

КРИМИНАЛИСТИКА И КРИМИНОЛОГИЯ. СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

DOI: 10.17803/1994-1471.2022.140.7.121-135

С. Ю. Карпов*,
С. С. Шишанова**

Особенности применения методов математического моделирования в судебной пожарно-технической экспертизе при исследовании динамики опасных факторов пожара

Аннотация. Статья посвящена проблеме правоприменения методов (методик) математического моделирования в рамках судебных пожарно-технических экспертиз при исследовании динамики опасных факторов пожара. Анализируются нормативные документы в области технического регулирования, содержащие расчетные методы и методики, и их применение в современных условиях при производстве судебных пожарно-технических экспертиз. Рассматриваются вопросы допустимости, степени точности и области применения методик (методов), а также использования вероятностных результатов расчета при производстве судебных экспертиз. Для устранения сомнений и разрешения споров в части использования типовых исходных данных и правильности выбора математических моделей предлагается провести расширенное сравнительное исследование по различным пожарам с учетом анализа достоверных данных, полученных в ходе расследования по делам о пожарах. Обсуждаются вопросы валидации методики определения опасных факторов пожара и расчета вероятности эвакуации людей в рамках судебной пожарно-технической экспертизы.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза; экспертиза; расследование пожаров; моделирование пожара; методика судебной экспертизы; пожарная безопасность; пожар; правоприменение вероятностных подходов в судопроизводстве; достоверность; допустимость; валидация методики.

Для цитирования: Карпов С. Ю., Шишанова С. С. Особенности применения методов математического моделирования в судебной пожарно-технической экспертизе при исследовании динамики опасных фак-

© Карпов С. Ю., Шишанова С. С., 2022

* Карпов Сергей Юрьевич, старший научный сотрудник ОКП НИОКР ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ «Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны» мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, Россия, 143954
kafedrandagps@mail.ru

** Шишанова Светлана Сергеевна, начальник нормативно-технического отделения Управления надзорной деятельности и профилактической работы ГУ МЧС России по Сахалинской области
ул. Ленина, д. 129, г. Южно-Сахалинск, Россия, 693000
svetik__112@mail.ru

торов пожара // Актуальные проблемы российского права. — 2022. — Т. 17. — № 7. — С. 121–135. — DOI: 10.17803/1994-1471.2022.140.7.121-135.

Peculiarities of Application of Mathematical Modeling Methods in Forensic Fire and Technical Expertise in the Study of the Dynamics of Fire Hazards

Sergey Yu. Karpov, Senior Researcher, OKP R&D, FGBU VNIPO EMERCOM of Russia «All-Russian Research Institute for Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»
mkr. VNIPO, d. 12, Balashikha, Moscow Region, Russia, 143954
kafedrandagps@mail.ru

Svetlana S. Shishanova, Head of the Division of the Regulatory and Technical Directorate for Supervisory Activities and Preventive Work, Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Sakhalin Region
ul. Lenina, 1d. 29, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 693000
svetik__112@mail.ru

Abstract. The paper deals with the issues of law enforcement of methods (techniques) of mathematical modeling within the framework of forensic fire technical examinations in the study of the dynamics of fire hazards. The normative documents in the field of technical regulation, containing calculation methods and techniques, and their application in modern conditions in the framework of the production of forensic fire technical examinations are analyzed. The issue of admissibility, degree of accuracy and the scope of techniques (methods), as well as the use of probabilistic calculation results in the production of forensic examinations is considered. To eliminate doubts and controversial issues regarding the use of typical initial data and the correct choice of mathematical models, it is proposed to conduct an extended comparative study on various fires, taking into account the analysis of reliable data obtained during the investigation of fire cases. The paper discusses the issues of validation of the methodology for determining the dangerous factors of a fire and calculating the probability of evacuation of people within the framework of a forensic fire-technical examination.

Keywords: fire technical expertise; expertise; fire investigation; fire simulation; forensic examination methodology; fire safety; fire; law enforcement of probabilistic approaches in legal proceedings; authenticity; admissibility; method validation.

Cite as: Karpov SYu, Shishanova SS. Osobennosti primeneniya metodov matematicheskogo modelirovaniya v sudebnoy pozharo-tekhnicheskoy ekspertize pri issledovanii dinamiki opasnykh faktorov pozhara [Peculiarities of Application of Mathematical Modeling Methods in Forensic Fire and Technical Expertise in the Study of the Dynamics of Fire Hazards]. *Aktual'nye problemy rossijskogo prava*. 2022;17(7):121-135. DOI: 10.17803/1994-1471.2022.140.7.121-135. (In Russ., abstract in Eng.).

Введение

Все чаще при производстве пожарно-технических экспертиз (далее — ПТЭ) в качестве основного инструмента в исследовании по делам о пожарах применяется математическое моделирование. Это происходит как в ходе определения причинно-следственной связи нарушения

требований пожарной безопасности с наступившими последствиями, так и при исследовании вопросов, связанных с динамикой опасных факторов пожара. Результаты математического моделирования позволяют эксперту получить необходимую информацию о происходящих процессах (представление реальности) и поведении реального объекта во время пожара, с учетом

принятых в совокупности расчетных условий и последовательности их построения. Это приводит к повышению качества заключения эксперта и обоснованности его выводов. Поэтому многие специалисты и ученые уделяют особое внимание принципиальным вопросам, касающимся допустимости и области применения математического моделирования и расчетных методик в рамках производства судебных экспертиз¹.

