

The necessity of introducing a procedural procedure (a mechanism) of expert research is substantiated in order to ensure the staging, the legality of the formation of an expert opinion as evidence in an administrative case at the claim of state supervision (control) in the field of technogenic and fire safety on the implementation of response measures.

The need for further scientific research aimed at improving the activities of scientific and technical support of fire-technical examinations through the development, formation, and introduction into expert practice of the methodology for conducting relevant expert research has been proved.

Key words: fire-technical examination, fire safety, life/health, research methods, evidence, response measures, supervision (control).

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.49>
УДК 343.98

Олександр Павлович Борис
кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник
лабораторії інженерно-технічних видів досліджень

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1236-7785>
E-mail: boris7877@ukr.net

Олександр Борисович Шмерего
завідувач відділу з питань безпеки життєдіяльності,
пожежно-технічних та електро-технічних досліджень

E-mail: o.shmereho@kndise.gov.ua

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СУДОВОЇ ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

У статті розглянуто практику використання в судово-експертній діяльності математичних розрахунків евакуації людей з будівель у разі можливої пожежі. Здійснено аналіз положень національних стандартів та систематизовано математичні методи досліджень крізь призму судової експертології. Обґрунтовані вимоги до моделей математичного моделювання при проведенні пожежно-технічних експертиз з метою забезпечення достатності експертного висновку для визнання його доказом у суді.

Ключеві слова: пожежно-технічна експертиза, математичне моделювання, розрахункові моделі, евакуація людей, загроза життю, доказ.

Постановка проблеми. Спірність та суперечливість доказів щодо визначення загрози життю та здоров'ю людей в адміністративних справах,

пов'язаних із застосування санкцій державного нагляду (контролю) з припинення експлуатації об'єктів перевірки, вимагають належної достатності доказу в судовому процесі. Відносно новітнім методом підвищення рівня обґрунтування експертних висновків при проведенні відповідних судових пожежно-технічних експертиз є математичне моделювання процесів евакуації людей з об'єкту досліджень – будівель/споруд. Аналіз експертної практики свідчить про відсутність системності і обґрунтованості у виборі методів та розрахункових моделей досліджень, що спонукає до удосконалення організаційно-методичних процедур проведення пожежно-технічних експертиз, призначених адміністративними судами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання теоретичного обґрунтування аспектів слідчої та судово-експертної практики відображені у наукових доробках Л. Ю. Ароцкера, Г. І. Грамовича, В. Г. Гончаренка, А. В. Іщенко, Н. І. Клименко, В. К. Лисиченка, М. В. Салтєвського, М. Я. Сегая, О. Р. Шляхова, М. Г. Щербаковського та багатьох інших. Окремо розслідування порушень встановлених законодавством вимог пожежної безпеки при здійсненні пожежно-технічних експертиз розглядалися у працях В. М. Кіцелюка. Однак, не зважаючи на значну кількість наукових досліджень, залишається нормативно не визначеним процесуальний механізм формування експертного висновку в рамках пожежно-технічної експертизи, яким забезпечується його належність і допустимість як доказу в адміністративній справі про застосування санкцій органами нагляду (контролю).

Мета дослідження. Систематизація методів і обґрунтування розрахункових моделей математичного моделювання загрози життю/здоров'ю людей при проведенні пожежно-технічних експертиз.

Викладення основного матеріалу. Рішення окружних адміністративних судів про призначення пожежно-технічних експертиз при розгляді адміністративних справ, пов'язаних із застосування заходів реагування у вигляді повного або часткового зупинення експлуатації об'єктів перевірки органами державного нагляду (контролю) в сфері техногенної та пожежної безпеки (надалі – пожежно-технічна експертиза), обумовлені спірними та суперечливими доказами у справах щодо визначення загрози життю та здоров'ю людей. Відповідно, до встановленої судової практики, при розгляді таких справ виникає необхідність формування достатнього доказу в публічно-правовому спорі із застосуванням спеціальних знань у галузі пожежної безпеки [1, 2].

