

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Аналитическая статья

УДК 614.841.3; DOI: 10.61260/2304-0130-2025-4-11-17

КРИТЕРИИ ВЫБОРА НАИХУДШИХ СЦЕНАРИЕВ ПОЖАРА ПРИ АНАЛИЗЕ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧАСТИ СОКРАЩЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ

✉ Лобова Софья Федоровна;

Петрова Наталья Вячеславовна.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия;

✉ sophy@mail.ru

Аннотация. Оценено влияние на результаты моделирования температуры окружающей среды, скорости и направления ветра. Рассмотрены условия обеспечения наибольшего теплового воздействия. Отмечено, что вопросы соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности требуют проведения детального и комплексного исследования объекта, в том числе с применением расчетных методов, моделирующих и реконструирующих развитие и распространение пожара в определенных заданных условиях. Констатировано, что при расчете безопасного противопожарного расстояния важной особенностью моделирования является то, что в большинстве случаев необходимо рассмотреть развитую стадию пожара в пределах этажа здания. Кроме этого, при проведении полевого моделирования пожара необходимо корректное задание параметров, влияющих как на процесс распространения тепла между объектами, так и на получаемые результаты.

Ключевые слова: противопожарное расстояние, полевое моделирование, наихудший сценарий пожара, распространение пожара

Для цитирования: Лобова С.Ф., Петрова Н.В. Критерии выбора наихудших сценариев пожара при анализе нарушений требований пожарной безопасности в части сокращения противопожарных расстояний между объектами // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2025. № 4. С. 11–17. DOI: 10.61260/2304-0130-2025-4-11-17.

Введение

Вопросы соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, установление причинно-следственных связей между нарушениями требований пожарной безопасности и последствиями пожара требуют проведения детального и комплексного исследования объекта, в том числе с применением расчётных методов, моделирующих и реконструирующих развитие и распространение пожара в определённых заданных условиях [1–3].

Каждый класс расчётных задач, в которых рассматривается та или иная система противопожарной защиты, содержит определённые требования к алгоритму построения численного эксперимента. При расчёте, например, пожарного риска необходимо рассмотреть линейное или круговое распространение пожара [4]. При реконструкции пожара необходимо воссоздать вещную обстановку и обстоятельства возникновения горения и рассматривать распространение пожара от установленного очага [2, 3].

При рассмотрении противопожарного расстояния, являющегося противопожарной преградой [5], важной особенностью моделирования является то, что необходимо рассмотреть развитую стадию пожара. В настоящее время зачастую требования к расчётному сценарию пожара таковы, что должны быть воспроизведены наихудшие условия. При этом вероятность реализации таких сценариев в реальных условиях может быть крайне мала. Пожар может и не развиться до рассматриваемых в сценарии условий, если произойдёт ранее его обнаружение и/или будут успешными действия пожарных подразделений.

При определении условий наихудшего сценария пожара следует упомянуть смысл нормирования противопожарных расстояний. Так, в [6] указано, что противопожарные расстояния предназначаются для ограничения распространения пожара между зданиями и сооружениями в течение времени, необходимого для введения сил и средств пожаротушения и для обеспечения условий свободного маневрирования пожарных подразделений. Поэтому одним из ключевых вопросов в данном случае является площадь и температура пламени, которые необходимо рассмотреть при расчёте.

В [6] предлагается площадь пламени для зданий I и II степени огнестойкости принимать как удвоенную площадь остекления, так как площадь поверхности пламени, выбивающегося через оконный проём, в 2 раза больше площади этого проёма. При этом площадь остекления принимается в пределах одного этажа между вертикальными противопожарными преградами. Для зданий III степени огнестойкости площадь пламени предлагается принимать как удвоенную площадь остекления плюс площадь проекции на вертикальную плоскость поверхности ската сгораемого покрытия. Для зданий IV и V степеней огнестойкости площадь пламени принимается равной произведению высоты здания (до конька крыши) на длину фасада, равную произведению скорости распространения пламени 1 м/мин на время прибытия пожарных подразделений.

