

УДК 614.842.47

doi: 10.37657/vniipo.avpb.2023.64.62.001

ПРОТОЧНЫЕ ДЫМОВЫЕ ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ

Владимир Леонидович Здор, Иван Владимирович Рыбаков, Кирилл Александрович Попонин, Наталья Викторовна Семененко

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье рассматриваются проточные дымовые пожарные извещатели, предназначенные для обнаружения дыма в воздуховодах системы вытяжной вентиляции, в частности особенности конструктивного исполнения проточных дымовых пожарных извещателей, номенклатуры технических требований, предъявляемых к этим извещателям, и отличия методов испытаний проточных дымовых пожарных извещателей от методов испытаний традиционных точечных дымовых пожарных извещателей. Определена область применения проточных дымовых пожарных извещателей, представлены их основные достоинства и недостатки. Сформулированы причины недостаточно широкого применения проточных дымовых пожарных извещателей в Российской Федерации. Затронуты вопросы нормирования технических требований, методов испытаний, норм и правил проектирования систем пожарной сигнализации с использованием проточных дымовых пожарных извещателей. Проведен сравнительный анализ технических решений по построению стенда для проведения огневых испытаний проточных дымовых пожарных извещателей, представленных в международном и Европейском стандартах. Дана информация о разработке в России межгосударственного стандарта ГОСТ «Извещатели пожарные дымовые проточные. Общие технические требования. Методы испытаний».

Ключевые слова: извещатель пожарный дымовой проточный, воздуховод системы вытяжной вентиляции, порог срабатывания пожарного извещателя, огневые испытания пожарных извещателей, система пожарной сигнализации

Для цитирования: Здор В.Л., Рыбаков И.В., Попонин К.А., Семененко Н.В. Проточные дымовые пожарные извещатели. Особенности построения // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2023. № 1 (15). С. 6–14. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.64.62.001>.

DUCT SMOKE DETECTORS. DESIGN FEATURES

Vladimir L. Zdor, Ivan V. Rybakov, Kirill A. Poponin, Natalya V. Semenenko
All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article considers the duct smoke detectors designed to detect smoke in the ducts of exhaust ventilation system. The article discusses the design features of duct smoke detectors, the range of technical requirements for these detectors and the differences between the test methods for duct smoke detectors and the test methods for conventional point smoke fire detectors. The area of application of duct smoke detectors is determined. There are presented their main advantages and

disadvantages. The reasons for the insufficiently wide use of duct smoke detectors in the Russian Federation are formulated. The issues of standardization of technical requirements, test methods, regulations and rules for the design of fire alarm systems using duct smoke detectors are touched upon. The article conducts a comparative analysis of technical solutions for the construction of a stand for fire testing of duct smoke detectors, presented in international and European standards. There is provided information on the development of the interstate standard GOST «Duct smoke detectors. General technical requirements. Test methods» in Russia.

Keywords: duct smoke detector, air duct of the exhaust ventilation system, fire detector triggering threshold, fire tests of fire detectors, fire alarm system

For citation: Zdor V.L., Rybakov I.V., Poponin K.A., Semenenko N.V. Duct smoke detectors. Design features. Aktual'nye Voprosy Pozharnoi Bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2023, no. 1, pp. 6-14. (In Russ.). <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.64.62.001>.

Одним из наиболее применяемых и эффективных средств обнаружения возгорания на объектах различного назначения являются дымовые пожарные извещатели, что связано в первую очередь с тем, что большинство материалов и веществ горит с выделением дыма.

Дымовой пожарный извещатель – это автоматический пожарный извещатель, реагирующий на частицы твердых или жидких продуктов горения и/или пиролиза, взвешенные в атмосфере (аэрозоли). По принципу обнаружения дыма дымовые извещатели подразделяют на оптико-электронные и ионизационные. Оптико-электронные извещатели производят контроль оптической плотности среды, в то время как ионизационные контролируют наличие в воздушной среде мелких твердых или жидких частиц (аэрозолей).