В експертній практиці, при проведенні пожежно-технічних експертиз, відомо використання математичних розрахунків з метою забезпечення достатності доказу для вирішення спорів в адміністративних справах, пов'язаних із розглядом позовів органів державного нагляду (контролю) щодо застосування санкцій. Однак, на сьогодні, математичні методики не носять системний та науково обґрунтований судовою експертологією характер. Існуючі підходи математичного моделювання, як правило, обмежені використанням спрощених моделей розрахунку, які мають значні розрахункові

похибки [3] та здійснюються суб'єктами господарювання як послуги проти-пожежного призначення без ліцензування діяльності із проведення оцінки (експертизи) протипожежного стану об'єктів нерухомості (будівель, споруд, приміщень або їх частин) [4]. Зважаючи на означене, виникає необхідність проведення наукових досліджень з метою систематизації методу та обґрунтування вимог до побудови моделей математичного моделювання при проведенні пожежно-технічних експертиз.

Для вирішення визначеного наукового завдання слід розглянути сутність проблематики та положень окремих нормативно-технічних актів у сфері пожежної безпеки України.

Так, максимальний захист від ймовірної пожежі досягається синергією систем запобігання пожежі, управління пожежною безпекою та комплексу протипожежного захисту будівлі/споруди. Відповідність такого захисту встановлюється комплексними розрахунковими методами через визначення рівня пожежної безпеки людей та ймовірності виникнення пожеж на об'єктах господарювання, які обумовлені вимогами ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» [5]. При цьому слід зазначити, що питання комплексної оцінки рівня пожежної безпеки об'єктів господарювання не мають прямого відношення до процесу доведення доказової інформації при здійсненні пожежно-технічної експертизи. Визначене твердження ґрунтується на сутності предмету досліджень судової експертизи, якими є фактичні дані щодо загрози життю/здоров'ю людей у разі виникнення пожежі на об'єкті перевірки. Відповідно, експертне дослідження має концентруватися на забезпеченні інформативності фактичних даних – установлення відсутності чи наявності даних про факти й обставини справи, які стосуються безпечної евакуації людей з приміщень у разі можливої пожежі в будівлі/споруди, а не протипожежного стану об'єкту досліджень у цілому. Таким істотним умовам відповідає «Метод визначення індивідуального пожежного ризику» [5]. В основу визначеного методу покладені розрахунки математичної вірогідності індивідуального пожежного ризику, які обумовлені співвідношенням між часом евакуації людей та часом блокування евакуаційних шляхів небезпечними чинниками пожежі в разі її виникнення. Таким чином, відповідно [5], рішення щодо наявності реальної загрози життю та здоров'ю людей на об'єкті господарювання характеризуються ймовірністю події, що є математичним відображенням невизначеності, а умовою безпечної евакуації людей є припустиме співвідношення між розрахунковим часом евакуації людей з приміщень будівлі та часом блокування евакуаційних шляхів у результаті поширення на них небезпечних чинників пожежі.

Відповідно до загальних підходів, обумовлених положеннями національних стандартів [6, 7], при здійсненні оцінювання ризиків доцільно скористатися принципом аналізу та експертного оцінювання ризику – формою аналізування пожежної безпеки, яка найбільш широко використовується у світовій практиці. З точки зору судової експертології такий підхід можливо інтерпретувати як доведення доказової інформації через застосування комплексного експертного дослідження, в якому метод моделювання

є додатковим інструментом забезпечення обґрунтування експертного висновку, що базується на результатах аналітичного методу досліджень та методу експертних оцінок. З іншого боку, за таких умов, результати розрахунку евакуації людей з об'єкту дослідження також можна розглядати як непрямий (опосередкований) доказ, який визначає припустимість обставин події.