В применяемых расчетных методиках по определению пожарных рисков, а также определению опасных факторов пожара (далее — ОФП) заложен вероятностный подход, соответственно, полученные при расчете результаты будут носить характер прогноза. При этом во многих случаях результаты расчета воспринимаются как неоспоримые доказательства, а на их основе делаются выводы в категоричной форме. В отсутствие достоверных данных об обстоятельствах пожара такой подход может привести к искажению информации и ошибочным выводам. К тому же стоит отметить, что часто при моделировании опускают многие важные детали, которые с учетом реальных условий (обстановки) могут влиять на развитие пожара во времени и пространстве. В то же время в условиях неопределенности или при отсутствии достаточной информации о пожаре (как правило, в отсутствие признаков и следов места возникновения горения), показаний очевидцев, других данных результаты моделирования пожара могут дать дополнительную информацию для выдвижения и отработки различных версий при заданных условиях и являться единственным инструментом исследования. Это позволяет экспертам спрогнозировать возможные ситуации на пожаре (условия, обстоятельства, развитие пожара и т.д.). При выполнении любой судебной экспертизы перед экспертом стоит вопрос о выборе способа и метода исследования, а также допустимости использования выбранной (применяемой) методики. Применение суще-

ствующих методик по определению расчетных величин пожарного риска в сфере судебных экспертиз, в том числе детерминированным подходом, имеет в среде ученых и специалистов как сторонников, так и противников. В данной статье предпринята попытка разобраться в этой проблеме как с правовой позиции, так и с технической точки зрения.

Исследование

Судебная пожарно-техническая экспертиза назначается в рамках судопроизводства, когда необходимо применить специальные знания в науке, технике, искусстве или ремесле, то есть когда они не являются общеизвестными или доступными, а приобретаются экспертом в процессе специального обучения или практической работы. В исследованиях эксперт опирается на свои специальные знания, которые объективно могут характеризовать область научных и практических знаний исходя из существующих норм, методик или иной информации, содержащейся в легитимных документах. При этом формулирование экспертом выводов по поставленным вопросам происходит по его внутренней убежденности в истинности, которая может являться субъективной. Это говорит о том, что проведение судебной ПТЭ в широком смысле не связано с установлением новых взаимосвязей между явлениями и объектами реальности, обнаруживающихся в процессах изменения и развития пожара, которые можно отнести к области новых знаний в науке. Поэтому значительную роль при организации и производстве судебных экспертиз играет методическая работа и внедрение качественных и надежных экспертных методик (методов). В рамках судебной ПТЭ круг задач может быть разнообразным, но при этом поставленные перед экспертом вопросы должны находиться в пределах предмета назна-

¹ Зернов С. И. Расчетные оценки при решении задач пожарно-технической экспертизы : учеб. пособие. М. : ЭКЦ МВД России, 1992 ; Таубкин И. С. О повышении качества судебных пожарно-технических экспертиз // Теория и практика судебной экспертизы. 2019. Т. 14. № 4. С. 98–116 ; Novozhilov V. Mathematical Modelling in Fire Science: Current Role and Perspective : Workshop Report / Workshop Coordinator Department of Mechanical and Aeronautical Engineering, The University of Sydney, NSW 2006. Australia.

чаемой судебной экспертизы. Это означает, что в классическом виде круг задач судебной ПТЭ в большинстве случаев диагностический и связан с анализом закономерностей и механизмов возникновения и развития пожара в реальных условиях на предмет вещной обстановки, с исследованием способствующих этому обстоятельству и наступивших последствий. Основные задачи ПТЭ могут включать в себя:

- определение очага, распространения, продолжительности и температуры пожара;
- установление технической причины пожара, загорания;
- определение температуры и следов нагрева предметов, материалов, веществ;
- обнаружение признаков аварийных пожароопасных режимов работы оборудования;
- выявление следов веществ и выяснение пожарно-технических характеристик веществ, материалов, смесей;
- выявление нарушений правил технического устройства, технической эксплуатации и пожарной безопасности, а также связи выявленных нарушений с возникновением и развитием пожара.

Таким образом, можно сказать, что основной круг вопросов судебной ПТЭ лежит в области задач **диагностического** и **идентификационного** характера, решаемых при исследовании². Под идентификационными понимаются задачи, направленные на выявление тождества веществ, изделий, групповой принадлежности, а также установление целого исходного изделия (вещества) по его частям, например вида и модели по частям различных приборов и аппаратов, которые могут иметь связь с обстоятельствами возникновения пожара.

В последнее время круг задач ПТЭ расширяется, всё чаще в ходе экспертиз при определении причинно-следственной связи нарушения требований пожарной безопасности с наступившими последствиями применяется математическое моделирование. В рамках ПТЭ рассматриваются и вопросы, относящиеся к тактике тушения пожара, соответствию объекта требованиям пожарной безопасности и т.п. Это говорит о том, что перед экспертом нередко ставятся задачи, касающиеся выполнения экспертиз несуществующих видов (в классической классификации) и не имеющих достаточно четкой научной основы. В научных кругах вопросы, связанные с изменениями (дополнениями) задач и предмета ПТЭ, носят дискуссионный характер, но при этом классический подход при назначении и производстве рассматривается как основной³. Так, например, согласно методологии судебной ПТЭ⁴, предметом ПТЭ являются обстоятельства, характеризующие и определяющие процесс возникновения, развития пожара, а также наступления его последствий.

Применение математического моделирования в рамках ПТЭ традиционно используется в первую очередь для изучения процессов развития пожара во времени и пространстве, где исходные данные, как правило, известны. Например, при решении простых задач, таких как расчет теплового излучения, конвективного прогрева помещения и т.п. В более сложных задачах и при отсутствии достоверных исходных данных применяются иные подходы и методики, например содержащиеся в ГОСТ 12.1.004, ГОСТ Р 12.3.047. Применение математического моделирования при исследовании

² *Зернов С. И.* Задачи пожарно-технической экспертизы и методы их решения : учеб. пособие. М. : ЭКЦ МВД России, 2001 ; *Чешко И. Д.* Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) / под науч. ред. канд. юрид. наук Н. А. Андреева. 2-е изд., стер. СПб. : СПБИБП МВД России, 1997 ; *Drysdale D.* An introduction to fire dynamics. 3rd ed. Hoboken, N. J. : Wiley, 2011. P. 1–551.

³ *Хасанов И. Р., Лобова С. Ф., Петрова Н. В., Теплякова Т. Д.* Моделирование динамики пожара при производстве судебных нормативных пожарно-технических экспертиз // Пожарная безопасность. 2020. № 2 (99). С. 47–54 ; *Шеков А. А., Кузнецов К. Л., Зырянов В. С.* О видах пожарно-технической экспертизы // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2017. № 1 (80). С. 65–71.

