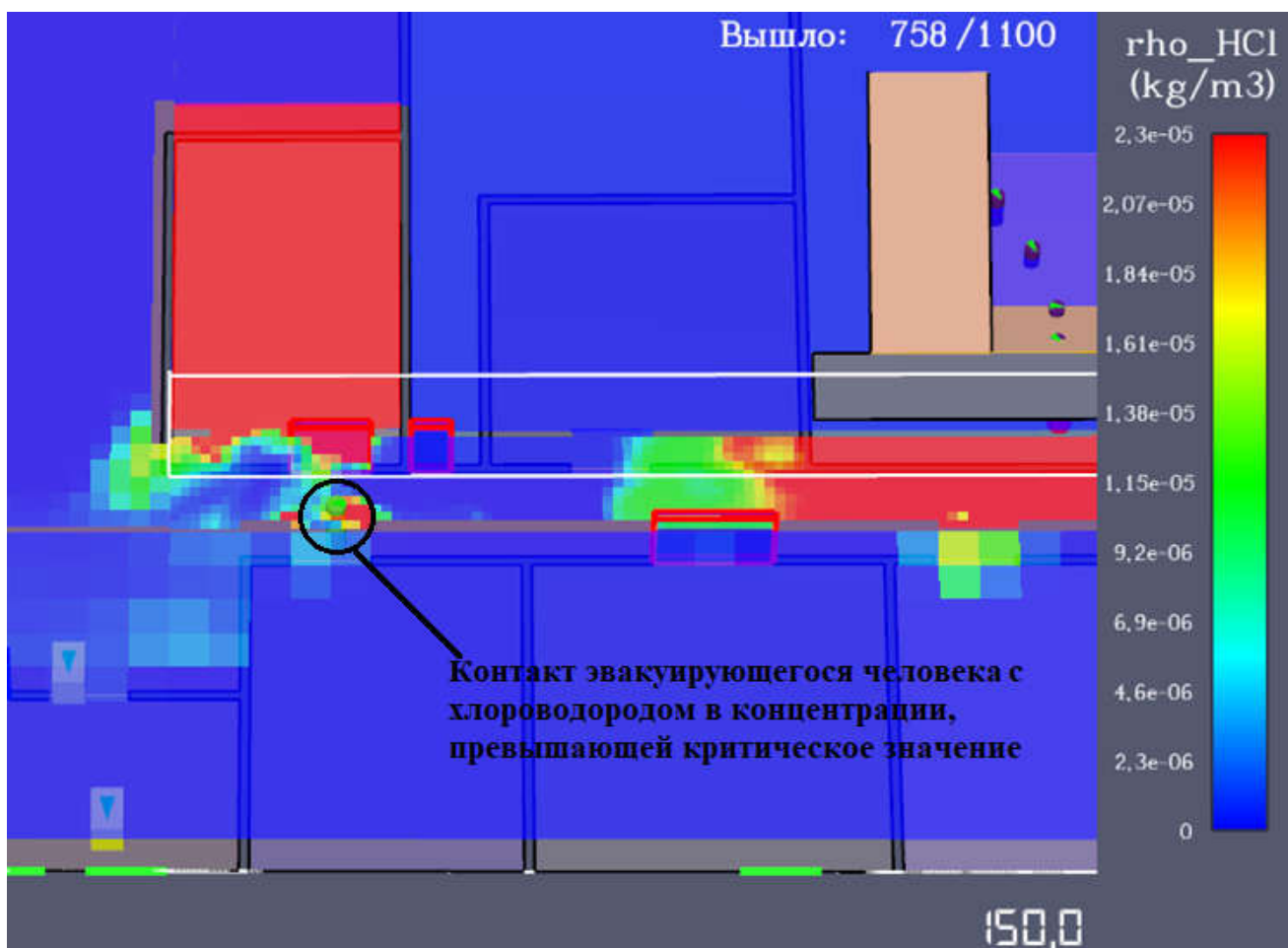


Рис. 4. Временной срез визуализации эвакуации, демонстрирующий контакт эвакуирующихся с опасными факторами пожара (концентрация хлороводорода), превышающими критическое значение

Результаты расчета величин индивидуального пожарного риска согласно п.15 [1] и п.8 [2] с учетом того, что в здании отсутствует соответствующая требованиям нормативных документов система противодымной защиты (п. 45 [1] и п.26 [2]), представлен в табл. 5.

Таблица 5. Результаты расчета величины индивидуального пожарного риска для различных методик

Используемая методика	Вероятность эвакуации	Расчетная величина индивидуального пожарного риска, год ⁻¹
[1]	0,272	$3,3 \cdot 10^{-4}$
[2]	0,999	$4,6 \cdot 10^{-7}$

Как следует из полученных результатов, отличия в отдельных пунктах методик могут привести к существенной разнице в расчетных величинах индивидуального пожарного риска. Так для исследуемого здания торгового центра пожарный риск по методике 2009 года [2] равен $4,6 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹, что меньше нормативного значения, а потому является приемлемым, в то время, как величина, рассчитанная по методике 2022 года [1] ($3,3 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹), существенно его превышает и, следовательно, требуется разработка дополнительных противопожарных мероприятий, в частности, оснащение здания системой противодымной защиты. Основная причина такого расхождения заключается в различных подходах к определению времени начала эвакуации, состава и размещения эвакуируемого контингента.

Список источников

1. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 // Гарант: сайт. - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165/> (дата обращения 28.08.2023)
2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 // Гарант: сайт. - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/346477165/> (дата обращения 28.08.2023)
3. Изменения, вносимые в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382. (с последними изменениями) // Гарант: сайт. - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165/> (дата обращения 29.08.2023)
4. О внесении изменений в приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382: Приказ МЧС России от 02 декабря 2015 г. № 632 // Гарант: сайт. - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4064778765/> (дата обращения 28.08.2023)
5. Пожаркова И. Н. Имитационное моделирование развертывания противопожарного экрана при оценке эффективности его защитных свойств // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2022. – № 10. – С. 45-51.
6. Ярош А.С. Анализ математических моделей развития опасных факторов пожара в системе зданий и сооружений / А. С. Ярош, М. Н. Чалаташвили, А. Н. Кроль, Е. А. Попова, В. В. Романова, А. В. Сачков // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2019. – №. 1. – С. 50-56.
7. Юртаев Е. А., Выговтов А. В., Русских Д. В. Особенности отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально-поточным методом, реализуемой при помощи зарубежных программ // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2018. – №. 2. – С. 14-19.
8. Бакиров И. К., Файзулина М. М. Индивидуально-поточная модель эвакуации, как эффективный метод вероятностного подхода при оценке рисков пожарной опасности в зданиях // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – №. 1-2 (5). – С. 15-17.

Информация об авторах

И.Н. Пожаркова - кандидат технических наук, доцент

Information about the author

I.N. Pozharkova - Ph.D in Technical Sciences, Associate Professor

Статья поступила в редакцию 26.09.2023; одобрена после рецензирования 02.10.2023, принята к публикации 02.10.2023.
The article was submitted 26.09.2023, approved after reviewing 02.10.2023, accepted for publication 02.10.2023.