Логічно, що вибір способу обчислення розрахункового часу евакуації має проводитись з урахуванням специфічних особливостей об'єкту дослідження, на основі аналізу матеріальних (матеріалізованих) речових доказів. Вихідні дані для математичного моделювання мають бути обумовлені найгіршими умовами поширення небезпечних чинників пожежі, з урахуванням виявлених під час аналізу особливостей евакуації людей і їх невідповідності нормам і правилам пожежної безпеки. Вагомим параметром при визначенні способів розрахунку є особливості контингенту людей, які перебувають або можуть тимчасово перебувати у будівлі в момент виникнення ймовірної пожежі. Загалом розрахунковий час евакуації людей із приміщень будівлі визначається на основі моделювання руху людей до виходу назовні одним з наступних способів [5]:

- за спрощеною аналітичною моделлю руху людського потоку, що характеризує рух людського потоку, параметри шляхів евакуації всередині приміщень і ззовні, переходи в сусідні приміщення, та застосовується для розрахунку загальних характеристик евакуації людей, таких як час повної евакуації й імовірність евакуації;

- за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей із будівлі чи споруди, що характеризує часові параметри евакуації та руху людей, та застосовується для моделювання руху окремої людини чи груп людей та визначення узагальнених характеристик руху потоку;

- за імітаційно-стохастичною моделлю руху людських потоків, що характеризує рух потоків людей з урахуванням динамічної зміни його характеристик, та застосовується для розрахунку загального часу евакуації й отримання даних щодо ускладнень, які виникають під час евакуації людей.

Вибір математичної моделі при здійсненні експертних досліджень має забезпечити досягнення максимально реалістичної картини моделювання руху потоків людей до виходів назовні, що обумовлено специфікою об'єкта розрахунку, а саме: складністю об'ємно-конструктивних і планувальних рішень будівлі та можливістю одночасного перебування значної кількості людей у будівлі, у тому числі маломобільних груп. Останній критерій, в умовах складності планувальних рішень, вимагає детального обчислення уточнених даних щодо окремих людей та їх груп, визначення узагальнених характеристик руху потоків людей та їх злиття з урахуванням часових параметрів евакуації. Відповідно, розрахунковий час евакуації людей із приміщень будівлі/споруди має здійснюватись за математичною моделлю індивідуально-потокowego руху людей або імітаційно-стохастичною моделлю. На підтримку такого висновку слід зазначити, що найбільше у світі поширення отримали саме індивідуально-потоківі моделі розрахунків безпечної евакуації людей при пожежах [8].

Відповідно до положень [5] розрахунок часу блокування шляхів евакуації здійснюється на підставі вибору однієї з трьох математичних моделей, які обумовлюються наступними методами:

– *інтегральний метод*:

для будівель, що мають розвинену систему приміщень малого об'єму простої геометричної конфігурації;

для приміщень, де характерний розмір осередку пожежі можливо порівняти з характерними розмірами приміщення та розміри приміщення близькі між собою (лінійні розміри приміщення відрізняються не більше ніж у 5 разів);

для попередніх розрахунків з метою виявлення найбільш небезпечного сценарію пожежі.

– *зональний метод*:

для приміщень і систем приміщень простої геометричної конфігурації, лінійні розміри яких близькі між собою (лінійні розміри приміщення відрізняються не більше ніж у 5 разів), коли розмір осередку пожежі істотно менше розмірів приміщення;

для робочих зон, розташованих на різних рівнях у межах одного приміщення (наприклад, похила глядацька зала кінотеатру, антресолі).

– *польовий метод*:

для приміщень складної геометричної конфігурації, а також приміщень із великою кількістю внутрішніх перешкод (атріуми з системою галерей і коридорів, що примикають, багатофункціональні центри зі складною системою вертикальних і горизонтальних зв'язків тощо);

для приміщень, у яких один із геометричних розмірів значно більше (менше) інших (тунелі, закриті автостоянки великої площі тощо);

для інших випадків, коли застосування чи інформативність зональних та інтегральних моделей викликає сумнів (унікальні споруди, будівлі, де необхідно врахувати поширення пожежі по її фасаду та (або), роботу систем протипожежного захисту).