Современный подход к определению площади пламени при определении безопасных противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями отражён в [7].

Так, в соответствии с [7] поверхность пламени аппроксимируется прямоугольником, плоскость которого проходит через поверхность оконных проёмов помещения пожара либо горящих наружных стен. В этом случае для зданий, сооружений I–IV степеней огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности C0 и C1 возможность воздействия теплового излучения от пожара на соседний объект принимается через проёмы в наружных стенах, а при наличии наружной отделки, облицовки стен из материалов группы горючести Г2–Г4 – с учётом горения поверхности наружных стен. Принимается, что пожар охватывает все помещения на этаже. Если части этажа или помещения выделены противопожарными стенами или перегородками (например, межсекционными или межквартирными), допускается принимать, что пожар развивается только в пределах указанных преград. Длина поверхности пламени для зданий, сооружений I–IV степеней огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности C0 и C1 принимается равной сумме горизонтальных размеров окон в помещениях пожара (без учёта простенков между окнами), а высота пламени – равной удвоенной высоте оконных проёмов. При наличии наружной отделки, облицовки стен из материалов группы горючести Г2–Г4, а также для стен с оконными проёмами без междуэтажных поясов или с поясами шириной менее 1,2 м, указанная высота пламени принимается до верха покрытия здания, но не более 10 м.

Для зданий и сооружений IV степени огнестойкости класса C2–C3 и V степени огнестойкости в качестве расчётного сценария пожара, независимо от фактической горючести материалов, должен приниматься охват пламенем всех наружных сторон и кровли. Длина пламени принимается равной длине стены здания, обращённой к соседнему объекту, а высота – высоте здания до верха покрытия или конька крыши, но не более 10 м.

Таким образом, требования норм по определению площади поверхности пламени при определении безопасных противопожарных расстояний между объектами защиты ужесточились. Так, в [7] уже отсутствует привязка площади пламени ко времени прибытия пожарных подразделений, что логично, так как опыт исследований пожаров, проведённых, в

частности, в Исследовательском центре экспертизы пожаров (ИЦЭП) [8–10], показывает, что зачастую в силу различных причин, как то: человеческий фактор или неработоспособность системы пожарной сигнализации, имеет место позднее время обнаружения пожара, и, как следствие, непрогнозируемая стадия пожара в момент прибытия подразделений пожарной охраны.

В настоящее время метод расчётного обоснования безопасного противопожарного расстояния основывается на определении величины падающего теплового потока излучения от пламени пожара в здании, сооружении, кпад, на горючие материалы наружных конструкций соседнего объекта и на материалы, находящиеся за остеклением и проёмами [7].

Полученное значение теплового потока сравнивается с критическими значениями потока, необходимыми для воспламенения указанных материалов.

Если для всех рассматриваемых объектов во всех сценариях пожара соблюдается условие, когда значение падающего теплового потока не превышает критические значения, то противопожарное расстояние между объектами можно считать допустимым и обоснованным, то есть отсутствует угроза распространения горения между объектами посредством теплового излучения от пламени пожара.

Существуют и другие источники теплового воздействия, обуславливающие распространение пожара между зданиями, сооружениями, расположенными на расстоянии друг относительно друга. Например, передача тепла искрами, горящими частицами, переносимыми в факеле пожара. Данные способы передачи тепла в обязательном порядке должны быть рассмотрены в ходе реконструкции реального пожара [3].

При прогнозировании же распространения пожара данное исследование избыточное, так как при определённых условиях практически в каждом случае искры могут создавать угрозу распространения пожара, в том числе на расстояниях, значительно превышающих нормативные [6].

