

УДК 614.84.31

РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ПОДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

**Фирсов Александр Георгиевич, Сибирко Виталий Иванович,
Загуменнова Марина Викторовна**

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, г. Балашиха, Россия

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена исследованию пожарной опасности подземных пешеходных переходов. В статье рассмотрены некоторые исторические аспекты их появления, классификация, устройство, пожарная опасность и опасность при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации. Приведены результаты статистического анализа обстановки с пожарами и их последствий за 10 лет статистического наблюдения. В частности, рассмотрена динамика пожаров, погибших и травмированных, а также уничтоженной и поврежденной площади при пожаре. Проанализированы основные требования пожарной безопасности, предъявляемые нормативными правовыми документами к данным объектам защиты (надзора). Определены категория подземных пешеходных переходов по пожарной (взрывопожарной) опасности и класс их функциональной пожарной опасности. На основе научных результатов исследований осуществлен расчет рисков возникновения пожара, угрозы жизни и здоровью людей при пожаре в подземных пешеходных переходах. С целью идентификации пожарной опасности подземных пешеходных переходов и, соответственно, предъявляемых к ним обязательных требований пожарной безопасности авторами предложены изменения в нормативные правовые документы. Полученные результаты исследований позволят минимизировать риски возникновения пожаров и риски угрозы жизни и здоровью людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях в подземных пешеходных переходах.

Ключевые слова: подземный пешеходный переход, пожар, чрезвычайная ситуация, риск, объект защиты (надзора), класс функциональной пожарной опасности

RISK OF FIRES AND THEIR CONSEQUENCES IN PEDESTRIAN UNDERPASSES

Aleksandr G. Firsov, Vitaly I. Sibirko, Marina V. Zagumennova

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

ABSTRACT

This work is devoted to the study of fire hazard of underground pedestrian crossings. The article discusses the historical aspects of their appearance, classification, structure, fire hazard and danger under the threat of an emergency. The results of statistical analysis of the situation with fires and their consequences for ten years of statistical observation are presented. In particular, the dynamics of fires, people killed and injured during them, as well as the destroyed and damaged area during a fire are considered. The main requirements of fire safety imposed by regulatory legal documents on these objects of protection (supervision) are considered. The category of underground pedestrian crossings in terms of fire (explosion and fire) hazard and the class of their functional fire hazard have been determined. Based on the scientific results of the research, the risk of fire, the threat to life and health of people in case of fire in underground pedestrian crossings was calculated. In order to clearly identify the fire hazard of underground pedestrian crossings and, accordingly, the mandatory fire safety requirements imposed on them, the authors propose amendments to regulatory legal documents. The results of the research will minimize the risks of fires and the risks of threats to human life and health in case of fires and emergencies in underground pedestrian crossings

Keywords: underground pedestrian crossing, fire, emergency, risk, object of protection (supervision), class of functional fire hazard

Введение

Возникновение пешеходных переходов неразрывно связано с урбанизацией и последующим развитием транспортной инфраструктуры городов. Традиционно пешеходный переход устраивается для пересечения улично-дорожной сети, железнодорожных линий и других различных искусственных сооружений, водных преград, лесных насаждений и предназначен для обеспечения безопасного движения пешеходов.

Упоминание о первых «воздушных» переходах относится к концу XIX в., и своему появлению они обязаны развитию сети железных дорог. Первый подземный переход в России был открыт в 1935 г. в Москве. Данный переход был интегрирован с выходом из станции метро «Смоленская». Позже это архитектурное решение было использовано при проектировании других станций метрополитена. Первый подземный пешеходный переход, не совмещенный с выходом из метро, был

открыт 30 апреля 1959 г. у магазина «Детский мир» в Москве. Его открытие современниками воспринималось как инженерно-технический шедевр того времени. Появление подземного пешеходного перехода, не связанного с выходами из метро, дало старт интенсивному строительству таких сооружений по всей стране. Уже к 1962 г. только в г. Москве насчитывалось около 20 подземных пешеходных переходов. Подземные пешеходные переходы начали возводить в таких крупных городах, как Ленинград (ныне Санкт-Петербург), Киев, Харьков, Ташкент, Сочи, Тбилиси и др. [1, 2]. Рост строительства подземных пешеходных переходов был обусловлен увеличением количества автомобилей в СССР и обеспечением безопасности самих пешеходов. Из года в год плотность населения и, соответственно, количество используемых транспортных средств постоянно росло. В 2008 г. на территории России насчитывалось более 165 тыс. пешеходных переходов. А уже в 2011 г. их количество возросло до 188 тыс. ед. Причем количество

надземных переходов увеличилось с 383 до 550 ед., подземных переходов – с 1 089 до 1 197 ед. [3]. По данным МВД России в 2015 г. общее количество пешеходных переходов в Российской Федерации (далее – РФ) составляло более 213,6 тыс. ед. [4].

Правилами дорожного движения [5] в РФ установлены следующие виды пешеходных переходов:

– регулируемый пешеходный переход (расположен непосредственно на проезжей части, и движение регулируется светофором);

– нерегулируемый пешеходный переход (расположен непосредственно над проезжей частью, и движение светодорожкой не регулируется);

– переходы вне проезжей части улиц закрытого типа (специальное сооружение, предназначенное для безопасного движения пешеходов).

Локация перечисленных пешеходных переходов на местности обозначается соответствующим информационным знаком.

С точки зрения транспортной безопасности пешеходные переходы вне проезжей части улиц закрытого типа являются абсолютно безопасными сооружениями для пешеходов при пересечении ими транспортных магистралей и других объектов городской инфраструктуры. Однако с точки зрения пожарной безопасности такие переходы представляют определенный риск угрозы гибели и здоровью людей при пожарах. Переходы вне проезжей части улиц закрытого типа делятся на следующие виды: подземные (расположенные под элементами городской среды), надземные (расположенные над элементами городской среды), торгово-сервисные переходы (разновидность надземных пешеходных переходов с объектами мелкокороточной торговли и сервиса) и встроенно-пристроенные (размещаемые на уровне первых этажей зданий различного

функционального назначения). По конфигурации пешеходные переходы могут быть линейного типа (прямые или изогнутые) и переходы-распределители (разветвленные, кольцевые, прямоугольные и др.). По количеству пролетов внеуличные пешеходные переходы подразделяются на однопролетные (тоннель с прямоугольным сечением) и на двух- и трехпролетные (тоннель прямоугольного сечения, усиленный продольными рядами колонн) [6].