⁴ Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы. М. : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013.

пожаров или нарушении требований пожарной безопасности осуществляется преимущественно через систему дифференциальных уравнений, описывающих определенный процесс. Поэтому в отношении более сложных (глобальных) задач методикой учитывается множество исходных данных, которые в большинстве случаев при расчете принимаются как типовые (здание I–II степени огнестойкости, «мебель + бытовые изделия», «дерево + лакированное покрытие, бумага, древесина» и т.п.)⁵ или носят условный характер (наличие или отсутствие системы противопожарной защиты и т.п.)⁶. Например, при расчете пожарного риска принимается наличие систем противопожарной защиты без учета их типа и технического состояния, не учитывается характер распределения пожарной нагрузки, принимается типовая пожарная нагрузка, что впоследствии делает неопределенным результат расчета. Применение такого рода расчетов и математического моделирования характерно для проектирования, когда почти ничего не известно (кроме конструктивных и объемно-планировочных решений — архитектуры), а пожарная нагрузка применяется условная, или типовая. При этом стоит отметить, что оценка пожарного риска выполняется по людям, без учета повреждения имущества, которое как раз исследуется как основной элемент в классической ПТЭ при рассмотрении процесса возникновения и развития пожара. На практике основной объем работы экспертов, например в судебно-экспертных учреждениях МЧС России, связан с «классическими» пожарами; перед экспертом ставятся вопросы об определении очага пожара и его причины (по статистике⁷, случаи гибели людей или получения травм на пожарах составляют не более 4 % от общего количества пожаров и загораний).

Сложные задачи при производстве экспертиз (где множество исходных данных и большой объем расчетов) решаются путем использования программных продуктов, многие из которых применяются экспертами (даже если зарегистрированы и имеют добровольную сертификацию) без оценки их точности, области применения, требований по исходным данным. Впоследствии это может существенно повлиять на точность результатов и достоверность выводов. В среде экспертов и специалистов часто возникают спорные мнения о применении математического моделирования и существующих методик по расчету пожарного риска и расчету эвакуации людей в рамках судебных ПТЭ, которые порождают, например, такие вопросы:

1. Как быть, если при расчете пожарного риска получается, что риск не превысил нормативных значений, установленных в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»⁸ (далее — Закон № 123-ФЗ), а люди при пожаре погибли? Кто виноват?
2. Как быть, если при расчете эвакуации людей из здания было доказано, что люди эвакуируются в безопасное место до наступления (воздействия) ОФП, а при пожаре люди погибли или получили травмы? Кто виноват?
3. Каким образом по делам о пожарах (в конкретной ПТЭ) применять вероятностные методы, например метод определения вероятности возникновения пожара (взрыва) на пожаровзрывоопасном объекте?

Анализ существующих методик, позволяющих с помощью математического моделирования спрогнозировать динамику распространения опасных факторов пожара, показывает, что на сегодняшний день существует несколь-

⁵ Справочник пожарной нагрузки // URL: <http://vniipo-help.ru/data/uploads/sitis-spn-1-pozharnaya-nagruzka-spravochnik-redakciya-3.pdf> (дата обращения: 10.11.2021).

⁶ Walton W. D., Carpenter D. J., Wood C. B. Zone Computer Fire Models for Enclosures // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. New York, NY: Springer New York, 2016. P. 1024–1033.

⁷ Статистика ВНИИПО МЧС России // URL: <http://vniipo.ru/institut/informatsionnye-sistemy-reestry-bazy-i-banki-danny/federalnyy-bank-dannykh-pozhary> (дата обращения: 10.11.2021).

⁸ СПС «КонсультантПлюс».

ко методик⁹. Это методики, представленные в таких нормативных документах, как приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»¹⁰ (далее — Приказ № 382), приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»¹¹ (далее — Приказ № 404), ГОСТ 12.1.004-91 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»¹², ГОСТ Р 12.3.0047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»¹³.

В первую очередь стоит проанализировать каждый нормативный документ на область его применения, то есть в каких случаях применяются нормативные документы и, соответственно, методики, которые представлены в них. Так, например, положения (методики), изложенные в Приказе № 382, распространяются на здания класса функциональной пожарной опасности в соответствии с определенным в приказе перечнем. Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным зна-

чением пожарного риска, установленным Законом № 123-ФЗ¹⁴. Таким образом, с помощью полученных значений пожарного риска, рассчитанных по методике, реализуется механизм подтверждения (не подтверждения нормативного значения) требований Закона № 123-ФЗ, возможность выбора концепции противопожарной защиты объекта с учетом соответствия (расчета) объекта нормативному пожарному риску. Приказ № 382 был принят в соответствии с Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»¹⁵ (далее — Закон № 184-ФЗ) и постановлением Правительства РФ от 31.03.2009 № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска»¹⁶. Это говорит о том, что положения приказа ориентированы на сферу технического регулирования в соответствии с общими целями и задачами вышеперечисленных федеральных законов.

Рассматривая цели и сферу применения Закона № 123-ФЗ, мы приходим к выводу, что технический регламент принимается в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции),

⁹ Анализ математических моделей развития опасных факторов пожара в системе зданий и сооружений / А. С. Ярош, А. Н. Кроль, В. В. Романова [и др.] // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2019. № 1. С. 50–56.

¹⁰ СПС «КонсультантПлюс».

¹¹ СПС «КонсультантПлюс».

¹² URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953>.

¹³ URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103505>.

¹⁴ Статьями 79, 93 Закона № 123 предусмотрено, что индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение 10^{-6} в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке. Риск гибели людей в результате воздействия ОФП должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Для производственных объектов допускается 10^{-4} при условии принятия мер по обучению персонала действиям при пожаре и мер по социальной защите работников, компенсирующих их работу в условиях повышенного риска, или 10^{-8} — для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, или 10^{-7} .

¹⁵ СПС «КонсультантПлюс».

¹⁶ СПС «КонсультантПлюс».