Поступление продуктов горения, обнаруживаемых дымовыми пожарными извещателями, в их чувствительную зону в общем случае осуществляется конвективной струей, создаваемой источником пожара, т. е. частицы дыма поднимаются вверх нагретым воздухом. Достигнув перекрытия (потолка), задымленный нагретый воздух начинает распространяться в припотолочной области в горизонтальной плоскости. В связи с этим в большинстве случаев дымовые пожарные извещатели монтируют на потолке защищаемого помещения.

При перекрытиях высотой свыше 12 м энергии нагретого воздуха может оказаться недостаточно для достижения конвективной струей перекрытия. В этом случае имеет место эффект стратификации (зависания) дыма в пространстве помещения. Критическая высота помещения, после которой может наблюдаться эффект стратификации, зависит от энергии, генерируемой очагом пожара, т. е. от типа и количества горючей нагрузки.

В действующем своде правил, регламентирующем правила проектирования систем пожарной сигнализации СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» (далее – СП 484.1311500.2020) приведены значения радиусов зоны контроля точечного дымового пожарного извещателя в зависимости от высоты защищаемого помещения, при этом максимальная высота помещения ограничивается значением 12 м.

Рассмотренные выше параметры распространения задымленного воздуха могут быть применены только к помещениям, в которых отсутствуют естественные или принудительные воздушные потоки. К естественным воздушным потокам могут быть отнесены обычные сквозняки. Направление и скорость их движе-

ния непредсказуемы и их влияние на эффективность обнаружения возгорания пожарными извещателями носит вероятностный характер.

Принудительные воздушные потоки возникают при работе систем вентиляции, как приточной, так и вытяжной. Воздействие приточной вентиляции характеризуется перемешиванием воздушных масс в помещении, а значит дым, образуемый очагом пожара, не покидает помещения и рано или поздно будет обнаружен дымовыми пожарными извещателями, закрепленными на потолке.

При работе вытяжной вентиляции имеет место принудительное удаление задымленного воздуха из объема помещения, что с некоторой степенью вероятности не позволит дымовым пожарным извещателям обнаружить дым.

Положениями СП 484.1311500.2020 регламентируется установка точечных дымовых пожарных извещателей на расстоянии не менее 1 м от вентиляционных отверстий при условии, что скорость воздушного потока, создаваемого системой вентиляции в месте установки извещателя, не превысит 1 м/с. Для приточной вентиляции выполнение данного требования оправдано, а для вытяжной вентиляции такое проектное решение может быть подвергнуто сомнению. Действительно, задымленный воздух будет всасываться вентиляционным отверстием и удаляться из помещения по воздуховодам. Каким же образом с максимальной эффективностью обнаружить возникновение пожара в помещении, оснащенном вытяжной вентиляцией?

Как показала практика, одним из эффективных методов обнаружения дыма в таких помещениях является контроль задымленности воздушных масс не в пространстве помещения, а непосредственно в воздуховодах системы вытяжной вентиляции. Извещатели, монтируемые в воздуховодах систем вентиляции, получили название проточные.

К сожалению, во многих публикациях имеет место определенного рода путаница в применении термина «проточный». В частности, ряд авторов научных публикаций относят к проточным извещателям аспирационные извещатели, имеющие собственные средства доставки воздуха к анализаторам воздушной среды. По терминологии, применяемой в нормативных документах по пожарной безопасности, аспирационные извещатели не относятся к проточным, а являются отдельным видом извещателей, применение которых не зависит от наличия или отсутствия в помещении вытяжной вентиляции.

Проточные извещатели строятся, как правило, на основе обычных точечных дымовых пожарных извещателей, помещаемых в некоторый корпус, монтируемый снаружи или внутри (реже) воздуховода, снабженный входной и выходной трубкой.

Учитывая наличие вектора скорости в воздуховоде системы вентиляции, давление воздуха по пути следования воздушного потока снижается (рис. 1).