Аналитическая часть

При проведении компьютерного моделирования сценария пожара необходимо корректное задание параметров, влияющих как на процесс распространения тепла между объектами, так и на получаемые результаты. При этом необходимо определиться с критериями наихудших сценариев пожара. Такими критериями в большинстве случаев являются: максимальное возможное суммарное тепловое воздействие от пламени пожара на облучаемый объект и наихудшие климатические условия, влияющие на передачу тепла между объектами.

Наименьшее расстояние от пламени до облучаемого объекта ещё не гарантирует наибольшее тепловое воздействие на облучаемый объект. На рис. 1 приведён пример, как рассмотрение наклона факела в сторону облучаемого объекта без учёта расположения горючих материалов на наружных конструкциях здания не позволило в итоге воссоздать наихудшие условия в сценарии пожара: горючие материалы в месте расположения оконных проёмов находились вне области теплового воздействия от пламени пожара.

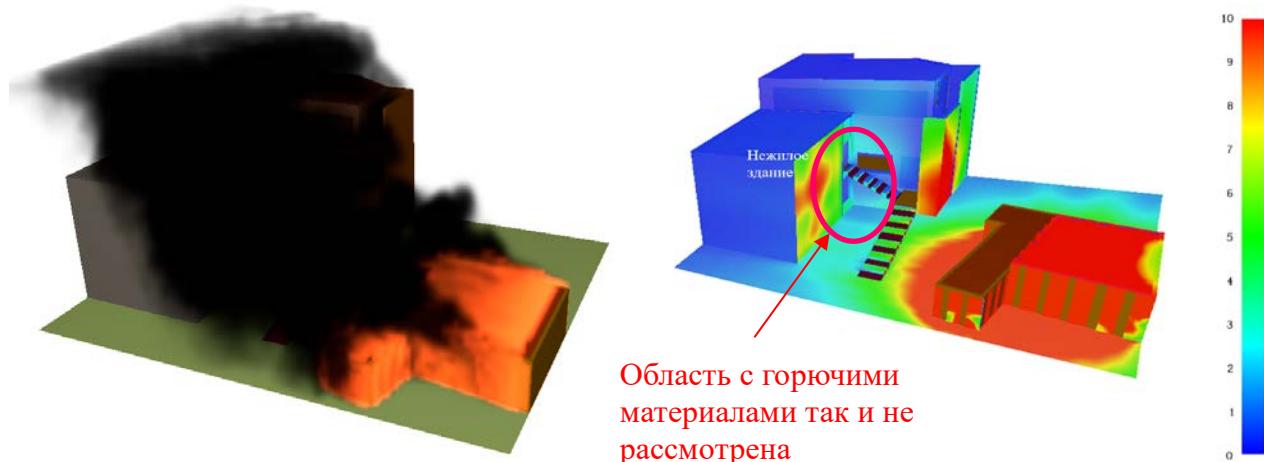


Рис. 1. Наклон факела в сторону облучаемого объекта без учета расположения горючих материалов

В другом случае воздействие более близко расположенного пламени к облучаемому объекту, но меньшей площади было равнозначно более отдаленному расположению пламени от облучаемого объекта, но большей площади (рис. 2).