в том числе к зданиям и сооружениям, производственным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения. Положения Закона № 123-ФЗ обязательны для исполнения при проектировании, разработке технических регламентов и технической документации на объекты защиты с областью ограничения, например объекты специального назначения¹⁷. При анализе сферы применения Закона № 184-ФЗ мы видим, что требования закона регулируют отношения при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, в том числе зданиям и сооружениям, к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в том числе на добровольной основе, а также к оценке соответствия. Кроме этого, закон определяет права и обязанности участников регулируемых отношений. Действие закона не распространяется на социально-экономические, организационные, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные меры в области охраны труда, федеральные государственные образовательные стандарты, положения (стандарты) о бухгалтерском учете и правила (стандарты) аудиторской деятельности, стандарты эмиссии ценных бумаг и проспектов эмиссии ценных бумаг, стандарты оценочной деятельности, стандарты распространения, предоставления или раскрытия информации, минимальные социальные стандарты, стандарты предоставления государственных и муниципальных услуг, профессиональные стандарты, стандарты социальных услуг в сфере социального обслуживания, стандарты медицинской помощи с учетом имеющихся ограничений. Область применения Закона № 184-ФЗ, так же как и Закона № 123-ФЗ, имеет ограничения в регулировании отношений для объектов специального назначения, например объектов атомной энергетики¹⁸.

Аналогичный подход и область применения предусмотрены в Приказе № 404, только с учетом специфики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Стоит отметить, что важным элементом в расчете пожарного риска является расчет, связанный с определением вероятности эвакуации людей из здания, с учетом наступления критических значений одного из опасных факторов пожара. При производстве расчетов пожарных рисков учитываются наихудшие варианты развития пожара (технологического взрыва). Поэтому специалисту-расчетчику необходимо проанализировать множество различных вариантов развития пожара, чтобы доказать, что выбранный им вариант будет наихудшим, а также выбрать метод «Модель» (интегральная, зонная, полевая (дифференциальная)), который будет соответствовать требованиям относительно рассматриваемого объекта. И все равно, принимая во внимание отсутствие достоверных данных о свойствах и количестве пожарной нагрузки, а также условиях возникновения пожара, можно заключить, что результаты расчета будут говорить о предположении с учетом выбранных сценариев и исходных данных. Выбор сопряжен с большой долей вероятности, так как это всего лишь предположения о возможном развитии пожара, возможном воздействии ОФП на человека и т.д. В действительности же развитие пожара может происходить по иному варианту, с наличием множества неучтенных событий или незапланированных условий. Поэтому полученные при расчете результаты имеют вероятностные значения. При этом методикой допускается применение детерминированных критериев при невозможности применения вероятностных. Интересным может показаться для экспертов то, что, кроме понятия «вероятность», в терминологии методики Приказа № 404 появляется и словосочетание «условная вероятность» (в случае использования детерминированных критериев условная вероятность поражения принимается равной 1)¹⁹.

¹⁷ Ст. 1 «Цели и сфера применения технического регламента» Закона № 123-ФЗ.

¹⁸ Статья 1 Закона № 184-ФЗ.

¹⁹ П. 19–21 и приложение № 4 Приказа № 404.

Рассматривая область применения ГОСТ 12.1.004-91, можно констатировать следующее: стандарт устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на каждой стадии их жизненного цикла: исследование, разработка нормативных документов, конструирование, проектирование, изготовление, строительство, выполнение услуг (работ), испытание, закупка продукции по импорту, продажа продукции (в том числе на экспорт), хранение, транспортирование, установка, монтаж, наладка, техническое обслуживание, ремонт (реконструкция), эксплуатация (применение) и утилизация. Для объектов, не соответствующих действующим нормам, стандарт устанавливает требования к разработке проектов компенсирующих средств и систем обеспечения пожарной безопасности на этапах строительства, реконструкции и эксплуатации объектов. Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с помощью указанных систем должен быть не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека, а допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения в год в расчете на каждого человека. В отличие от Приказа № 382 и Приказа № 404, ГОСТ 12.1.004-91 был разработан до принятия Закона № 184-ФЗ и Закона № 123-ФЗ. Отличием является и то, что в ГОСТе представлено несколько методов, в частности, метод определения уровня обеспечения пожарной безопасности людей, метод определения вероятности возникновения пожара (взрыва) в пожароопасном объекте, метод экспериментального определения вероятности возникновения пожара в (от) электрических изделиях. Это означает, что в ГОСТе изложено несколько различных по задачам методик.

Анализ ГОСТ Р 12.3.047-2012 показал, что область его применения устанавливает общие требования пожарной безопасности к технологическим процессам различного назначения при их проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и прекращении эксплуатации, капитальном ремонте,

консервации, утилизации, а также при разработке и изменении нормативных документов по пожарной безопасности на объектах защиты и при разработке и изменении технологических частей проектов и технологических регламентов. ГОСТ Р 12.3.047-2012 не распространяется на опасные предприятия, например космические и стартовые комплексы.

По итогам анализа рассмотренных выше нормативных документов можно сделать следующий вывод. Моделирование пожара и определение влияния динамики ОПФ на людей и окружающую среду необходимы для прогнозирования возможных ситуаций на объектах с целью анализа пожарной опасности и выстраивания необходимых мер пожарной безопасности в соответствии с действующим законодательством (Закон № 123-ФЗ, Закон № 184-ФЗ). То есть основная задача связана с областью технического регулирования, в частности с положениями Закона № 123-ФЗ на этапе проектирования, строительства и эксплуатации. В рамках представленных в Приказах № 382 и № 404 методик рассчитываются пожарные риски с учетом множества факторов, касающихся параметров объекта и горючей нагрузки. На основе полученных результатов по моделированию эвакуации людей определяются риски воздействия ОПФ (при заданных в расчетах параметрах) на людей. Впоследствии осуществляется сопоставление полученных результатов с нормативными значениями пожарных рисков и выбор концепции защиты конкретного объекта, а также обоснование требований к эффективности систем обеспечения пожарной безопасности при эвакуации людей.