Современные строительные технологии позволяют относительно быстро возводить подземные пешеходные переходы. Для их строительства используют следующие типы рабочих машин некруглого сечения с грунтопригрузом: DPLEX, DPOT, Арого и КСВП (российского производства). Их основные технические параметры: глубина залегания лотка тоннеля до 10 м, сечение разрабатываемого грунта 4,2×3,9 м, тип обделки – сборная железобетонная, суммарная потребляемая мощность 200 кВт и более, средняя скорость проходки до 6 м в сутки [7]. Однако возведение подобных сооружений связано с различными инженерно-техническими сложностями и значительными финансовыми затратами как на этапах проектирования и строительства, так и при последующем их техническом обслуживании.

Наиболее опасными по своим объемно-планировочным особенностям и техническим решениям являются пешеходные переходы подземного типа (далее – подземные переходы). Рассмотрим в обобщенном виде основные технические аспекты их устройства, изложенные в ряде нормативно-технических документов [6, 8, 9]. Подземный переход состоит из ряда основных конструктивных элементов: тоннель, лестничные сходы, пандусы и подъемное оборудование для обеспечения передвижения маломобильных групп населения, различные технологические помещения и инженерное оборудование. Геометрические параметры подземных

переходов в разных уровнях принимаются следующими: высота – не менее 2,3 м, ширина – не менее 3,0 м. В основаниях, опорах и строительных конструкциях подземных переходов не допускается устройство и прокладка электрических сетей высокого напряжения, газо-, водо- и теплопроводов, а также водосточных и канализационных сетей и коллекторов.

Подземный переход оборудуется необходимыми технологическими помещениями для размещения в них различных систем инженерного обеспечения: электроснабжения и электрооборудования, водоснабжения и водоудаления, отопления и снегоудаления, вентиляции, подъемного оборудования, диспетчерского управления, охранной и пожарной сигнализации, видеонаблюдения, а также хранения уборочного и технического инвентаря, размещения обслуживающего персонала и др. Перечисленные выше системы инженерного обеспечения по надежности относятся к потребителям I категории.

В помещениях подземных переходов нередко могут размещаться, если это предусмотрено проектной документацией, объекты мелкокорзинной торговли и сервиса. В основном это объекты общепита, сувенирная и мелкая электротехническая продукция, косметика, малогабаритные носильные вещи, мелкий ремонт и т. п. К объектам мелкокорзинной торговли и сервиса предъявляются соответствующие требования по размещению их в подземных переходах [6]. В помещениях подземных переходов может осуществляться и вендинговая торговля. Наиболее характерно это для переходов, совмещенных с выходами из метро. Ассортиментом в торговых автоматах является еда, напитки, средства личной гигиены, печатная продукция, проездные билеты и т. п. У вышеперечисленного торгового

ассортимента отмечается разная пожарная нагрузка [10]. Наличие в подземных переходах мелкокорзинной и вендинговой торговли, а также предоставление мелких сервисных услуг населению только добавляет потенциальной пожарной опасности. Ограничение габаритов замкнутого пространства может привести к быстрому изменению критериальных значений опасных для людей факторов пожара (повышение температуры окружающей среды, увеличение концентрации токсичных продуктов горения и термического разложения, понижение концентрации кислорода, снижение видимости в дыму) [11].

Материалы и методы

Ежегодно в подземных переходах регистрируется порядка 3–4 пожаров. При пожарах в среднем уничтожается (повреждается) 12,5 м² площади подземных переходов с прямым материальным ущербом от пожара (далее – ущерб) в размере 0,5 тыс. руб. Распределение количества пожаров и их последствий в подземных переходах в РФ за период статистического наблюдения 2013–2022 гг. (далее – период статистического наблюдения) приведено в табл. 1. В сравнении с 2000 г., обстановка с пожарами в подземных переходах за исследуемый период не претерпела сильных изменений.

Всего за исследуемый период статистического наблюдения в подземных переходах зарегистрировано 33 пожара. Распределение количества пожаров в подземных переходах по субъектам РФ приведено на рис. 1. Около 52 % всех пожаров приходится на Москву (17 ед.). От 2 до 4 пожаров соответственно зарегистрировано в Челябинской области, Приморском крае и Хабаровском крае. В остальных субъектах РФ зарегистрировано по 1 пожару.

Таблица 1.

Распределение количества пожаров и их последствий в подземных переходах в РФ за период 2013–2022 гг.

Table 1.

Distribution of the number of fires and their consequences in underground passages in the Russian Federation for the period 2013–2022.

Период статистического наблюдения, год The period of statistical observation, year	Количество пожаров, ед. Number of fires, units	Количество погибших людей, чел. The number of people killed, people.	Количество травмированных людей, чел. The number of injured people, people.	Прямой материальный ущерб, тыс. руб. Direct material damage, thousand rubles.	Уничтоженная и поврежденная площадь, м ² Destroyed and damaged area, m ²
2000	5	0	0	6	4
2013	6	0	0	0	7
2014	5	1	0	1	35
2015	3	0	0	4	5
2016	4	1	5	0	8
2017	5	1	1	0	19
2018	2	0	0	0	12
2019	2	0	0	0	2
2020	0	0	0	0	0
2021	6	0	1	0	37
2022	0	0	0	0	0
Итого за 2013–2022 Total for 2013–2022	33	3	7	5	125

Распределение пожаров по причинам их возникновения за весь период статистического наблюдения приведено на рис. 2. Около 52 % всех пожаров связано с неосторожным обращением с огнем – 17 ед., в т. ч. с неосторожностью при курении – 6 ед. Более 36 % пожаров в подземных переходах происходило из-за нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования (далее – НПУиЭ) (7 ед.), недостатка конструкции и изготовления электрооборудования (4 ед.), нарушения правил пожарной безопасности

(далее – ППБ) при эксплуатации бытовых электроприборов (1 ед.).

На рис. 3 представлено распределение количества пожаров по источникам их возникновения (изделие, устройство). Основными причинами пожаров в подземных переходах являлось НПУиЭ электрооборудования и неосторожное обращение с огнем, поэтому источником более 36 % всех пожаров стали электрические устройства (изделия) и также более 36 % пожаров – сигарета или зажигалка (спичка). И только 27 % пожаров связано с другими источниками возникновения.