Зважаючи на необхідність досягнення максимально реалістичної картини моделювання розповсюдження небезпечних чинників пожежі в приміщеннях будівлі/споруди, дослідження мають спиратись на польовий, а в окремих випадках – зональний метод обчислення.

Особливим аспектом забезпечення законності отримання інформації при експертному розгляді результатів математичного моделювання безпечної евакуації людей у разі ймовірної пожежі є відповідність застосованих інструментів математичного моделювання/розрахунку. Тобто, доказовість результатів розрахунків індивідуального пожежного ризику базується на легітимності використаного програмного забезпечення або математичного комплексу. Найбільш відомими, перевіреними практикою і такими, що офіційно використовуються у розрахунках параметрів пожежної безпеки (параметричний метод) будинків і споруд з масовим перебуванням людей, є програмне забезпечення Pathfinder, Fire Dynamics Simulator (FDS), Building Exodus, SIMULEX, STEPS [8].

Висновки. Таким чином, можна узагальнити наведене і зазначити наступне. Методики та моделі розрахунку в контексті судово-експертної науки мають на меті досягати максимально реалістичної картини моделювання процесів евакуації людей і розповсюдження небезпечних чинників пожежі на об'єкті дослідження. Визначене реалізується через використання польового методу та індивідуально-поточної моделі руху людей з урахуванням обґрунтованих умов і обставин ймовірної пожежі, за яких очікуються найгірші наслідки для безпечної евакуації людей з об'єкту досліджень приміщень будівлі/споруди. Дотримання ліцензійних вимог щодо програмного забезпечення та надання послуг з оцінки (проведення експертизи) протипожежного стану об'єктів є процесуально закріпленою формою фіксації доказової інформації. Саме за таких вимог експертні дослідження при проведенні пожежно-технічних експертиз набувають законності й ґрунтовності при формуванні експертного висновку як доказу у адміністративній справі. При цьому, слід зважати на обмеженість застосування будь-якої методології, яка може бути використана при проведенні математичного моделювання й розрахунках [7].

Перелік посилань

1. Кодекс адміністративного судочинства України: Закон України від 06.07.2005 № 2747-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2747-15#Text>.
2. Про судову експертизу: Закон України від 25.02.1994 № 4038-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text>.
3. Провести пошукові дослідження щодо шляхів удосконалення методів визначення часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі («ЕВАКУАЦІЯ»): звіт Укр. НДІ цивільного захисту. Київ, 2013. 230 с.
4. Деякі питання ліцензування господарської діяльності з надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення: Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2016 № 852. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/852-2016-%D0%BF#n10>.
5. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.
6. ДСТУ ISO 16732-1:2018. Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного

References

1. Code of Administrative Courts of Ukraine. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2747-15#Text>. (in Ukrainian).
2. On Forensic Expertise: Law of Ukraine Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text>. (in Ukrainian).
3. Report of research work of the Ukrainian Research Institute of Civil Defense: "Conduct research on ways to improve methods for determining the time of the evacuation of people from buildings and structures during a fire" ("EVACUATION"). Moscow. 2013. 230 p. (in Ukrainian).
4. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine: Some issues of licensing of economic activities for the provision of services and performance of fire-fighting works. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/852-2016-%D0%BF#n10>. (in Ukrainian).
5. DSTU 8828:2019. Fire safety. General provisions. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>. (in Ukrainian).
6. DSTU ISO 16732-1:2018. Fire safety engineering. Fire risk assessment. Part 1:

- ризику. Ч. 1: Загальні положення. URL: http://online.budstandart.com/ua/?option=com_searchonlineua. General provisions. Retrieved from: http://online.budstandart.com/ua/?option=com_searchonlineua. (in Ukrainian).
7. ДСТУ ISO 31000:2018. Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80322. 7. DSTU ISO 31000: 2018 Risk management. Principles and guidelines (ISO 31000: 2018, IDT). Retrieved from: http://online.budstandart.com/en/catalog/doc-page.html?id_doc=80322. (in Ukrainian).
8. Тесленко О. М., Цимбалістий С. З., Кравченко Н. В., Доценко О. Г., Крикун О. М. Аналіз існуючих програмних комплексів для розрахунку часу евакуації людей під час пожежі *Цивільний захист та пожежна безпека: науковий вісник*. 2019. № 1 (7). С. 33-38. 8. Teslenko, O. M., Tsybalisty, S. Z., Kravchenko, N. V., Dotsenko, O. H., Krykun, O. M. (2019). Analysis of existing software packages for calculating the time of the evacuation of people during a fire. *Civil protection and fire safety: Scientific Bulletin* No. 1 (7). P. 33-38. (in Ukrainian).