Отдельно стоит отметить область применения ГОСТ 12.1.004-91. Во-первых, в отличие от приказов МЧС РФ, документ имеет статус межгосударственного стандарта в системе стандартов безопасности труда по направлению пожарной безопасности. Область его применения — объекты различного назначения на всех стадиях жизненного цикла. При этом ни в одном документе нет упоминания об области применения методик (методов) (содержащихся в приказах, ГОСТах) для использования их в рамках судебных экспертиз, например при

производстве пожарно-технической экспертизы по определению очага пожара или вероятности возникновения пожара от объектов электротехнического назначения.

Регулирование вопросов производства судебных экспертиз находится в области требования Федерального закона от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации»²⁰. С учетом особенностей расследования требования включены в кодексы, определяющие порядок и особенности процедуры назначения и производства экспертиз по уголовным, административным и гражданским делам. Положения названного Закона № 73-ФЗ в контексте применения экспертных методик подразумевают, что методы (методики) должны быть законными, объективными, научно обоснованными и апробированными на практике, а также давать возможность проверить обоснованность и достоверность выводов, сделанных на основе общепринятых научных и практических данных, с учетом обеспечения требований о единстве измерений (Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»²¹). То есть методика, используемая в рамках судебных экспертиз, должна иметь очень большую степень надежности, чтобы впоследствии можно было утвердительно сослаться на результаты (доказательства), например на результаты расчетов на основе математического моделирования при вынесении процессуального решения. Надежность методики — очень серьезный вопрос, так как полученные результаты могут кардинально изменить судьбу человека или решение по делу. Под законностью экспертной методики многие ученые и специалисты, основываясь на действующих нормах и требованиях, понимают следующее: методика

должна отвечать принципам законности, быть научно обоснованной, эффективной, сертифицированной (аттестация методик (методов)), утвержденной и иметь статус стандарта с учетом современных достижений в науке и технике²². При этом не подлежат стандартизации и подтверждению общеизвестные законы науки, например закон Ньютона. Множество спорных вопросов о законности и порядке применения методик определяет существующая действительность в организации научной и методической деятельности профильных учреждений и структур. Это связано и с отсутствием достаточного финансирования на научно-исследовательские работы, и с общей нагрузкой экспертов и специалистов государственных судебно-экспертных учреждений. Для корректировки старой или разработки новой экспертной методики, например в области ПТЭ, нужны высококлассные специалисты (эксперты) с фундаментальными научными знаниями и большим практическим опытом, а также государственная поддержка в финансировании исследований (испытаний) и время, которое может исчисляться годами. На практике многие эксперты в рамках производства судебных экспертиз (при отсутствии стандартизированных методик) применяют различные методики (методы) из методических пособий, диссертаций, иных публикаций ученых и специалистов. В связи с этим возникает вопрос: можно ли считать такие методики легитимными в отсутствие государственных стандартов? Соответствующий вопрос возникает и в отношении методик, утвержденных ведомственными приказами: можно ли считать их апробированными и общепринятыми? Если рассматривать данные вопросы с точки зрения логики и в юридической плоскости, то можно сказать, что расчетные методики, не прошедшие соответствующую

²⁰ СПС «КонсультантПлюс».

²¹ СПС «КонсультантПлюс».

²² Майлис Н. П., Моисеева Т. Ф. Стандартизация судебно-экспертной деятельности — необходимый аспект ее развития // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2018. № 2. С. 219–224; Перепечина И. О. Валидация судебно-экспертных методик как важный инструмент для обеспечения достоверности судебных доказательств // Закон и право. 2016. № 2. С. 131–133; Проткин А. А., Коляманов Р. А. Требования, предъявляемые к методам судебной экспертизы // Вестник Московского университета МВД России. 2012. № 3. С. 206–208.

процедуру подтверждения эффективности и не имеющие статуса нормативного документа, не могут быть использованы в рамках судебных экспертиз, а при использовании полученные выводы (в расчетах, в заключении) не могут быть приняты в категорической форме ответа. Тем не менее методики, утвержденные определенными ведомствами, являются легитимными для применения сотрудниками этого ведомства.

Актуальность для обсуждения в среде специалистов и экспертов сохраняет еще множество вопросов, например о применении расчетных методик, в результате которых предполагаются вероятностные значения с учетом специфики применяемого метода в качестве доказательства по делу²³. В данном случае необходимо четко понимать, в каких ситуациях это допустимо, а в каких нет. Если, например, существующие методики, изложенные в Приказах № 382, № 404, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ Р 12.3.047-2012, применяются по делам о пожарной безопасности (до пожара) в рамках административных, гражданских или уголовных дел, с целью выяснения соответствия объекта требованиям пожарной безопасности, то это формально допустимо, учитывая тот факт, что данные методики и разрабатывались для применения на стадии проектирования, монтажа и эксплуатации объекта. Можно утверждать, что

данный подход применим также к делам о пожарах, когда перед экспертом ставится вопрос о соответствии объекта защиты требованиям пожарной безопасности, где необходим расчет, подтверждающий значения пожарного риска в совокупности с выполненными (невыполненными) требованиями пожарной безопасности. При этом нужно учитывать, что результаты (доказательства), получаемые с применением методик в рамках ПТЭ, должны рассматриваться через призму требований, предъявляемых к доказательствам, например в рамках уголовного процесса, через правила оценки доказательств, которые предусматривают оценку полученных результатов на основе математического моделирования с точки зрения относимости, допустимости, достоверности и в совокупности достаточности для разрешения по делу.

Рассматривая существующие методы с точки зрения технической составляющей, стоит обратить внимание на некоторые вопросы, связанные непосредственно с методикой и выбором исходных данных для расчета. Многие ученые высказываются о несовершенстве существующих методик по определению динамики распространения пожара, а также ОФП и наличии в них ошибок, противоречий или неверного представления тех или иных параметров (процессов)²⁴. По большей части упрощенные методы

²³ Нефедов С. Н., Гадышев А. В. Показатели достоверности методик судебной экспертизы и их использование в судебно-экспертной деятельности // Судебная экспертиза. Научные публикации. 2013. № 1 (33). С. 121–129; Усов А. И., Градусова О. Б., Кузьмин С. А. Использование вероятностно-статистических методов при оценке значимости результатов экспертного исследования в отечественной и зарубежной судебно-экспертной практике (сравнительный анализ) // Теория и практика судебной экспертизы. 2018. Т. 13. № 4. С. 6–15.