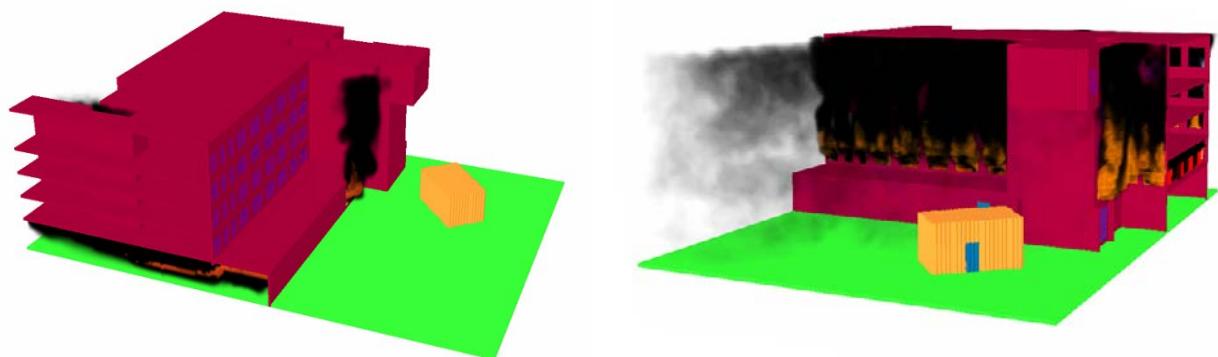


Рис. 2. Совместное влияние площади пламени и расстояния от пламени до облучаемого объекта на максимальное тепловое воздействие

Таким образом, при проведении расчёта необходимо рассмотреть сценарии как с отсутствием ветра, так и при его наличии. Направление ветра определяется расположением облучаемого объекта и горючих материалов на его наружных конструкциях. Для полноценного учёта влияния ветра на форму и длину факела необходимо рассмотреть несколько значений силы ветра и выбрать наибольшее его влияние, при котором наклон факела и уровень теплового воздействия на соседний объект будут максимальны.

По данным [6] скорость ветра оказывает существенное влияние на относительную длину пламени в пределах его значений от 0 до 3,85 м/с. При дальнейшем увеличении скорости ветра длина пламени остаётся постоянной. Отклонение пламени от вертикальной оси при штиле составляет 0–15° и достигает 60–70° при скорости ветра 4,8 м/с.

На рис. 3 и 4 показаны результаты расчётов в отсутствие и при наличии ветра. Разница полученных результатов составляет 4 кВт/м² или 25 %.