FEATURES OF MATHEMATICAL MODELING IN THE CONDUCT OF FORENSIC FIRE AND TECHNICAL EXAMINATION

O. Borys
O. Shmereho

The article considers the practice of using mathematical calculations for the evacuation of people from buildings in the event of a possible fire in forensic activities. The purpose of such calculations is to ensure the sufficiency of the evidence in the consideration of administrative disputes related to the consideration of claims of state supervision (control) bodies for the application of appropriate sanctions. To date, the applied mathematical method of expert research is not scientifically systematized and not justified by the science of forensic expertology. Existing approaches to mathematical modeling, as a rule, are limited to the use of simplified calculation models with significant errors. To solve this scientific problem, the article considers the problems and provisions of individual regulatory and technical acts regulating the assessment of fire safety risks in Ukraine.

It is noted that the issues of a comprehensive assessment of the fire safety of business facilities are not directly related to the process of proof during the fire-technical examination in terms of the safe evacuation of people. Decisions about the presence of a real threat to the life and health of people at the facility are characterized by the probability of an event that is a mathematical reflection of uncertainty, and the condition for the safe evacuation of people is the allowable ratio between the estimated time of the evacuation of people from the premises of the building and the time of blocking evacuation routes as a result of the spread of dangerous fire factors.

Mathematical methods are systematized and the requirements for the choice of mathematical modeling models during fire-technical examinations are substantiated. In order to ensure the sufficiency of proof of the expert opinion, it is proposed to use the following approaches: methods and calculation models in the context of forensic science should achieve the most realistic picture of modeling the processes of people evacuation and the spread of fire hazards at the object of study; it is expedient

to use the field method and the individual flow model of the movement of people; the initial simulation data should correspond to the conditions and circumstances of a probable fire, under which the worst consequences are expected for the safe evacuation of people from the object of study; compliance with licensing requirements for software and assessment (examination) of the fire-prevention state of objects is a procedurally fixed form of fixing evidentiary information.

Key words: fire technical examination, mathematical modeling, calculation models, evacuation of people, a threat to life, proof.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.50>

УДК 347.948

Сергій Володимирович Роголін
старший науковий співробітник
лабораторії інженерно-технічних та військових досліджень

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1934-8977>

E-mail: rohaling@i.ua

*Національний науковий центр
«Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса»
Міністерства юстиції України*

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ РАДІОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Розроблені рекомендації щодо проведення дослідження визначення впливу радіочастотного електромагнітного випромінювання на досліджуваний прилад обліку та окреслені умови, при яких висновок щодо втручання у роботу приладу обліку з метою не облікованого споживання електричної енергії може носити категорійний характер. Розроблені рекомендації щодо визначення джерела радіочастотного випромінювання, як ймовірного, у випадках, коли джерело не надано для проведення інструментальних досліджень. Розроблена методика виконання експертних досліджень приладів обліку електричної енергії, які зазнали впливу радіочастотного електромагнітного випромінювання.

Ключові слова: *прилад обліку електричної енергії, втручання в роботу приладу обліку, електромагнітне випромінювання, частота випромінювання, електричне поле, напруженість електричного поля, електромагнітне екранування, вектор Умова-Пойнтінга, потужність випромінювання, класи електромагнітної обстановки.*

Постановка проблеми. Дослідження фактів та обставин не облікованого споживання електричної енергії у практиці проведення електротехнічних судових експертиз відноситься до найпоширеніших. На теперішній