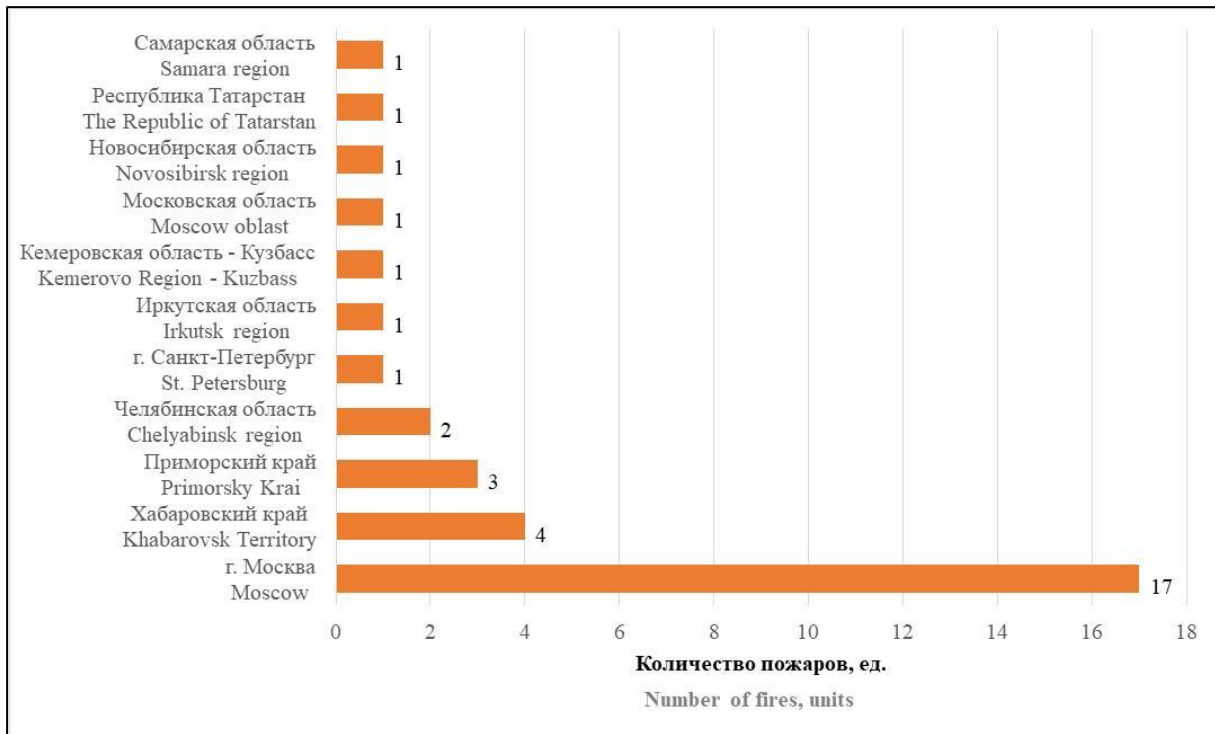


Рис. 1. Распределение количества пожаров в подземных переходах за период статистического наблюдения по субъектам РФ

Fig. 1. Distribution of the number of fires in underground passages during the period of statistical observation by subjects of the Russian Federation

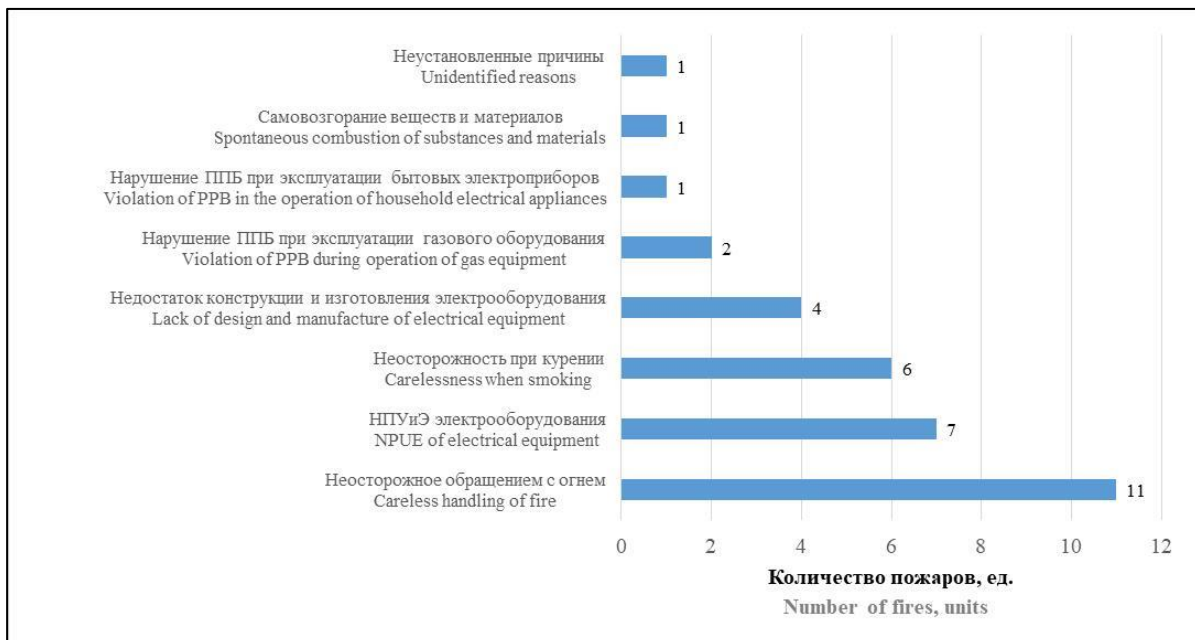


Рис. 2. Распределение суммарного количества пожаров в подземных переходах за период статистического наблюдения по причинам их возникновения

Fig. 2. Distribution of the total number of fires in underground passages during the period of statistical observation by the causes of their occurrence