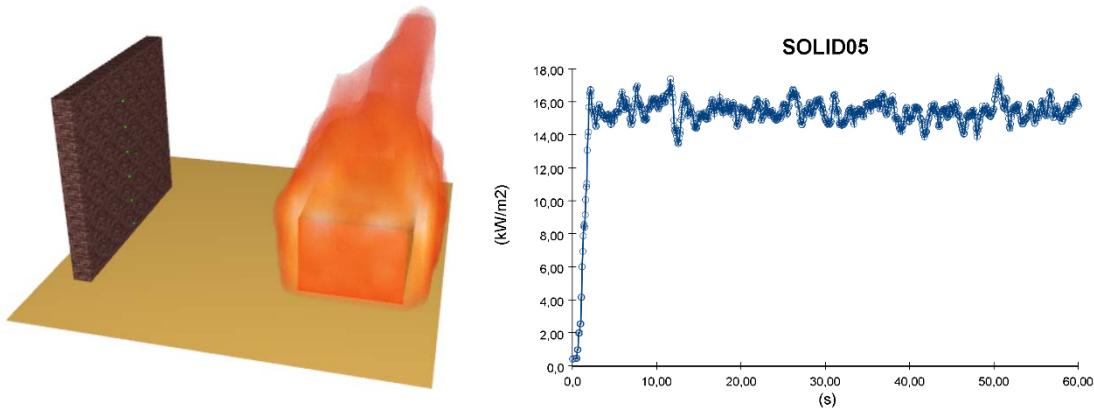


Рис. 3. Результаты моделирования при скорости ветра 0 м/с

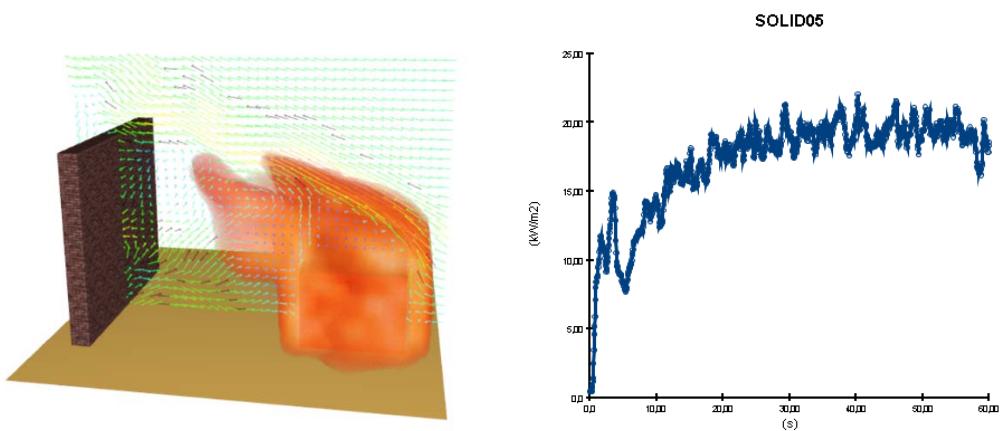


Рис. 4. Результаты моделирования при скорости ветра 5 м/с

Кроме этого, важна не только скорость ветра, но и температура окружающей среды. На рис. 5 приведены результаты расчета при температуре окружающей среды равной 0 °C и 37 °C. Разница в итоговых значениях тепловых поток составила 2 кВт/м². Что весьма существенно в случае получения расчетных значений тепловых потоков, близких к критическим значениям.

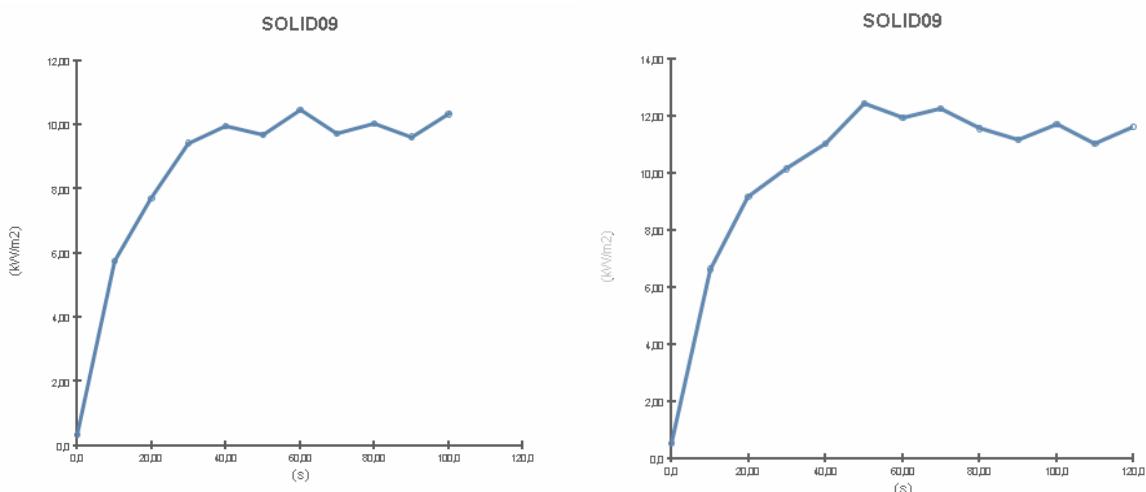


Рис. 5. Результаты расчета теплового потока при различной температуре окружающей среды: а) температура среды 0 °C, б) температура среды 37 °C

Выводы

При расчете безопасного противопожарного расстояния важной особенностью моделирования является то, что в большинстве случаев необходимо рассмотреть развитую стадию пожара в переделах этажа здания.

Кроме этого, при проведении полевого моделирования пожара необходимо корректное задание параметров, влияющих как на процесс распространения тепла между объектами, так и на получаемые результаты. Данные параметры определяются критериями наихудших сценариев пожара. Такими критериями являются: максимальное возможное суммарное тепловое воздействие от пламени пожара на облучаемый объект и наихудшие климатические условия, влияющие на передачу тепла между объектами.