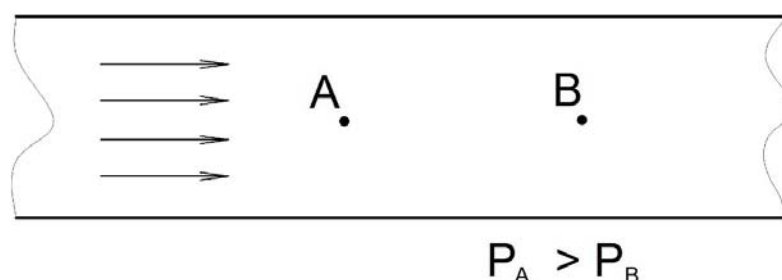


Рис. 1. Фрагмент воздуховода

Распределение давления воздуха в воздуховоде позволяет применить метод отбора проб воздуха посредством входной и выходной трубок, смонтированных в воздуховоде на удалении друг от друга по направлению движения воздушного потока. Эти трубки выполняют функцию поставщика проб воздуха из воздуховода и их доставку к установленному в закрытом корпусе точечному дымовому пожарному извещателю. Совокупность корпуса с установленным в нем дымовым извещателем и входной и выходной трубок составляют традиционную конструкцию проточного дымового пожарного извещателя (ИПДП) (рис. 2).

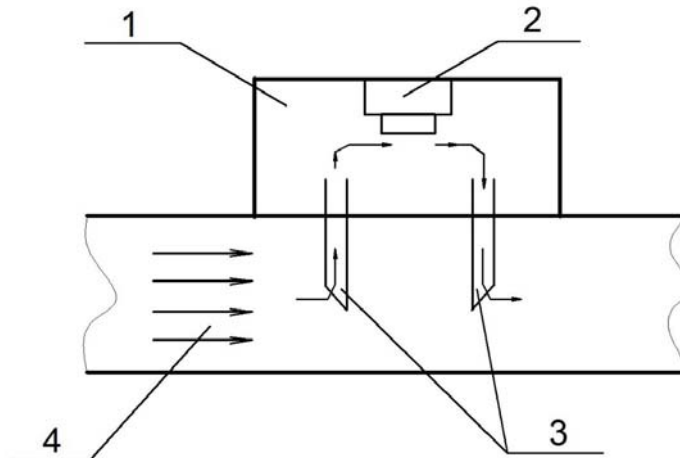


Рис. 2. Монтаж ИПДП:

1 – извещатель пожарный дымовой проточный;

2 – точечный дымовой пожарный извещатель;

3 – входная и выходная трубки; 4 – направление воздушного потока

Чувствительность проточного дымового извещателя к дыму, характеризующая его порогом срабатывания, зависит от нескольких факторов, основными из которых являются: порог срабатывания примененного точечного дымового извещателя, расстояние между входной и выходной трубками, скорость воздушного потока в воздуховоде, аэродинамические характеристики конструкции и степень герметичности корпуса проточного извещателя (при его расположении вне воздуховода).

Пример конструкции проточного пожарного извещателя приведен на рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид проточного пожарного извещателя

Основным отличием функционирования проточного извещателя является процесс доставки продуктов горения (частиц дыма, аэрозолей) к чувствительному элементу извещателя. Если у традиционных точечных дымовых пожарных извещателей поступление дыма в камеру извещателя осуществляется за счет движения воздушных масс, несущих частицы дыма (аэрозоли), создаваемого конвективным потоком от очага возгорания, то в случае ИПДП воздушный поток образуется за счет функционирования системы вентиляции. При этом скорость воздушного потока в первом случае, как правило, не превышает 1,0 м/с. В системах вентиляции скорость воздушного потока может достигать до 20 м/с. Данный показатель касается скорости воздушного потока внутри воздуховода, но не вблизи чувствительного элемента точечного дымового извещателя, примененного в составе проточного извещателя. Скорость воздушного потока внутри корпуса проточного извещателя будет зависеть от скорости воздушного потока в воздуховоде и аэродинамических свойств конструкции проточного извещателя.

Процесс поступления продуктов горения в чувствительную зону точечного дымового извещателя проще реализуется в извещателях, монтируемых внутри воздуховода. В этом случае специальные входная и выходная трубки, как правило, не требуются. К основным недостаткам проточных извещателей, монтируемых внутри воздуховода, следует отнести:

- необходимость присоединения к извещателю выносного устройства индикации режима его работы в связи с отсутствием визуальной доступности самого извещателя;

- сложности в проведении работ по техническому обслуживанию, планово-предупредительному ремонту и замене извещателя, требующие возможности организации доступа к проточному извещателю, реализуемого, например, посредством применения съемного фрагмента стенки воздуховода.