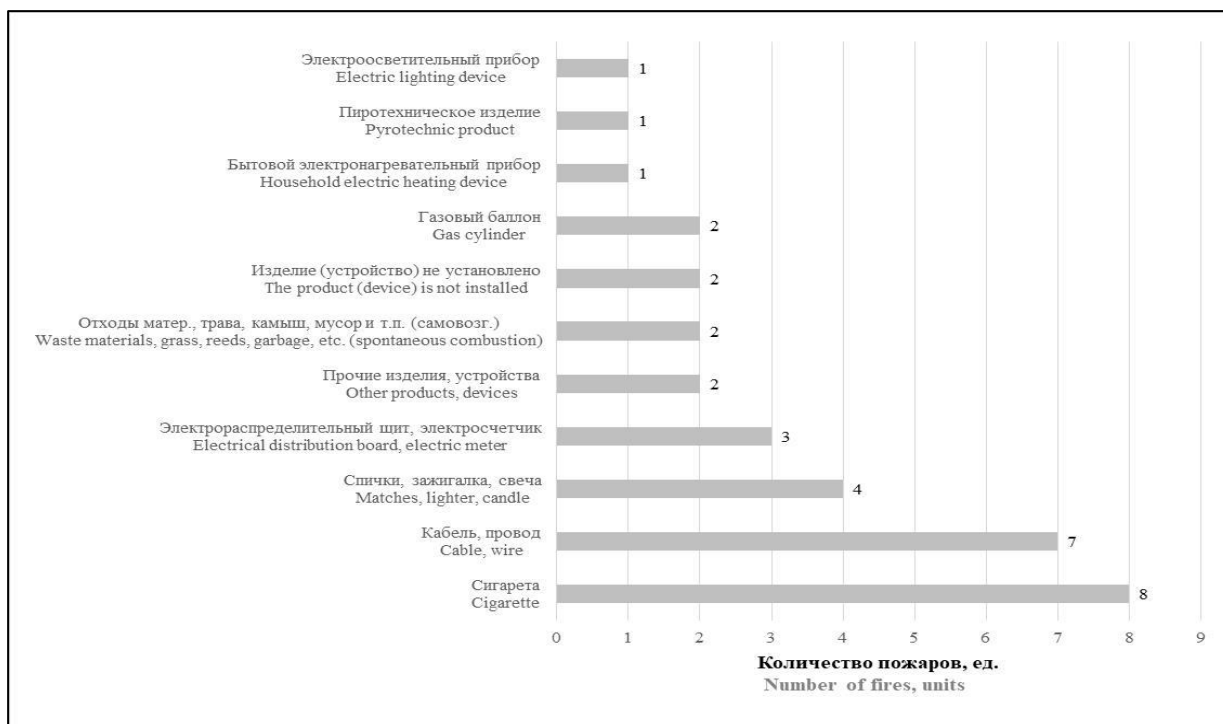


Рис. 3. Распределение суммарного количества пожаров в подземных переходах за период статистического наблюдения по источникам их возникновения

Fig. 3. Distribution of the total number of fires in underground passages during the period of statistical observation by sources of their occurrence

При пожарах в подземных переходах ежегодно в среднем погибал или получал травмы 1 чел. В абсолютных значениях количество погибших и травмированных людей при пожарах за весь период статистического наблюдения соответственно составляет 3 чел. и 7 чел. На пожарах в подземных переходах в основном погибали мужчины в возрасте от 40 до 47 лет. Основная причина гибели – отравление токсичными продуктами горения. А условие, способствовавшее гибели людей при пожаре, – алкогольное или наркотическое опьянение. Основными условиями, способствовавшими получению травм, являлись малолетний возраст и взрывы (газовых баллонов).

Учитывая, что подземный переход является сложным объемно-планировочным и инженерно-техническим сооружением и характеризуется повышенной потенциальной опасностью, то к данному объекту должны предъявляться соответ-

ствующие требования пожарной безопасности. Формирование перечня требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества при пожаре, связано с определением категории пожарной и взрывопожарной опасности задания, сооружения, его степени огнестойкости и класса функциональной пожарной опасности. В соответствии со ст. 27 123-ФЗ [11] подземные переходы по пожарной и взрывопожарной опасности относятся к категории Д (пониженная пожароопасность помещения). Однако, если общая площадь помещений, связанных с мелкорозничной и вендинговой торговлей, предоставлением мелких сервисных услуг населению, превышает 10 % общей площади или превышает 25 %, в случае оснащения помещений установками автоматического пожаротушения, то подземный переход по категории пожарной опасности уже должен

относиться к категории В (пожароопасное помещение).

Класс функциональной пожарной опасности любого объекта определяется в зависимости от назначения рассматриваемого объекта, возраста, физического состояния и количества людей, находящихся на данном объекте. Учитывая, что подземные переходы предназначены для перемещения людей (неоднородных по возрасту и физическому состоянию), то, в соответствии со ст. 32 123-ФЗ [11], они могут относиться к классу функциональной пожарной опасности Ф1 (здания с временным пребыванием людей). А при наличии павильонов мелкорозничной торговли, мелких сервисных услуг населению и торговых автоматов подземные пешеходные переходы могут относиться и к классу функциональной пожарной опасности Ф3.1 (организация торговли) или Ф3.2 (организация общественного питания). Нередко в городах подземные переходы интегрированы в инфраструктуру транспортной системы, поэтому они также могут относиться и к классу функциональной пожарной опасности Ф3.3 (вокзалы).

Таким образом, в 123-ФЗ [11] четко не определены категория подземных переходов по пожарной и взрывопожарной опасности и их принадлежность к конкретному классу функциональной пожарной опасности. Это, в свою очередь, создает определенные сложности в выборе и дальнейшем применении необходимых требований пожарной безопасности, а также проведении оценки (экспертизы) объекта на соответствие установленным требованиям пожарной безопасности.

Нормативный документ СП 4.13130.2013 [12] устанавливает соответствующие требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям по ограничению распространения пожара на объектах защиты. Исходя из логики п. 6.5 данного документа, к подземным переходам должны предъявляться такие

же требования пожарной безопасности, как и к производственным объектам. А это означает, что подземные переходы также могут относиться и к классу функциональной пожарной опасности Ф5.1 (производственные здания и сооружения).

Такой неоднозначный подход к определению класса функциональной пожарной опасности подземных переходов вызывает много вопросов у проектировщиков, инженеров, экспертов и строителей. Министерство регионального развития РФ предложило при проектировании надземных и одноуровневых подземных мостов, тоннелей (переходов) руководствоваться требованиями действующих нормативных документов по пожарной безопасности для помещений общественного назначения [12, 13, 14]. А это класс функциональной опасности Ф2 (здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений), Ф3 (здания организаций по обслуживанию населения) и Ф4 (здания образовательных организаций, научных и проектных организаций, органов управления учреждений). И, соответственно, для каждой из перечисленных групп функциональной пожарной опасности должны предъявляться свои требования пожарной безопасности.

Тем не менее в ряде нормативных документов содержатся конкретные требования пожарной безопасности, связанные с проектированием, устройством и эксплуатацией подземных переходов. Так, ГОСТ Р 59610-2021 [8] и стандарт организации СТО НОСТРОЙ-2014 [9] устанавливают следующие обязательные требования пожарной безопасности к подземным переходам:

- строительные конструкции должны быть I–II степени огнестойкости и соответствовать классу конструктивной пожарной опасности С1;

- расчет времени эвакуации людей из помещений подземного перехода осу-

ществляется с учетом максимальной плотности пешеходного потока – 0,8 чел. в расчете на 1 м²;

– электропитание потребителей предусматривается в виде однофазной и трехфазной сети переменного тока напряжением 380/220 В с использованием электрических кабелей с медными жилами в оболочке НГ (негорючая);

– прокладка электрических кабелей выполняется в кабельных каналах по стенам помещений, а в случае разрыва помещений – в стальных оцинкованных трубах в полу тоннельной части подземного перехода;

– в помещении дежурных должны храниться 10 % резерва переносных огнетушителей;

– пешеходные туннели оборудуются автономным аварийным освещением и системами теленаблюдения.

