УДК 614.84:343.983
https://doi.org/10.31474/1999-981X-2026-1-40-50

А. С. Бєліков
С. В. Подкопаєв
В. А. Шаломов
В. В. Харченко
В. В. Харченко

ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНИХ ЕКСПЕРТИЗ

Метою статті *є удосконалення підходів до встановлення причинно-наслідкових зв'язків між порушеннями вимог пожежної безпеки та наслідками пожежі, а також підвищення обґрунтованості висновків пожежно-технічної експертизи шляхом врахування ефективності протипожежних заходів.*

Методика. *У роботі застосовано системний, логіко-аналітичний та індуктивний методи дослідження, зокрема метод виключаючої індукції (метод елімінативного аналізу). Використано також порівняльний аналіз наукових підходів до встановлення причинності, елементи моделювання розвитку пожежі та аналіз нормативно-правової бази у сфері пожежної безпеки.*

Результати. *Доведено складний, багаторівневий та опосередкований характер причинно-наслідкових зв'язків у процесі виникнення, розвитку та наслідків пожеж, що зумовлюється взаємодією технічних, організаційних і природних факторів. Виявлено наявну в експертній практиці проблему механічного ототожнення факту порушення вимог пожежної безпеки з безпосередньою причиною настання негативних наслідків, що призводить до спрощеного та методологічно недостатньо обґрунтованого підходу до формування експертних висновків. Запропоновано введення нового концептуального поняття «ефективність вимог пожежної безпеки» як критерію оцінювання здатності нормативних вимог запобігати виникненню та розвитку пожеж у конкретних умовах їх реалізації. Крім того, удосконалено алгоритм визначення наявності або відсутності прямого причинно-наслідкового зв'язку між порушеннями вимог пожежної безпеки та наслідками пожежі шляхом включення етапу оцінювання ефективності протипожежних заходів, що підвищує обґрунтованість та достовірність експертних висновків.*

Наукова новизна. *Полягає у концептуалізації поняття ефективності вимог пожежної безпеки як критерію експертної оцінки, а також у розвитку методології пожежно-технічної експертизи шляхом інтеграції елімінативної індукції та оцінювання реальної дієвості нормативних вимог у конкретних умовах пожежі.*

Практична значимість. *Отримані результати можуть бути використані в практиці пожежно-технічної експертизи, судово-слідчій діяльності та при вдосконаленні нормативного регулювання у сфері пожежної безпеки, що сприятиме підвищенню точності експертних висновків і зниженню ризику помилкових рішень.*

Ключові слова: *пожежно-технічна експертиза, причинно-наслідковий зв'язок, метод виключення, елімінативна індукція, експертний аналіз, моделювання пожежі.*

Вступ.

Важливе значення для правової оцінки пожежі, запобігання правопорушенням, пов'язаним із пожежною небезпекою, а також мінімізації ризиків завдання шкоди об'єктам, що перебувають під охороною у сфері пожежної безпеки, має висновок пожежно-технічного експерта. На сучасному етапі одним із ключових напрямів пожежно-технічної експертизи є встановлення умов і факторів, які сприяють виникненню, розвитку пожежі та виникненню її негативних наслідків.

Проведення експертного аналізу обставин пожежі дає змогу визначити, які саме порушення норм пожежної безпеки стали безпосередніми причинами виникнення та поширення вогню, а також з'ясувати чинники, що вплинули на ступінь тяжкості наслідків. При цьому варто наголосити, що вимоги, закріплені в нормативно-правових актах, необхідно розглядати з урахуванням реальних умов їх застосування, які з часом можуть зазнавати суттєвих змін. У зв'язку з цим встановлення причинно-наслідкових зв'язків між порушеннями пожежної безпеки та виникненням і наслідками пожежі дозволяє не лише оцінити ефективність відповідних норм і заходів, але й визначити доцільність їх подальшого вдосконалення.

Зв'язок між недотриманням вимог пожежної безпеки, виникненням пожежі та її наслідками має складний і опосередкований характер. Формування такого причинно-наслідкового ланцюга обумовлюється багаторівневою системою забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту, а також специфічними умовами, притаманними кожному окремому випадку пожежі.