²⁴ Оценка на основе экспериментальных данных адекватности интегральной модели пожара в условиях работы системы противодымной защиты / А. С. Дмитриченко, В. Н. Рафальский, В. А. Осяев [и др.] // Пожарная безопасность. 2015. № 2. С. 75–82; Мурзинов В. Л., Паршина А. П., Паршин М. В. Обзор последних научных работ в области прогнозирования опасных факторов пожара // Комплексная безопасность. 2017. № 1. С. 43–50; Пузач С. В. Сравнительный анализ интегрального и полевого методов расчета тепло-массообмена при пожаре в помещениях // Инженерно-физический журнал. 2006. № 2. С. 99–108; Сумников И. В., Шепелев И. А., Колодяжный С. А., Однолько А. А. Анализ математических моделей пожара, применяемых для расчета времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2012. № 1 (6). С. 81–87; Основные ошибки при проведении расчетов пожарного риска для объектов общественного назначения / Д. В. Ушаков, А. А. Абашкин, А. В. Карпов [и др.] // Горение и проблемы тушения пожаров: тезисы докладов XXIX Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России: в 2 ч. М.: ВНИИПО, 2017. Ч. 2. С. 391–395.

расчета в нормативных документах не отражают реальную термогазодинамическую картину пожара. Это говорит о том, что необходимо установить область корректного применения методик с учетом используемых в них моделей, таких как интегральная, зонная или полевая. В рассматриваемых методиках, например в методиках ГОСТ, учитывается начальная стадия пожара, поэтому перед экспертом встает логичный вопрос о возможности использования данных методик на всех возможных стадиях пожара. Так, в рамках пожарно-технической экспертизы по полностью уничтоженному пожаром объекту может встать вопрос о выборе методики и, соответственно, об адекватности и объективности результатов. Еще одна актуальная проблема связана с выбором и применением различных программных продуктов по расчету динамики распространения пожара и ОФП, которые представлены на российском рынке и используются на практике. Экспериментально доказано, что расчеты, проведенные с одними и теми же исходными данными с помощью различных программных продуктов («Эватек», «Фогард», Fenix+, «Сигма ПБ», «Урбан», PathFinder), дают разные результаты²⁵. Это говорит о том, что эксперту при выборе программного продукта нужно уделить внимание вопросам его надежности и соответствия методике. Проблема применения и надежности программных продуктов в судебно-экспертной практике очень серьезная и требует дополнительного изучения с последующим утверждением допустимых к использованию расчетных программ. Во многих случаях выбор и проверка расчетных программ для эксперта — задача непосильная из-за отсутствия специальных знаний в области программирования и в компьютерной технике. Поэтому эксперту необходимо предоставить для работы уже проверенные и утвержденные расчетные программные продукты, определив область их применения. Цена ошибки в выборе программного продукта при производстве судебной экспертизы может быть высока как в плане возможных последствий от

неправильных расчетов, так и для самого эксперта при оценке его действий и компетентности.

Наиболее важным вопросом при использовании приведенных выше расчетных методик является выбор исходных данных. Перед экспертом встает довольно сложная, а во многих случаях просто невыполнимая задача — установить после пожара точное количество горючей нагрузки и ее тип (характеристику). А если объект уничтожен полностью и отсутствует достоверная информация об объемно-планировочных решениях, у эксперта возникает еще вопрос об исходных данных, связанных с геометрическими параметрами объекта. Отсутствие объективной информации о типе и количестве горючей нагрузки в совокупности с неточными геометрическими параметрами объекта заставляет эксперта использовать при расчете условия, которые применяются с учетом его собственного внутреннего убеждения и косвенных данных об объекте пожара. Еще один из спорных вопросов при применении расчетных методик в рамках ПТЭ — использование показателей типовых пожарных нагрузок, которые во многих случаях не соответствуют обстоятельствам происшествия и свойствам горючих веществ (материалов) по реальному пожару. Все это в совокупности влияет на результаты расчетов.

При исследовании динамики опасных факторов пожара эксперт должен в первую очередь проанализировать, а по возможности, исследовать на месте пожара следовую картину, влияние и признаки термического воздействия на строительные материалы (конструкции), вещественные доказательства. Анализ вещной обстановки и сопоставление признаков направленности горения, а также оценка характера термических повреждений в зависимости от свойств веществ и материалов в совокупности с показаниями очевидцев позволит эксперту выдвинуть несколько предположений о динамике распространения пожара. По многим сложным

²⁵ См.: Холшевников В. В., Самошин Д. А., Истратов Р. Н., Скуратовская М. М. К вопросу о точности моделей индивидуально-поточного движения // Ройтмановские чтения : сборник материалов VII Научно-практической конференции (Москва, 28 февраля 2019 г.). М., 2019. С. 30–34.

пожарам необходимо, наряду с полевыми инструментальными методами, для обоснования предположений исследовать вещественные доказательства в лабораторных условиях. Применение математического моделирования пожара даст наибольший эффект при производстве ПТЭ только в сочетании с изучением вещественных доказательств на месте пожара, результатов анализа и исследования признаков, связанных с термическим воздействием ОФП на вещества и материалы.

Выводы

1. Существующие расчетные методики в рамках исследования динамики опасных факторов пожара имеют много спорных вопросов, которые могут привести к значительным погрешностям при расчете, а вероятностные значения, полученные при расчете, не могут служить основанием для вывода в категоричной форме в заключении ПТЭ. Поэтому такие методики не могут играть превалирующую роль в системе методов ПТЭ.

2. Применение таких методик по делам о пожарах (в рамках ПТЭ) возможно в качестве вспомогательного инструмента и только в совокупности с другими доказательствами, при условии сохранения в качестве основной традиционной методологии ПТЭ, основывающейся на использовании прежде всего результатов осмотра места происшествия, в которых будут зафиксированы признаки динамики распространения пожара, и показаний очевидцев, позволяющих дополнить картину материальных следов.