Требования пожарной безопасности к устройству объектов мелкокоррозийной торговли и сервиса (киоски и павильоны), размещаемых в подземных переходах, изложены в документе [6], однако данные нормы применимы только к объектам Москвы.

Что касается подземных переходов, совмещенных с выходами из станций метрополитена, то требования к их устройству и, соответственно, пожарной безопасности приведены в СП 120.13330.2022 [15], предъявляющем требования к зданиям и сооружениям метрополитенов. Требования пожарной безопасности при проектировании подземных пешеходных тоннелей (подземных переходов) под железнодорожными путями изложены в СП 153.13130.2013 [16].

Правила противопожарного режима в РФ (далее – ППР) [17] устанавливают обязательные требования пожарной безопасности, определяющие порядок поведения людей, организацию производства и содержание объектов защиты

в целях обеспечения их пожарной безопасности. В соответствии с п. 5 ППР [17] здания и сооружения (кроме жилых домов), в которых могут одновременно находиться 50 и более чел., являются объектами защиты с массовым пребыванием людей. В подземных переходах, особенно интегрированных в транспортные узлы или близко расположенных к ним, в час пик одновременно может находиться более 50 чел. Таким образом, значительное количество подземных переходов приобретает статус объекта защиты с массовым пребыванием людей, и тогда к ним должны предъявляться требования пожарной безопасности как к объектам с массовым пребыванием людей.

Как уже отмечалось ранее, в соответствии с 123-ФЗ [11] подземные переходы могут относиться к любому из следующих классов функциональной пожарной опасности: Ф1, Ф2, Ф3, Ф3.1, Ф3.2, Ф3.3, Ф4, Ф5.1. В ППР для каждого из классов функциональной пожарной опасности предусмотрены свои требования по обеспечению пожарной безопасности. Это требования к производственным объектам, объектам организаций торговли и транспортной инфраструктуры. Из всего перечня требований пожарной безопасности только два из них однозначно касаются подземных переходов:

– установка торговых киосков в наземных вестибюлях станций метрополитена и в подземных переходах: *«Торговые киоски должны быть изготовлены из негорючих материалов и размещаться с таким расчетом, чтобы они не препятствовали проходу пассажиров и не снижали ширины пути эвакуации, установленной требованиями пожарной безопасности»* [п. 223, 17];

– запрещение реализации пиротехнических изделий *«на объектах торговли, расположенных в жилых зданиях, зданиях вокзалов (воздушных, морских,*

речных, железнодорожных и автобусных), на платформах железнодорожных станций, остановках общественного транспорта, в наземных вестибюлях станций метрополитена, уличных переходах и в иных подземных сооружениях» [п. 447 а), 17].

Таким образом, идентификация и, соответственно, определение требований пожарной безопасности подземных переходов путем установления их соответствия существенным признакам класса функциональной пожарной опасности и категории пожарной и взрывопожарной опасности в полном объеме невозможна.

Результаты и их обсуждение

Как уже отмечалось выше, в подземных переходах практически ежегодно регистрируются пожары, а также погибшие и травмированные при пожарах люди. Риск возникновения пожара и его ожидаемые последствия в подземном переходе рассчитываются по следующей формуле:

$$R_{объi} = \frac{\sum_{j=1}^T N_{пожi}^j}{P_{ср} \cdot T}, \quad (1)$$

где

$R_{объi}$ – риск возникновения определенного события, ожидаемые последствия пожара в подземном переходе (объект) за год;

$i = 1$ – риск возникновения пожара в подземном переходе, ед./объект · год);

$i = 2$ – ожидаемый ущерб в подземном переходе в действующих ценах, руб./объект · год);

$i = 3$ – ожидаемая консолидированная уничтоженная и поврежденная площадь пожаром в подземном переходе, м²/объект · год);

$i = 4$ – консолидированный риск угрозы гибели и вреда здоровью людей от возможного пожара в подземном переходе, чел./объект · год);

$i = 5$ – риск угрозы гибели людей от возможного пожара в подземном переходе (индивидуальный пожарный риск), чел./объект · год);

$i = 6$ – риск угрозы вреда здоровью людей от возможного пожара в подземном переходе, чел./объект · год);

T – количество лет исследуемого периода (10 лет);

$N_{пожi}^j$ – значение показателя i -го события или ожидаемых последствий пожаров, возникших в подземных переходах за j -й год, $j=1..T$, для:

$i = 1$ – количество пожаров, ед.;

$i = 2$ – ущерб, руб.;

$i = 3$ – консолидированная уничтоженная и поврежденная пожарами площадь, м²;

$i = 4$ – число погибших и травмированных людей на пожарах, чел.;

$i = 5$ – число погибших людей на пожарах, чел.;

$i = 6$ – число травмированных людей на пожарах, чел.;

$P_{ср}$ – среднегодовое количество подземных переходов в РФ за период времени T , объект.

Ущерб в подземном переходе рассчитывается по формуле:

$$R_{пoжyщ} = \frac{\sum_{j=1}^T N_{пoж2}^j}{\sum_{j=1}^T N_{пoжyщ}^j}, \quad (2)$$

где

$R_{пoжyщ}$ – ущерб в расчете на 1 пожар, возникший в подземном переходе за период времени T , руб./ед.;

$N_{пoжyщ}^j$ – количество пожаров в подземных переходах за j -й год с зарегистрированным ущербом (в карточках учета которых проставлена величина ущерба больше нуля), ед.

Значения других показателей (риск возникновения события) в расчете на 1 пожар в подземном переходе определяется по формуле:

$$R_{пoжi} = \frac{\sum_{j=1}^T N_{пoжi}^j}{\sum_{j=1}^T N_{пoж1}^j}, \quad (3)$$

где
 $R_{\text{пож } i}$ – значение показателя в расчете на 1 пожар, возникший в подземном переходе за период времени T , $i = 3..6$, для:
 $i = 3$ – уничтоженная и поврежденная площадь на 1 пожар, $\text{м}^2/(\text{ед.} \cdot \text{год})$;
 $i = 4$ – количество погибших и травмированных людей на 1 пожар, $\text{чел.}/(\text{ед.} \cdot \text{год})$;

$i = 5$ – количество погибших людей на 1 пожар, $\text{чел.}/(\text{ед.} \cdot \text{год})$;
 $i = 6$ – количество травмированных людей на 1 пожар, $\text{чел.}/(\text{ед.} \cdot \text{год})$.
 Значения рисков показателей пожарной опасности подземных переходов, рассчитанные по приведенным выше формулам, сведены в итоговую табл. 2.