Водночас нині спостерігається негативна практика, коли під час проведення експертного дослідження не здійснюється належна оцінка ефективності протипожежних заходів у конкретних умовах, а також не встановлюється, чи було порушення вимог пожежної безпеки необхідною передумовою настання наслідків. За такого підходу фактично автоматично передбачається, що дотримання вимог системи пожежної безпеки завжди є достатнім для запобігання негативним наслідкам, незалежно від особливостей конкретної ситуації (за винятком навмисних підпалів). У результаті експерт доходить висновку про прямий причинний зв'язок між виявленими порушеннями та наслідками пожежі. Така надмірна універсалізація вимог пожежної безпеки та їх механічне застосування до умов, у яких вони не є ефективними, призводить до помилкових експертних, слідчих і судових рішень.

Отже, актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення обґрунтованості експертних висновків, а також удосконалення підходів до аналізу причинно-наслідкових зв'язків між порушеннями вимог пожежної безпеки та наслідками пожеж.

У межах дослідження авторами запропоновано ввести поняття «ефективність вимог пожежної безпеки», під яким слід розуміти здатність відповідних норм упродовж визначеного періоду часу запобігати виникненню та розвитку пожежі, а також нейтралізувати вплив небезпечних факторів пожежі на людей, матеріальні цінності та довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ще у XIX столітті підходи до кваліфікації правопорушень, пов'язаних із порушенням правил пожежної безпеки, ґрунтувалися на необхідності встановлення того, яка саме вимога була порушена, і чи було це порушення необхідною умовою настання суспільно небезпечних наслідків [1, 2]. Інакше кажучи, якщо певна дія (зокрема, недотримання встановлених норм пожежної безпеки) визнавалася експертом як причина виникнення або поширення пожежі, то особа, яка її вчинила, притягувалася до відповідальності за наслідки, аж до кримінальної. Водночас у випадках, коли порушення мало місце, але не могло бути кваліфіковане як причина пожежі або її наслідків, відповідальність обмежувалася самим фактом порушення (дисциплінарною чи адміністративною). У зв'язку з цим особливого значення набуває ґрунтовний аналіз природи причинно-наслідкових (каузальних) зв'язків, а також визначення умов, за яких одне явище може бути достовірно визнане причиною іншого або, навпаки, виключена наявність такого зв'язку.

Мета статті. Удосконалення підходів до встановлення причинно-наслідкових зв'язків між порушеннями вимог пожежної безпеки та наслідками пожежі, а також підвищення обґрунтованості висновків пожежно-технічної експертизи шляхом врахування ефективності протипожежних заходів.

Методи дослідження. У роботі застосовано системний, логіко-аналітичний та індуктивний методи дослідження, зокрема метод виключаючої індукції (метод елімінативного аналізу). Використано також порівняльний аналіз наукових підходів до встановлення причинності, елементи моделювання розвитку пожежі та аналіз нормативно-правової бази у сфері пожежної безпеки.

Виклад основного матеріалу. Основи системного підходу до індуктивного визначення причинних зв'язків між явищами були закладені Ф. Беконом у праці «Новий органон» [3-6]. Саме він одним із перших серед мислителів наголосив на значенні індукції, підкреслюючи, що принцип причинності є фундаментом будь-якого індуктивного дослідження. Проте для використання у вирішенні як теоретичних, так і практичних завдань запропоновані ним методи потребували подальшого розвитку та уточнення. Значний внесок у цей процес зробив Д. С. Мілль, який сформулював правила індуктивного мислення як своєрідні логічні інструменти, що дозволяють обґрунтовувати узагальнення, отримані на основі фактичних даних, які, своєю чергою, виступають вихідними положеннями індуктивних висновків [7]. Учений розробив п'ять основних методів: метод подібності, метод відмінності, комбінований метод

подібності та відмінності, метод залишків і метод супутніх змін. Ці підходи також відомі як «виключаюча індукція» або методи встановлення причинних залежностей. Виключаюча індукція є одним із ключових інструментів емпіричного пізнання та полягає в тому, що для визначення причини певного явища *y* послідовно виключаються всі обставини, які не можуть бути його причиною [8-9].

Варто підкреслити, що причинно-наслідкові зв'язки формуються відповідно до законів природи, згідно з якими різні матеріальні об'єкти взаємодіють між собою на фізичному, хімічному, біологічному та інших рівнях. Будь-який вплив певного чинника *x* на об'єкт *a* неминуче викликає певну відповідну реакцію *y*. Отже, будь-який фактор, здатний спричинити вплив на об'єкт і викликати його відповідь, може розглядатися як діюча причина відповідного наслідку [9]. Наприклад, саме нагрівання є причиною теплового розширення твердих тіл.