Список источников

1. Судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза / С.П. Воронов [и др.] СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. 92 с.
2. Применение полевого моделирования динамики пожара для оценки эффективности систем противопожарной защиты: учеб. пособие / Лобова С.Ф. [и др.]. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. 100 с.
3. Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы. М.: ФГБУ ВНИИПО. 2013. 23 с.
4. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности: приложения к приказу МЧС России от 14 нояб. 2022 г. № 1140. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям: СП 4.13130.2013 (с Изменениями № 1–4). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. 2-е изд., перераб. и доп. М.:Стройиздат, 1985. 590 с.
8. МЧС России: Судебно-экспертные учреждения федеральной противопожарной службы. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/sudebno-ekspertnye-uchrezhdeniya-federalnoy-protivopozharnoy-sluzhby> (дата обращения: 01.11.2025).
9. Исследовательский центр экспертизы пожаров Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: Перечень специализаций. URL: <https://fire-expert.spb.ru/node/27> (дата обращения: 01.11.2025).
10. Исследовательский центр экспертизы пожаров Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: Стандарты квалификации. URL: <https://fire-expert.spb.ru/node/63> (дата обращения: 01.11.2025).

References

1. Sudebnaya normativnaya pozharno-tehnicheskaya ekspertiza / S.P. Voronov [i dr.] SPb.: Sankt-Peterburgskij universitet GPS MCHS Rossii, 2014. 92 s.
2. Primenenie polevogo modelirovaniya dinamiki pozhara dlya ocenki effektivnosti sistem protivopozharnoj zashchity: ucheb. posobie / Lobova S.F. [i dr.]. SPb.: Sankt-Peterburgskij universitet GPS MCHS Rossii, 2022. 100 s.
3. Metodologiya sudebnoj pozharno-tehnicheskoy ekspertizy: osnovnye principy. M.: FGBU VNIIPPO. 2013. 23 s.
4. Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i pozharnyh otsekah razlichnyh klassov funkcion'noj pozharnoj opasnosti:

prilozheniya k prikazu MCHS Rossii ot 14 noyab. 2022 g. № 1140. Dostup iz sprav.-pravovoij sistemy «Konsul'tantPlyus».

5. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoij sistemy «Konsul'tantPlyus».

6. Sistemy protivopozharnoj zashchity. Ogranichenie rasprostraneniya pozhara na ob"ektah zashchity. Trebovaniya k ob"emno-planirovochnym i konstruktivnym resheniyam: SP 4.13130.2013 (s Izmeneniyami № 1–4). Dostup iz sprav.-pravovoij sistemy «Konsul'tantPlyus».

7. Rojtman M.YA. Protivopozharnoe normirovanie v stroitel'ste. 2-e izd., pererab. i dop. M.:Strojjzdat, 1985. 590 s.

8. MCHS Rossii: Sudebno-ekspertnye uchrezhdeniya federal'noj protivopozharnoj sluzhby. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/sudebno-ekspertnye-uchrezhdeniya-federalnoy-protivopozharnoy-sluzhby> (data obrashcheniya: 01.11.2025).

9. Issledovatel'skij centr ekspertizy pozharov Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MCHS Rossii: Perechen' specializacij. URL: <https://fire-expert.spb.ru/node/27> (data obrashcheniya: 01.11.2025).

10. Issledovatel'skij centr ekspertizy pozharov Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MCHS Rossii: Standarty kvalifikacii. URL: <https://fire-expert.spb.ru/node/63> (data obrashcheniya: 01.11.2025).

Информация о статье: статья поступила в редакцию: 12.12.2025; принятa к публикации: 16.12.2025

Информация об авторах:

Лобова Софья Федоровна, старший научный сотрудник отдела инновационных и информационных технологий в экспертизе пожаров Исследовательского центра экспертизы пожаров Научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: sophyf@mail.ru, SPIN-код: 5123-5511

Петрова Наталья Вячеславовна, заместитель начальника отдела инновационных и информационных технологий в экспертизе пожаров Исследовательского центра экспертизы пожаров Научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: n-youn@mail.ru, SPIN-код: 8460-9235