Таблица 2

Расчетные риски показателей пожарной опасности подземных переходов
Table 2
 Calculated risks of fire hazard indicators of underground crossings

Наименование расчетного показателя Name of the calculated indicator	Единица измерения Unit of measurement	Значение показателя The value of the indicator	Расчетная формула Calculation formula
В расчете на один подземный пешеходный переход Per underground pedestrian crossing			
Риск угрозы возникновения пожара на объекте The risk of a fire at the facility	ед./(\объект · год) unit/(object · year)	0,0028	(1)
Ожидаемый прямой материальный ущерб от пожара на объекте Expected direct material damage from a fire at the facility	руб./(\объект · год) rub./(object · year)	0,4167	(1)
Ожидаемая консолидированная уничтоженная и поврежденная площадь пожаром на объекте Expected consolidated destroyed and damaged area by fire at the facility	$\text{м}^2/(\text{объект} \cdot \text{год})$ $\text{m}^2/(\text{object} \cdot \text{year})$	0,0104	(1)
Консолидированный риск угрозы гибели и вреда здоровью людей на объекте Consolidated risk of death and harm to human health at the facility	чел./(\объект · год) person/(object · year)	0,0009	(1)
Риск угрозы гибели людей на объекте The risk of death at the facility	чел./(\объект · год) person/(object · year)	0,0003	(1)
Риск угрозы вреда здоровью людей на объекте The risk of harm to human health at the facility	чел./(\объект · год) person/(object · year)	0,0006	(1)
В расчете на один пожар в подземном пешеходном переходе Per fire in an underground pedestrian crossing			
Прямой материальный ущерб на 1 пожаре с	руб./(\ед. · год)	2500,0	(2)

ущербом Direct material damage per 1 fire with damage	RUB/(units · year)		
Уничтоженная и поврежденная площадь на 1 пожаре Destroyed and damaged area in 1 fire	м ² /(ед. · год) m ² /(units · year)	3,8	(3)
Консолидированный риск причинения гибели и вреда здоровью людей на 1 пожаре Consolidated risk of causing death and harm to human health in 1 fire	чел./((ед. · год) people/(units · year)	0,3	(3)
Риск причинения гибели людей на 1 пожаре The risk of causing death in 1 fire	чел./((ед. · год) people/(units · year)	0,1	(3)
Риск причинения вреда здоровью людей на 1 пожаре The risk of harm to human health in 1 fire	чел./((ед. · год) people/(units · year)	0,2	(3)

Из табл. 2 видно, что риск угрозы возникновения пожара в подземном переходе достаточно высок и составляет $2,8 \cdot 10^{-3}$ в год.

Консолидированный риск угрозы гибели и вреда здоровью людей при пожаре в подземном переходе в год составляет $9 \cdot 10^{-4}$. Риск угрозы вреда здоровью людей ($6 \cdot 10^{-4}$) в подземном переходе в два раза выше риска угрозы гибели людей при пожаре ($3 \cdot 10^{-4}$). Для сравнения нормативное значение пожарного риска не должно превышать 10^{-6} в год [11]. В свою очередь, консолидированный риск причинения гибели и вреда здоровью людей на 1 пожаре в подземном переходе составляет 0,3 чел. в год. Таким образом, риск угрозы гибели и вреда здоровью людей в подземном переходе тоже является высоким.

Ожидаемая величина ущерба и уничтоженной (поврежденной) площади пожаром в год характеризуются низкими числовыми значениями (соответственно 0,4 руб. и 0,01 м² в год). Однако в расчете на 1 пожар значения данных показателей более весомые. Так величина ущерба в расчете на 1 пожар с ущербом в подземном переходе составляет порядка 2,5 тыс. руб. в год, а уничтоженная (поврежденная) вследствие пожара площадь в расчете на 1 пожар – 3,8 м².

В соответствии со ст. 2 123-ФЗ [11] к объекту защиты относится различное имущество граждан, юридических лиц, государственных и муниципальных органов, в т. ч. объекты (здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и другое имущество), расположенные на территориях населенных пунктов, к которым установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре. Соответственно, объект защиты должен быть обеспечен системой противопожарной защиты. А под системой противопожарной защиты любого объекта защиты понимается «комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты» [ст. 2 п. 41, 11]. Объектом государственного надзора являются здания, помещения, сооружения и другие объекты, к которым предъявляются обязательные требования 248-ФЗ [18]. В свою очередь, в соответствии с положениями 247-ФЗ [19], под обязательными требованиями понимаются требования, содержащиеся в нормативных правовых актах

(далее – НПА) и удовлетворяют следующим обязательным условиям:

- наличие риска причинения ущерба охраняемым законом ценностям, на устранение которого направлено обязательное требование;

- возможность и достаточность обязательных требований в качестве мер защиты охраняемых законом ценностей.

Исходя из вышеизложенного, подземные переходы являются объектами защиты. Учитывая наличие обязательных требований по обеспечению пожарной безопасности, изложенных в соответствующих НПА, а также риска причинения ущерба и значительного риска угрозы гибели и вреда здоровью людей при пожаре, подземные переходы должны относиться к объектам надзора (контроля) со стороны федерального государственного пожарного надзора.

Подземные переходы представляют для людей не только высокую пожарную опасность, но также могут быть опасными и в плане возникновения и развития различных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС). Одной из самых известных ЧС является взрыв 8 августа 2000 г. в 17:55 в подземном переходе метро на Пушкинской площади в Москве [20]. По данным следствия, террористами было использовано безоболочное взрывное устройство мощностью 800 г в тротиловом эквиваленте, начиненное различными металлическими элементами с целью усиления поражающего действия. В закрытом помещении воздействие взрывной волны значительно усилилось, что вызвало сильные разрушения и пожар в нескольких павильонах мелкооптовой торговли и привело к сильному задымлению тоннелей подземного перехода и, соответственно, к потере видимости для людей (см. рис. 4).



Рис. 4. Последствия взрыва в подземном переходе из метро на Пушкинской площади в Москве 8 августа 2000 г. (Фото: Антон Денисов / ТАСС)

Fig. 4. The consequences of an explosion in an underground passage from the metro on Pushkin Square in Moscow on August 8, 2000 (Photo: Anton Denisov / TASS)

В результате ЧС погибло 13 чел. и получили разной степени тяжести 118 чел. Все они получили ранения поражающими элементами взрывного устройства, элементами строительных конструкций подземного перехода и торговых киосков, а также термические ожоги и отравление продуктами горения.