Спираючись на [10-13], можна виділити основні характеристики причинно-наслідкового зв'язку:

Активність причини - діюча причина безпосередньо породжує свій наслідок, тобто є активним джерелом його виникнення.

Часова послідовність - причина передує наслідку у часі, що обумовлено обмеженою швидкістю протікання фізичних процесів. Хоча часовий інтервал між ними може бути дуже коротким, він завжди існує. При аналізі причинності особливу увагу приділяють випадкам із значним часовим проміжком, оскільки за цей час можуть виникнути інші фактори, які також впливають на результат. Водночас не кожна послідовність подій має причинний характер - зв'язки можуть бути статистичними (характерними для біологічних систем), кореляційними (часто у соціальних процесах), функціональними або випадковими.

Опосередкованість зв'язку - взаємодія між причиною *x* і наслідком *y* завжди відбувається через об'єкт *a*, який трансформує зовнішній вплив у відповідну реакцію. Така трансформація здійснюється завдяки внутрішньому механізму, що визначається структурою об'єкта. Якщо цей механізм відомий, це дозволяє не лише встановити наявність причинного зв'язку, а й з'ясувати його природу.

Роль внутрішньої структури - внутрішня будова об'єкта *a* може як сприяти виникненню наслідку під впливом *x*, так і перешкоджати цьому. У зв'язку з цим у логіці індукції використовується поняття «формальної причини», яка, з одного боку, є необхідною умовою існування причинного зв'язку, а з іншого - закладена у внутрішній структурі об'єкта, тобто є його невід'ємною характеристикою. Розмежування формальної та діючої причин набуває особливого значення при правовій оцінці причинно-наслідкових зв'язків [14]. Так, наприклад, наявність кисню є формальною передумовою виникнення пожежі, однак вона не може розглядатися як основна (діюча) причина, що ставить питання про визначення саме такої причини у кожному конкретному випадку.

У філософії та логіці існує декілька підходів до визначення поняття «причина»:

- явище *x* вважається причиною явища *y*, якщо воно виступає достатньою умовою його настання (тобто щоразу, коли реалізується *x*, виникає і *y*). У формальному вигляді цей зв'язок можна записати як $x \rightarrow y$;

- явище *x* розглядається як причина *y*, якщо воно є необхідною умовою його виникнення (тобто за відсутності *x* подія *y* не відбувається). Формально це також виражається як $x \rightarrow y$.

Кожне з наведених трактувань є неповним, тому зазвичай під причиною розуміють поєднання необхідної та достатньої умов: у цьому випадку наявність *x* завжди супроводжується настанням *y*, а відсутність *x* - відсутністю *y*. Такий взаємозв'язок може бути представлений як $(x \rightarrow y) \wedge (x \rightarrow y)$ або в еквівалентній формі $x \rightarrow y$. Водночас із позицій формальної логіки зазначена залежність означає взаємну імплікацію між *x* і *y*. Однак у контексті встановлення фактичної причинності важливо враховувати часову послідовність подій: спочатку відбувається *x*, і лише після цього можливе настання *y*, тому саме *x* може розглядатися як причина.

Для встановлення наявності або відсутності причинно-наслідкового зв'язку застосовується низка базових принципів елімінативного аналізу, які дозволяють виключити з розгляду ті обставини, що не

можуть бути причиною досліджуваної події.

Згідно з принципом достатності причини, якщо встановлено, що подія *z* могла відбутися, але подія *y* не настала, то можна зробити висновок, що *z* не є причиною *y*. В процесі визначення причини пожежі, яка виникла після порушення норм пожежної безпеки, необхідно переконатися, що серед інших обставин відсутні такі, які самі по собі здатні викликати пожежу, тобто є достатньою причиною її виникнення, і що без них пожежа не відбулася б навіть за наявності відповідного порушення.

Не менш важливим є й інший принцип елімінативного підходу: якщо є дані (емпіричні чи теоретичні), що подія *y* відбулася або могла відбутися навіть за відсутності події *z*, то *z* не може розглядатися як причина *y*. Такий підхід ґрунтується на тому, що причина повинна бути необхідною умовою виникнення наслідку.