3. Существующие методики разрабатывались для использования на стадии проектирования, строительства, эксплуатации как элемент прогноза риска с учетом применения

мер пожарной безопасности, отраженных в нормативных документах и нормативных правовых актах в области пожарной безопасности. Соответственно, применение методик в ходе проведения судебных экспертиз может быть актуальным, если круг вопросов затрагивает область технического регулирования в связи с нарушением требований пожарной безопасности на стадии проектирования, строительства, эксплуатации. Например, в рамках экспертной специализации ПТЭ — анализ нарушений нормативных требований в области пожарной безопасности, прогнозирование и экспертное исследование их последствий.

4. Применение рассматриваемых методик для исследования динамики опасных факторов пожара (по делам о пожарах), например для определения очага пожара или динамики распространения пожара без отсутствия достаточных данных о свойствах и количестве горючей нагрузки, может привести к большим погрешностям в расчетах и, как следствие, к необоснованным выводам.

5. Для внедрения в практику рассмотренных методик ПТЭ необходимы дополнительные исследования и их апробация (в том числе с учетом подтверждения результатов натурными испытаниями), чтобы однозначно утверждать о допустимости их применения по делам о пожарах.

6. Чтобы устранить сомнения по некоторым вопросам, связанным с методикой расчета эвакуации людей при пожаре, необходимо провести расширенное исследование по различным пожарам, то есть изучить реальные пожары на всех стадиях (возникновение, распространение и тушение), а также произвести детальное обследование и анализ обстоятельств (на основе объективных данных, собранных при расследовании) с целью проверки расчетных значений времени наступления ОФП и эвакуации людей.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Анализ математических моделей развития опасных факторов пожара в системе зданий и сооружений / А. С. Ярош, А. Н. Кроль, В. В. Романова [и др.] // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. — 2019. — № 1. — С. 50–56.
2. *Зернов С. И.* Расчетные оценки при решении задач пожарно-технической экспертизы : учеб. пособие. — М. : ЭКЦ МВД России, 1992. — 88 с.
3. *Зернов С. И.* Задачи пожарно-технической экспертизы и методы их решения : учеб. пособие. — М. : ЭКЦ МВД России, 2001. — 200 с.
4. *Майлис Н. П., Мусеева Т. Ф.* Стандартизация судебно-экспертной деятельности — необходимый аспект ее развития // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. — 2018. — № 2. — С. 219–224.
5. *Мурзинов В. Л., Паршина А. П., Паршин М. В.* Обзор последних научных работ в области прогнозирования опасных факторов пожара // Комплексная безопасность. — 2017. — № 1. — С. 43–50.
6. *Нефедов С. Н., Гадышев А. В.* Показатели достоверности методик судебной экспертизы и их использование в судебно-экспертной деятельности // Судебная экспертиза. Научные публикации. — 2013. — № 1 (33). — С. 121–129.
7. Основные ошибки при проведении расчетов пожарного риска для объектов общественного назначения // Д. В. Ушаков, А. А. Абашкин, А. В. Карпов [и др.] // Горение и проблемы тушения пожаров : тезисы докладов XXIX Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России : в 2 ч. — М. : ВНИИПО, 2017. — Ч. 2. — С. 391–395.
8. Оценка на основе экспериментальных данных адекватности интегральной модели пожара в условиях работы системы противодымной защиты / А. С. Дмитриченко, В. Н. Рафальский, В. А. Осяев [и др.] // Пожарная безопасность. — 2015. — № 2. — С. 75–82.
9. *Перепечина И. О.* Валидация судебно-экспертных методик как важный инструмент для обеспечения достоверности судебных доказательств // Закон и право. — 2016. — № 2. — С. 131–133.
10. *Проткин А. А., Коляманов Р. А.* Требования, предъявляемые к методам судебной экспертизы // Вестник Московского университета МВД России. — 2012. — № 3. — С. 206–208.
11. *Пузач С. В.* Сравнительный анализ интегрального и полевого методов расчета тепломассообмена при пожаре в помещениях // Инженерно-физический журнал. — 2006. — № 2. — С. 99–108.
12. *Ситников И. В., Шепелев И. А., Колодяжный С. А., Однолько А. А.* Анализ математических моделей пожара, применяемых для расчета времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. — 2012. — № 1 (6). — С. 81–87.
13. *Смирнова С. А., Усов А. И.* Повышение научной обоснованности методического обеспечения судебной экспертизы — один из важных международных трендов // Теория и практика судебной экспертизы. — 2017. — Т. 12. — № 2. — С. 11–17.
14. *Таубкин И. С.* О повышении качества судебных пожарно-технических экспертиз // Теория и практика судебной экспертизы. — 2019. — Т. 14. — № 4. — С. 98–116.
15. *Хасанов И. Р., Лобова С. Ф., Петрова Н. В., Теплякова Т. Д.* Моделирование динамики пожара при производстве судебных нормативных пожарно-технических экспертиз // Пожарная безопасность. — 2020. — № 2 (99). — С. 47–54.
16. *Холшевников В. В., Самошин Д. А., Истратов Р. Н., Скуратовская М. М.* К вопросу о точности моделей индивидуально-поточного движения // Ройтмановские чтения : сборник материалов VII Научно-практической конференции. — М., 2019. — С. 30–34.
17. *Чешко И. Д.* Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) / под науч. ред. канд. юрид. наук Н. А. Андреева. — 2-е изд., стер. — СПб. : СПБИБП МВД России, 1997. — 562 с.
18. *Шеков А. А., Кузнецов К. Л., Зырянов В. С.* О видах пожарно-технической экспертизы // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. — 2017. — № 1 (80). — С. 65–71.

19. *Drysdale D.* An introduction to fire dynamics. — 3rd ed. — Hoboken, N. J. : Wiley, 2011.
20. *Novozhilov V.* Mathematical Modelling in Fire Science: Current Role and Perspective : Workshop Report / Workshop Coordinator Department of Mechanical and Aeronautical Engineering, The University of Sydney. — NSW, Australia, 2006.
21. *Walton W. D., Carpenter D. J., Wood C. B.* Zone Computer Fire Models for Enclosures // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. — New York, NY : Springer New York, 2016. — P. 1024–1033. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_31 (дата обращения: 10.11.2021).