Заключение

Проведенные исследования показали, что подземные переходы являются объектами защиты, сопряжены со значительными рисками возникновения пожара, угрозы жизни и здоровью людей и должны быть поднадзорными объектами со стороны федерального государственного пожарного надзора МЧС России. Однако предъявляемые к ним требования пожарной безопасности носят нечеткий и до конца не формализованный характер. Поэтому на законодательном уровне необходимо внести соответствующие изменения в ряд НПА. В первую очередь, в 123-ФЗ [11] в части конкретизации классификационных требований пожарной безопасности к подземным переходам. Это касается определения категории подземных переходов по пожарной и взрывопожарной опасности и класса их функцио-

нальной пожарной опасности. Также необходимо внести соответствующие изменения и в ППР [17]. Дополнить его отдельным разделом с перечнем необходимых требований пожарной безопасности, в т. ч. и обязательных требований пожарной безопасности к данным объектам надзора. После принятия перечисленных выше поправок и изменений в указанные документы следует внести соответствующие изменения и в другие связанные с ними нормативные акты. По мнению авторов, все подземные переходы по пожарной и взрывопожарной опасности должны относиться к категории не ниже ВЗ и иметь класс функциональной пожарной опасности не ниже ФЗ.

В заключение необходимо отметить, что подземный переход является не только объектом городской инфраструктуры, призванным обеспечить безопасность людей в мирное время, но и представляет собой важный стратегический объект по защите людей в случае возникновения опасностей по сигналам гражданской обороны. Поэтому к нему также должны предъявляться обязательные требования по защите населения в случае угрозы возникновения ЧС и ведения военных действий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. История строительства подземных и надземных переходов в Москве // LiveJournal : информационный интернет-портал. URL: <https://ilovemoscow.livejournal.com/320034.html> (дата обращения: 30.12.2023).
2. История подземных пешеходных переходов Москвы // РИА Новости : сайт. URL: <https://ria.ru/20091016/189010041.html> (дата обращения: 30.12.2023).
3. С 2008 года число пешеходных переходов в России выросло на 30 тыс. // За рулем : сайт. URL: https://www.zr.ru/content/news/437835-s_2008_goda_chislo_peshehodnyh_perehodov_v_rossii_vyroslo_na_30_tys/ (дата обращения: 30.12.2023).
4. Госавтоинспекция ведет мониторинг реализации национальных стандартов по обустройству пешеходных переходов в регионах // Министерство внутренних дел Российской Федерации : офиц. сайт. URL: <https://мвд.пф/news/item/13262322/?ysclid=lqs2o7juw9266987893> (дата обращения: 30.12.2023).
5. О Правилах дорожного движения : постановление Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090 // КонсультантПлюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/?ysclid=lsq2gu92pc771115866 (дата обращения: 27.01.2024). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
6. МГСН 1.03-02. Пешеходные переходы вне проезжей части улиц. Объекты мелкорозничной торговли и сервиса в пешеходных переходах : московские городские строительные нормы (ТСН 32-302-2003 г. Москвы) : утверждены и введены постановлением Правительства Москвы от 19 августа 2003 г. № 693-ПП :

введены впервые : дата введения с 19.08.2003 г. // files.stroyinf.ru : сайт. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294814/4294814348> (дата обращения: 05.06.2024).

7. Александров, Н. В. Подземный пешеходный переход — безопасное решение транспортных проблем // Подземный эксперт : информационный портал о подземном строительстве. URL: <https://undergroundexpert.info/issledovaniya-i-tehnologii/tehnologii/podzemnyj-perehod-reshenie-problem/?ysclid=lqs3kt6gcf583660805> (дата обращения: 30.12.2023).

8. ГОСТ Р 59610–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Пешеходные переходы в разных уровнях. Общие требования. Правила размещения : нац. стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 5 августа 2021 г. № 688-ст : дата введения 2021-09-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180479> (дата обращения: 05.06.2024).

9. Освоение подземного пространства. Подземные пешеходные переходы. Требования к проектированию, строительству, контролю качества и приемке работ. СТО НОСТРОЙ-2014 : стандарт организации : введен и утвержден Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 21 ноября 2011 г. № 7 : введен впервые : 5 декабря 2011 г. // rodosnpp.ru : сайт. URL: <https://rodosnpp.ru/media/podzempeshperehody.pdf> (дата обращения: 30.01.2024).

10. Кононов Д. А., Белениник О. И. Дымоудаление в подземных пешеходных переходах и станциях метрополитена при осуществлении вендинговой торговли // Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры) : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 30 марта 2023 года. М. : Государственный университет управления, 2023. С. 175–178.

11. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон № 123-ФЗ : принят Государственной Думой 4 июля 2008 г. : одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г. // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 05.06.2024).

12. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593?ysclid=lqxsfku2i4294298388> (дата обращения: 30.12.2023).

13. Требования пожарной безопасности к пешеходным переходам. Классификация пешеходных переходов по принципу «здание общественного назначения» / «производственное сооружение» // Пожарная безопасность : блог Николая Морозова. URL: <https://morozofkk.ru/article/id4519/> (дата обращения: 30.12.2023).

14. Класс функциональной пожарной опасности подземного пешеходного тоннеля // proinfosoft.ru : сайт. URL: <https://proinfosoft.ru> (дата обращения: 30.12.2023).

15. СП 120.13330.2022. Метрополитены СНиП 32-02-2003 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300886470?ysclid=lqxm1xxrl835002213> (дата обращения: 30.12.2023).

16. СП 153.13130.2013. Инфраструктура железнодорожного транспорта. Требования пожарной безопасности // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097503?ysclid=lqy1qqhl5a256197959> (дата обращения: 30.12.2023).

17. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297?ysclid=lqz> (дата обращения: 30.12.2023).

18. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : Федер. закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ : послед. ред. // КонсультантПлюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/372 (дата обращения: 28.01.2024).

19. Об обязательных требованиях в Российской Федерации : Федер. закон от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ // КонсультантПлюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358670/?ysclid=lrxf8xdl7554223144 (дата обращения: 27.01.2024).

20. Теракт в подземном переходе на Пушкинской площади в Москве (2000) // РИА Новости : сайт. URL: <https://ria.ru/20190808/1557209206.html?ysclid=lrwewg0tet2> (дата обращения: 27.01.2024).