Проточные извещатели, монтируемые снаружи воздуховода с наличием входной и выходной трубок, помещаемых в воздуховод системы вентиляции, лишены данных недостатков, однако для их эффективного функционирования необходимо учесть определенные требования к аэродинамическим характеристикам конструкции.

Опыт применения проточных дымовых извещателей в Российской Федерации весьма ограничен. Одной из причин такого ограничения является отсутствие нормативных требований к техническим характеристикам проточных извещателей, а также норм и правил проектирования систем пожарной сигнализации с их применением. Следует также отметить практически полное отсутствие упоминания проточных дымовых пожарных извещателей в научно-технической литературе (статьях, учебниках и т. п.), издаваемых в Российской Федерации. Для решения данной проблемы в ФГБУ ВНИИПО МЧС России в 2021–2022 годах был разработан проект межгосударственного стандарта ГОСТ «Извещатели пожарные дымовые проточные. Общие технические требования. Методы испытаний», направленного в поддержку требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения».

В настоящее время в России общие технические требования и методы испытаний пожарных извещателей установлены в национальном стандарте ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний» с изменениями № 1,

2 и 3. В рамках межгосударственной стандартизации требования и методы испытаний пожарных извещателей сформулированы в межгосударственном стандарте ГОСТ 34698-2020 «Извещатели пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний». Стандарт вводится на территории Российской Федерации с 1 июля 2023 г. (приказ Росстандарта от 29 июня 2021 г. № 598-ст) с правом досрочного применения.

Указанные межгосударственный и национальный стандарты формулируют требования к традиционным пожарным извещателям, устанавливаемым в помещениях или на открытых площадках. Положения ГОСТ Р 53325-2012 и ГОСТ 34698-2020, с одной стороны, не в полной мере могут быть применимы к проточным извещателям, а с другой стороны, не содержат в достаточном количестве необходимую номенклатуру требований к проточным извещателям, подлежащих нормированию.

В связи с отсутствием в странах Евразийского экономического союза национальных стандартов, определяющих требования к проточным извещателям, при разработке проекта межгосударственного стандарта ГОСТ «Извещатели пожарные дымовые проточные. Общие технические требования. Методы испытаний» за основу были взяты положения международного стандарта ISO 7240-22 Fire detection and alarm systems – Part 22: Smoke detection equipment for ducts (Системы обнаружения пожара и сигнализации. Часть 22: Оборудование для обнаружения дыма для воздуховодов) и Европейского стандарта EN 54-22 Fire detection and fire alarms systems – Part 27: Duct smoke detectors (Системы обнаружения пожара и пожарной сигнализации – Часть 27: Дымовые извещатели для воздуховодов).

В разработанном стандарте сформулированы особые требования к прочным извещателям и специальные методы испытаний. Не вдаваясь в изменения требований и методов испытаний, схожих с испытаниями точечных дымовых пожарных извещателей, следует выделить два обособленных требования и вида испытаний, присущих только проточным дымовым пожарным извещателям.

Первое из этих требований с соответствующим методом испытаний относится к проверке степени герметичности корпуса проточного извещателя. Испытание заключается в нагнетании избыточного давления в корпус извещателя и оценке утечки давления за определенный промежуток времени.

Вторым и наиболее важным методом испытаний, значительно отличающимся от метода испытаний традиционных извещателей, является метод проведения огневых испытаний.

Огневые испытания традиционных извещателей проводят в специальном помещении для проведения огневых испытаний с нормированными геометрическими параметрами. Извещатели устанавливают на потолок помещения, а тестовый очаг пожара располагают на полу. Данный метод испытания для проточных извещателей неприменим.

Анализ международного стандарта ISO 7240-22 и Европейского стандарта EN 54-22 показал, что приведенные в них методы испытаний проточных извещателей значительно отличаются друг от друга.

В международном стандарте ISO 7240-22 применено следующее техническое решение по построению испытательного стенда для проведения огневых испытаний проточных извещателей (рис. 4).