Застосування цього принципу в розслідуванні пожеж передбачає аналіз ситуації за умови відсутності «підозрюваного» порушення при незмінності інших факторів. Це є складним завданням, яке може вирішуватися за допомогою експериментальних досліджень або математичного (комп'ютерного) моделювання. Сучасні наукові розробки також спрямовані на формалізацію методів виключаючої індукції та їх інтеграцію у системи штучного інтелекту [15].

У зв'язку з викладеним доцільно розглянути еволюцію підходів до встановлення причинно-наслідкових зв'язків у процесі розвитку теорії та практики розслідування пожеж. Авторами досліджено становлення методів визначення взаємозв'язку між порушеннями вимог пожежної безпеки та наслідками пожеж, починаючи з найперших джерел в Україні і до сучасного етапу [16, 17].

Методи індукції можуть ефективно застосовуватися для вирішення питань причинності у сфері пожежно-технічної експертизи (табл. 1). При цьому до класичних методів індукції додається ще один спеціалізований інструмент - метод виключення, який широко використовується в експертній практиці.

Зазначимо, що для встановлення характеру причинно-наслідкового зв'язку між порушенням правил пожежної безпеки та негативними наслідками пожежі найчастіше застосовується саме метод виключення. Він дає змогу з'ясувати, чи є певна подія обов'язковою умовою для виникнення іншої.

Щодо першого етапу логічної процедури методу виключення (п. 1 табл. 1) слід уточнити таке. Коли експерту необхідно визначити причинно-наслідковий зв'язок між певною дією або бездіяльністю, що призвела до порушення вимог, і її наслідками, то об'єктом виключення виступає саме факт цього порушення. У такому випадку аналіз причин пожежі проводиться за умови, ніби відповідні вимоги були дотримані.

Другий етап процесу уявного виключення (п. 2 табл. 1) може реалізовуватися по-різному залежно від наукової основи, на якій ґрунтується експертний висновок, а також з урахуванням рівня його деталізації та необхідності врахування інших впливових факторів. Експерт формулює висновок щодо причинно-наслідкового зв'язку або на основі відповідних наукових положень, або шляхом проведення спеціальних розрахунків (теплотехнічних, електротехнічних тощо).

Зазначені методи, хоча й мають теоретичний характер, потребують підтвердження емпіричними даними. Для цього застосовуються спостереження (аналіз реальних подій у тому вигляді, в якому вони відбувалися), експеримент (штучне відтворення умов для їх дослідження) або моделювання - непрямий спосіб вивчення явищ, який використовується тоді, коли пряме дослідження є неможливим. На сьогодні існує низка математичних моделей, що враховують важливі параметри розвитку пожежі, однак універсальної моделі, яка б повністю описувала всі можливі сценарії, не розроблено.

Водночас саме математичне моделювання, за умови врахування максимальної кількості параметрів пожежі, є ефективним інструментом для відтворення як реальних, так і гіпотетичних сценаріїв розвитку подій. Це дає змогу прогнозувати розвиток ситуації та здійснювати правову оцінку дій або бездіяльності відповідальних осіб до моменту виникнення пожежі. Крім того, моделювання дозволяє побудувати

причинно-наслідковий ланцюг (порушення вимог пожежної безпеки - виникнення пожежі - її наслідки), який відображає загальну картину досліджуваної події. Отриманий у результаті моделювання причинно-наслідковий ряд може використовуватися як базова версія, що потребує подальшої перевірки, зокрема шляхом зіставлення з даними щодо роботи систем захисту або показаннями свідків.

Необхідність використання розрахункових методів при встановленні кваліфікації порушень вимог пожежної безпеки полягає у перевірці відповідності таких вимог реальній природі та умовам розвитку пожежі. Відтворення можливих сценаріїв може здійснюватися за допомогою методик, закріплених у нормативно-правових документах у сфері пожежної безпеки.

Причинно-наслідкові взаємозв'язки між елементами систем протипожежного захисту утворюють багаторівневу (ешелоновану) систему безпеки та формують концептуальну модель діяльності у цій сфері. Під час дослідження умов і обставин, що призвели до виникнення та поширення пожежі, експерт аналізує технічну документацію, результати огляду місця події, а також показання свідків для встановлення зв'язку між порушеннями вимог пожежної безпеки та розвитком пожежі. Важливо підкреслити, що експертне дослідження не може обмежуватися лише фіксацією фактів порушень - необхідно проводити їх глибокий аналіз і визначати взаємозв'язок із можливими або з наслідками, які вже настали. Такий аналіз має базуватися на чинних нормативних актах для відповідного типу об'єктів і, за потреби, підтверджуватися відповідними розрахунками.