REFERENCES

1. The history of the construction of underground and aboveground crossings in Moscow // LiveJournal : information Internet portal. URL: <https://ilovemoscow.livejournal.com/320034.html> (date of access: 12/30/2023). (rus).
2. The history of underground pedestrian crossings in Moscow // RIA Novosti : website. URL: <https://ria.ru/20091016/189010041.html> (date of access: 12/30/2023). (rus).
3. Since 2008, the number of pedestrian crossings in Russia has increased by 30 thousand. // Behind the wheel : website. URL: https://www.zr.ru/content/news/437835-s_2008_goda_chislo_peshehodnyh_perehodov_v_rossii_vyroslo_na_30_tys/ (date of appeal: 12/30/2023). (rus).
4. The State Traffic Inspectorate is monitoring the implementation of national standards for the arrangement of pedestrian crossings in the regions // Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation : ofic. website. URL: <https://мвд.рф/news/item/13262322/?ysclid=lqs2o7juw9266987893> (accessed: 12/30/2023). (rus).
5. On the Rules of the road : Decree of the Government of the Russian Federation No. 1090 of October 23, 1993 // ConsultantPlus : website. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/?ysclid=lsq2gu92pc771115866 (accessed: 01/27/2024). Access mode: for registration. users. (rus).
6. MGSN 1.03-02. Pedestrian crossings outside the roadway. Objects of small-scale trade and service in pedestrian crossings : Moscow city building standards (TSN 32-302-2003 of Moscow) : approved and introduced by Decree of the Government of Moscow dated August 19, 2003 No. 693-PP : introduced for the first time : date of introduction from 08/19/2003 // files.stroyinf.ru : website. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294814/4294814348> (date of application: 06/05/2024). (rus).
7. Alexandrov, N. V. Underground pedestrian crossing — a safe solution to transport problems // Underground Expert : an information portal about underground construction. URL: <https://undergroundexpert.info/is-sledovaniya-i-tehnologii/tehnologii/podzemnyj-perehod-reshenie-problem/?ysclid=lqs3kt6gcf583660805> (accessed: 12/30/2023). (rus).
8. GOST R 59610-2021. Public roads. Pedestrian crossings at different levels. General requirements. Rules of placement : national the standard of the Russian Federation : approved and put into effect by the order of the Feder. technical agencies regulation and Metrology dated August 5, 2021 No. 688-st : date of introduction 2021-09-01 // Code : electron. the legal and regulatory foundation.- Tech. inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180479> (date of application: 06/05/2024). (rus).
9. Development of underground space. Underground pedestrian crossings. Requirements for design, construction, quality control and acceptance of works. STO NOSTROY-2014 : organization standard : introduced and approved by the Decision of the Council of the National Association of Builders, Protocol No. 7 dated November 21, 2011 : introduced for the first time : December 5, 2011// rodosnpp.ru : website. URL: <https://rodosnpp.ru/media/podzempeshperehody.pdf> (date of application: 30.01.2024). (rus).
10. Kononov D. A., Beleninik O. I. Smoke removal in underground pedestrian crossings and metro stations in the implementation of vending trade // Transport and logistics of sustainable development of territories, business, state (growth drivers, trends and barriers) : materials of the II International Scientific and Practical Conference, Moscow, March 30, 2023 Moscow : State University of Management, 2023. pp. 175-178. (rus).
11. Technical regulations on fire safety requirements : Feder. Law No. 123-FZ : adopted by the State Duma on July 4, 2008 : approved by the Federation Council on July 11, 2008 // Code : elec-throne. the legal and regulatory foundation.- Tech. inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (date of publication: 06/05/2024). (rus).
12. SP 4.13130.2013. Fire protection systems. Limiting the spread of fire at protection facilities. Requirements for space-planning and structural solutions // Codex : elec-throne. the legal and regulatory foundation.- Tech. inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593?ysclid=lqxfku2i4294298388> (accessed: 12/30/2023). (rus).
13. Fire safety requirements for pedestrian crossings. Classification of pedestrian crossings according to the principle of "public purpose building" / "production facility" // Public safety : blog of Nikolai Morozov. URL: <https://morozofkk.ru/article/id4519/> (date of application: 12/30/2023). (rus).
14. Functional fire hazard class of an underground pedestrian tunnel // proinfosoft.ru : website. URL: <https://proinfosoft.ru> (date of application: 12/30/2023). (rus).
15. SP 120.13330.2022. Metros SNIIP 32-02-2003 // Code : electron. the legal and regulatory foundation.- Tech. inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300886470?ysclid=lqxm1xxrl835002213> (accessed: 12/30/2023). (rus).
16. SP 153.13130.2013. Railway transport infrastructure. Fire safety requirements // Code : electron. the legal and regulatory foundation.- Tech. inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097503?ysclid=lqy1qqhlsa256197959> (date of application: 12/30/2023). (rus).

17. On approval of the Rules of fire protection in the Russian Federation : Decree of the Government of the Russian Federation dated September 16, 2020 No. 1479 // Code : electron. the legal and regulatory foundation.- Tech. inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297?ysclid=lqz> (accessed: 12/30/2023). URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297?ysclid=lqz> (data obrashheniya 30.12.2023) (rus).

18. On State Control (Supervision) and Municipal Control in the Russian Federation : Federal Law No. 248-FZ dated July 31, 2020 : last ed. // ConsultantPlus : website. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/372 (date of application: 01/28/2024).

19. On mandatory requirements in the Russian Federation : Feder. Law No. 247-FZ of July 31, 2020 // ConsultantPlus : website. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358670/?ysclid=lrxf8xdl7554223144 (date of issue: 01/27/2024). (rus).

20. The terrorist attack in the underpass on Pushkin Square in Moscow (2000) // RIA Novosti : website. URL: <https://ria.ru/20190808/1557209206.html?ysclid=lrwewg0tet2> (accessed: 01/27/2024 (rus)).

Информация об авторах

Фирсов Александр Георгиевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела пожарной статистики, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12; РИНЦ ID: 462043; ORCID: 0000-0003-3272-1972; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Сибирко Виталий Иванович, начальник сектора отдела пожарной статистики ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12; РИНЦ ID: 761310; ResearcherID: ABB-8963-2021; ORCID: 0000-0002-5319-6823; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Загуменнова Марина Викторовна, начальник сектора отдела пожарной статистики ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Россия, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12; РИНЦ ID: 749141; ORCID: 0000-0002-7867-8175; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Information about the authors

Alexander G. Firsov, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher of the Department of Fire Statistics, Federal State Institution VNIIPPO of the Ministry of Emergency Situations of Russia, mkr. VNIIPPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russian Federation; ID RISC: 462043; ORCID: 0000-0003-3272-1972; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Vitaly I. Sibirko, Head of the Sector of the Fire Statistics Department of the Federal State Budgetary Institution VNIIPPO of the Ministry of Emergency Situations of Russia, mkr. VNIIPPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russian Federation; ID RISC: 761310; ResearcherID: ABB-8963-2021; ORCID: 0000-0002-5319-6823; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Marina V. Zagumennova, Head of the Sector of the Fire Statistics Department of the Federal State Budgetary Institution VNIIPPO of the Ministry of Emergency Situations of Russia, mkr. VNIIPPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russian Federation; ID RISC: 749141; ORCID: 0000-0002-7867-8175; e-mail: otdel-16@vniipo.ru