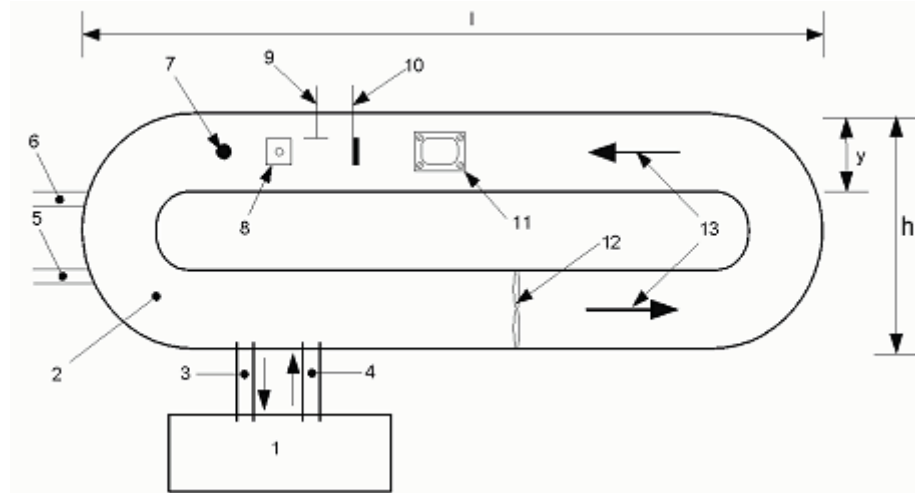


Рис. 4. Испытательный стенд по ISO 7240-22:

- 1 – помещение для проведения огневых испытаний; 2 – испытательный туннель; 3 – возвратный воздуховод; 4 – вытяжной воздуховод; 5 – трубка для забора чистого воздуха; 6 – трубка для удаления задымленного воздуха; 7 – измеритель оптической плотности; 8 – измеритель концентрации аэрозоля; 9 – датчик температуры; 10 – датчик анемометра; 11 – тестируемый проточный извещатель; 12 – вентилятор; 13 – воздушный поток; $l - 10 \text{ м}; h - 2 \text{ м}; y - 0,3 \text{ м}$

Испытательный стенд состоит из комбинации традиционного испытательного туннеля, применяемого для испытаний точечных дымовых пожарных извещателей, и помещения для проведения огневых испытаний, связанных друг с другом возвратным и вытяжным воздуховодами. Отличие испытательного туннеля от применяемого для испытаний точечных дымовых пожарных извещателей заключается в возможности создания в туннеле скорости воздушного потока до 20 м/с.

Данное техническое решение косвенно имитирует работу проточного дымового пожарного извещателя в условиях его монтирования в воздуховод.

Техническое решение по построению испытательного стенда для проведения огневых испытаний проточных извещателей, приведенное в Европейском стандарте EN 54-22, представляется более корректным, как создающее условия, максимально приближенные к условиям работы проточных извещателей на объекте защиты (рис. 5).