Материал поступил в редакцию 1 ноября 2021 г.

REFERENCES (TRANSLITERATION)

1. Analiz matematicheskikh modelej razvitiya opasnykh faktorov pozhara v sisteme zdaniy i sooruzhenij / A. S. Yarosh, A. N. Krol, V. V. Romanova [i dr.] // Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugolnoj promyshlennosti. — 2019. — № 1. — S. 50–56.
2. Zernov S. I. Raschetnye ocenki pri reshenii zadach pozharno-tekhnicheskoj ekspertizy: ucheb. posobie. — M.: EKC MVD Rossii, 1992. — 88 s.
3. Zernov S. I. Zadachi pozharno-tekhnicheskoj ekspertizy i metody ih resheniya: ucheb. posobie. — M.: EKC MVD Rossii, 2001. — 200 s.
4. Majlis N. P., Moiseeva T. F. Standartizaciya sudebno-ekspertnoj deyatel'nosti — neobhodimyj aspekt ee razvitiya // Yuridicheskaya nauka i praktika: Vestnik Nizhegorodskoj akademii MVD Rossii. — 2018. — № 2. — S. 219–224.
5. Murzinov V. L., Parshina A. P., Parshin M. V. Obzor poslednih nauchnykh rabot v oblasti prognozirovaniya opasnykh faktorov pozhara // Kompleksnaya bezopasnost. — 2017. — № 1. — S. 43–50.
6. Nefedov S. N., Gadyshchev A. V. Pokazateli dostovernosti metodik sudebnoj ekspertizy i ih ispolzovanie v sudebno-ekspertnoj deyatel'nosti // Sudebnaya ekspertiza. Nauchnye publikacii. — 2013. — № 1 (33). — S. 121–129.
7. Osnovnye oshibki pri provedenii raschetov pozharnogo riska dlya obektov obshchestvennogo naznacheniya // D. V. Ushakov, A. A. Abashkin, A. V. Karpov [i dr.] // Gorenje i problemy tusheniya pozharov: tezisy dokladov XXIX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu FGBU VNIPO MChS Rossii: v 2 ch. — M.: VNIPO, 2017. — Ch. 2. — S. 391–395.
8. Ocenka na osnove eksperimentalnykh dannykh adekvatnosti integralnoj modeli pozhara v usloviyakh raboty sistemy protivodymnoj zashchity / A. S. Dmitrichenko, V. N. Rafalskij, V. A. Osyayev [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost. — 2015. — № 2. — S. 75–82.
9. Perepechina I. O. Validaciya sudebno-ekspertnykh metodik kak vazhnyj instrument dlya obespecheniya dostovernosti sudebnykh dokazatelstv // Zakon i pravo. — 2016. — № 2. — S. 131–133.
10. Protkin A. A., Kolyamanov R. A. Trebovaniya, predyavlyayemye k metodam sudebnoj ekspertizy // Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii. — 2012. — № 3. — S. 206–208.
11. Puzach S. V. Sravnitelnyj analiz integralnogo i polevogo metodov rascheta teplomassoobmena pri pozhare v pomeshcheniyah // Inzhenerno-fizicheskij zhurnal. — 2006. — № 2. — S. 99–108.
12. Sitnikov I. V., Shepelev I. A., Kolodyazhnyj S. A., Odnolko A. A. Analiz matematicheskikh modelej pozhara, primenyaemykh dlya rascheta vremeni blokirovaniya putej evakuacii opasnymi faktorami pozhara // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. — 2012. — № 1 (6). — S. 81–87.
13. Smirnova S. A., Usov A. I. Povyshenie nauchnoj obosnovannosti metodicheskogo obespecheniya sudebnoj ekspertizy — odin iz vazhnykh mezhdunarodnykh trendov // Teoriya i praktika sudebnoj ekspertizy. — 2017. — T. 12. — № 2. — S. 11–17.

14. Taubkin I. S. O povyshenii kachestva sudebnykh pozharno-tekhnicheskikh ekspertiz // Teoriya i praktika sudebnoj ekspertizy. — 2019. — Т. 14. — № 4. — С. 98–116.
15. Hasanov I. R., Lobova S. F., Petrova N. V., Teplyakova T. D. Modelirovanie dinamiki pozhara pri proizvodstve sudebnykh normativnykh pozharno-tekhnicheskikh ekspertiz // Pozharnaya bezopasnost. — 2020. — № 1 (99). — С. 47–54.
16. Holshevnikov V. V., Samoshin D. A., Istratov R. N., Skuratovskaya M. M. K voprosu o tochnosti modelej individualno-potochnogo dvizheniya // Rojtmánovskie chteniya: sbornik materialov VII Nauchno-prakticheskoy konferencii. — М., 2019. — С. 30–34.
17. Cheshko I. D. Ekspertiza pozharov (obekty, metody, metodiki issledovaniya) / pod nauch. red. kand. yurid. nauk N. A. Andreeva. — 2-e izd., ster. — SPb.: SPbIPB MVD Rossii, 1997. — 562 s.
18. Shekov A. A., Kuznecov K. L., Zyryanov V. S. O vidah pozharno-tekhnicheskoy ekspertizy // Vestnik Vostochno-Sibirskogo instituta MVD Rossii. — 2017. — № 1 (80). — С. 65–71.
19. Drysdale D. An introduction to fire dynamics. — 3rd ed. — Hoboken, N. J.: Wiley, 2011.
20. Novozhilov V. Mathematical Modelling in Fire Science: Current Role and Perspective: Workshop Report / Workshop Coordinator Department of Mechanical and Aeronautical Engineering, The University of Sydney. — NSW, Australia, 2006.
21. Walton W. D., Carpenter D. J., Wood C. B. Zone Computer Fire Models for Enclosures // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. — New York, NY: Springer New York, 2016. — P. 1024–1033. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_31 (data obrashcheniya: 10.11.2021).