Таблиця 1 - Характеристика базових методів встановлення причинно-наслідкових зв'язків

№	Метод	Формулювання
1	Єдиної подібності	Для визначення причини явища *A* потрібно серед усіх попередніх обставин виявити спільний фактор *Y*, який завжди передує виникненню цього явища.
2	Єдиної відмінності	Якщо порівнювані ситуації, в яких відбувається явище *A*, і ті, в яких воно не спостерігається, є подібними за всіма параметрами, окрім одного фактора *Y*, і при цьому *A* виникає лише за наявності *Y*, а без нього - ні, то можна припустити, що саме фактор *Y* є ймовірною причиною явища *A*.
3	Подібності та відмінності	Якщо кілька випадків, у яких спостерігається явище *A*, збігаються лише в одній спільній обставині *Y*, а інші подібні ситуації, де це явище не виникає, характеризуються відсутністю цієї обставини, то з певною часткою ймовірності можна зробити висновок, що фактор *Y* є причиною або складовою причини явища *A*.
4	Супутніх змін	Якщо при зміні певного фактора *Y* спостерігається відповідна зміна явища *A*, за умови незмінності всіх інших обставин, то з високою ймовірністю можна припустити, що саме фактор *Y* є причиною або суттєвим чинником виникнення явища *A*.
5	Залишків	Якщо встановлено, що складне явище *A* зумовлюється комплексом умов *Y*, і при цьому відомо, що окремі складові $y_1, y_2, \ldots, y_{n-1}$ спричиняють відповідні частини явища $a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$, то можна зробити висновок, що решта елементів явища *A* обумовлена відповідною частиною умов *Y*.
6	Винятки	Процес встановлення причинно-наслідкового зв'язку експертом з допомогою уявного винятку і двох етапів. По-перше, експерт подумки виключає певну подію з ланцюжка причин, що перевіряються. По-друге, він вирішує, чи буде результат мати місце за відсутності виключеної події

Процес дослідження, спрямований на виявлення порушень та аналіз причинно-наслідкових зв'язків, умовно складається з шести послідовних етапів,

опис яких подано у таблиці 2. Аналіз цієї структури показує, що аналітичну стадію (етап 5) доцільно доповнити етапом оцінювання ефективності конкретної вимоги пожежної безпеки. Наприклад, у випадку пожежі автоцистерни з бензином, що виникла внаслідок розряду статичної електрики під час завантаження, поширення вогню може бути пов'язане з відсутністю системи автоматичного пожежогасіння. При цьому під час експертного аналізу не було належним чином перевірено, чи могла діяти система заземлення для відведення статичної електрики та запобігти небезпечному розряду, а також чи могла справна система автоматичного пожежогасіння ліквідувати або локалізувати пожежу в реальних умовах події.

Таблиця 2 Стислий опис схеми встановлення порушень вимог пожежної безпеки та аналізу потенційних причинно-наслідкових зв'язків

Номер етапу	Найменування	Короткий зміст
1	Ознайомлення з матеріалами справи	Здійснюється збір інформації щодо пожежі та за необхідності запитується додаткова інформація, яка допомагає уточнити обставини виникнення аварійної ситуації.
2	Формування переліку нормативно-правових документів, вимоги яких застосовуються до досліджуваного об'єкта, з подальшим виявленням та аналізом можливих порушень норм пожежної безпеки.	Визначається перелік нормативно-правових актів і документів, які містять вимоги пожежної безпеки та поширюються на об'єкти, що є предметом дослідження.
3	Складання орієнтовного переліку можливих порушень вимог пожежної безпеки.	Виділяються конкретні вимоги пожежної безпеки, які можуть мати зв'язок із досліджуваною пожежею.
4	Огляд місця виникнення пожежі та аналіз зібраних додаткових матеріалів.	Під час проведення нормативної пожежно-технічної експертизи огляд місця пожежі має свої особливості, зокрема щодо збору та фіксації інформації про можливі порушення вимог пожежної безпеки.
5	Аналітична стадія	Під час аналізу порушень, що могли призвести до виникнення пожежі, додатково встановлюється, чи належить горюча речовина до «штатних» або «нештатних», а також чи забезпечувало її горіння поширення у часі та просторі, зокрема за межі осередку займання. Окремо оцінюються заходи, спрямовані на обмеження розповсюдження фронту горіння. При цьому доцільно здійснювати аналіз нормативної бази за ієрархічним принципом - від документів нижчого рівня до більш загальних і вищих нормативних актів.
6	Заключний етап	Висновки оформлюються у вигляді відповідей на запитання, поставлені перед експертом у межах дослідження.