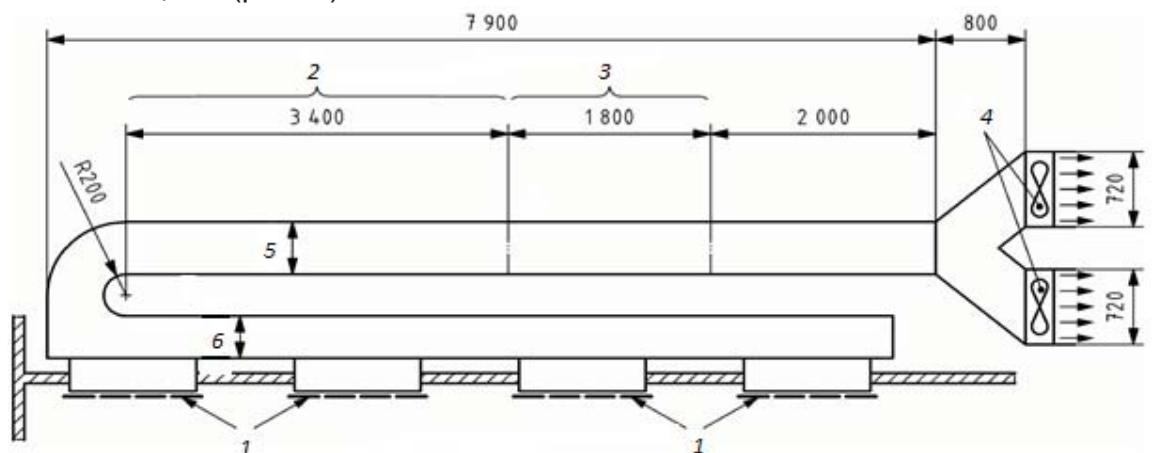


Рис. 5. Фрагмент воздуховода:

- 1 – заслонки между помещением для проведения огневых испытаний и фрагментом воздуховода; 2 – зона стабилизации воздушного потока; 3 – рабочий объем; 4 – вентиляторы (от 1 до n); 5 – квадратное сечение (500 мм × 500 мм); 6 – прямоугольное сечение (400 мм × 700 мм)

Фрагмент воздуховода располагается вне помещения для проведения огневых испытаний и связан с этим помещением через вентиляционные отверстия, которые располагаются в верхней части помещения для проведения огневых испытаний как показано на рис. 6.

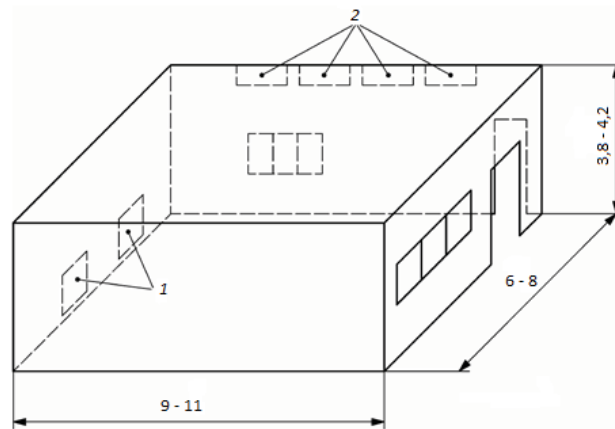


Рис. 6. Расположение вентиляционных отверстий:

1 – вентиляционные отверстия; 2 – заслонки между помещением для проведения огневых испытаний и фрагментом воздуховода

Испытываемый проточный извещатель устанавливается на фрагмент воздуховода, тем самым имитируя работу извещателя в условиях реального объекта. В разработанном проекте межгосударственного стандарта ГОСТ «Извещатели пожарные дымовые проточные. Общие технические требования. Методы испытаний» метод огневых испытаний и требования к оборудованию для их проведения соответствуют положениям Европейского стандарта EN 54-22.

В настоящее время проект межгосударственного стандарта ГОСТ «Извещатели пожарные дымовые проточные. Общие технические требования. Методы испытаний» находится в стадии утверждения и согласования в соответствующих организациях Евразийского экономического союза. Введение в действие стандарта на территории России создаст дополнительный стимул предприятиям – изготовителям технических средств пожарной сигнализации к разработке и производству проточных дымовых пожарных извещателей, однако этого будет недостаточно для широкого внедрения проточных извещателей на объектах защиты страны. Необходимо разработать и утвердить нормы и правила проектирования систем пожарной сигнализации на основе проточных дымовых пожарных извещателей. Данную задачу предполагается решить при плановом внесении изменений и дополнений в свод правил СП 484.1311500.2020.

**Статья поступила в редакцию 20.02.2023;
одобрена после рецензирования 22.02.2023;
принята к публикации 28.02.2023.**

Здор Владимир Леонидович – старший научный сотрудник; **Рыбаков Иван Владимирович** – заместитель начальника отдела; **Попонин Кирилл Александрович** – начальник сектора; **Семененко Наталья Викторовна** – научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Vladimir L. Zdor – Senior Researcher. E-mail: zdor_vl@list.ru; **Ivan V. Rybakov** – Deputy Head of Department; **Kirill A. Poponin** – Chief of Sector; **Natalya V. Semenenko** – Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.