Таким чином, у конкретних умовах пожежі з унікальними характеристиками розвитку небезпечних факторів вимоги пожежної безпеки не завжди забезпечують належний рівень захисту. Саме оцінка ефективності таких вимог є важливою складовою експертного дослідження і основою для формування обґрунтованих висновків (без надання правової оцінки). Відсутність відповідного етапу в алгоритмі експертизи може призводити до помилок у визначенні характеру причинно-наслідкових зв'язків між порушеннями вимог пожежної безпеки та виникненням і розвитком пожежі.

У зв'язку з цим постає необхідність удосконалення системи забезпечення пожежної безпеки та формування комплексного підходу, що включає сукупність заходів і характеристик, спрямованих на захист людей, майна та довкілля від небезпечного впливу пожеж.

Аналіз наукових джерел свідчить, що встановлення наявності або відсутності прямого причинно-наслідкового зв'язку між порушенням вимог пожежної безпеки та наслідками є ключовим завданням пожежно-технічної експертизи. У зв'язку з цим виникає потреба у розробленні чітко структурованої, науково обґрунтованої та практично придатної методики (алгоритму), яка дозволяла б визначати наявність або відсутність такого зв'язку між недотриманням норм пожежної безпеки та негативними наслідками пожежі.

Використання розрахункових підходів у процесі аналізу причинно-наслідкових зв'язків створює умови для отримання максимально повної та достовірної інформації, що відповідає реальним умовам розвитку подій. Це, своєю чергою, сприяє досягненню основної мети експертного дослідження - формуванню обґрунтованих і об'єктивних висновків.

З урахуванням зазначеного пропонується алгоритм визначення наявності або відсутності прямого причинно-наслідкового зв'язку між порушенням вимог пожежної безпеки та наслідками, що виникли внаслідок пожежі (рис. 1).

Обговорення результатів. Отримані результати свідчать про необхідність переосмислення традиційного підходу до встановлення причинно-наслідкових зв'язків у пожежно-технічній експертизі. Запропонована концепція «ефективності вимог пожежної безпеки» дозволяє перейти від формального констатування порушень до оцінювання їх реального впливу на розвиток пожежі. Це має принципове значення, оскільки одна й та сама норма пожежної безпеки може мати різний ступінь ефективності залежно від конкретних умов об'єкта та характеру пожежі. У зв'язку з цим результати дослідження узгоджуються із сучасними тенденціями розвитку експертних методик, які передбачають використання моделювання та елімінативного аналізу. Важливим є також те, що удосконалений алгоритм дає змогу структурувати процес експертного дослідження та зменшити ризик суб'єктивних інтерпретацій. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню об'єктивності та відтворюваності експертних висновків.

Окремо слід відзначити, що застосування методів виключаючої індукції дозволяє більш чітко відмежовувати дійсні причини пожежі від супутніх або випадкових факторів. Запропонований підхід також підкреслює необхідність врахування багаторівневої структури системи пожежної безпеки, у якій окремі елементи можуть компенсувати або послаблювати вплив інших. Це має значення для практики, оскільки дозволяє уникнути автоматичного приписування причинності будь-якому виявленому порушенню. Крім того, результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення навчальних програм підготовки експертів і підвищення їх методологічної культури. Перспективним напрямом подальших досліджень є формалізація запропонованого алгоритму та його інтеграція у цифрові системи підтримки експертних рішень. Також потребує додаткового вивчення питання кількісного оцінювання ефективності окремих протипожежних заходів у різних сценаріях розвитку пожежі. Загалом отримані результати розширюють теоретичні основи пожежно-технічної експертизи та сприяють підвищенню її практичної значущості.

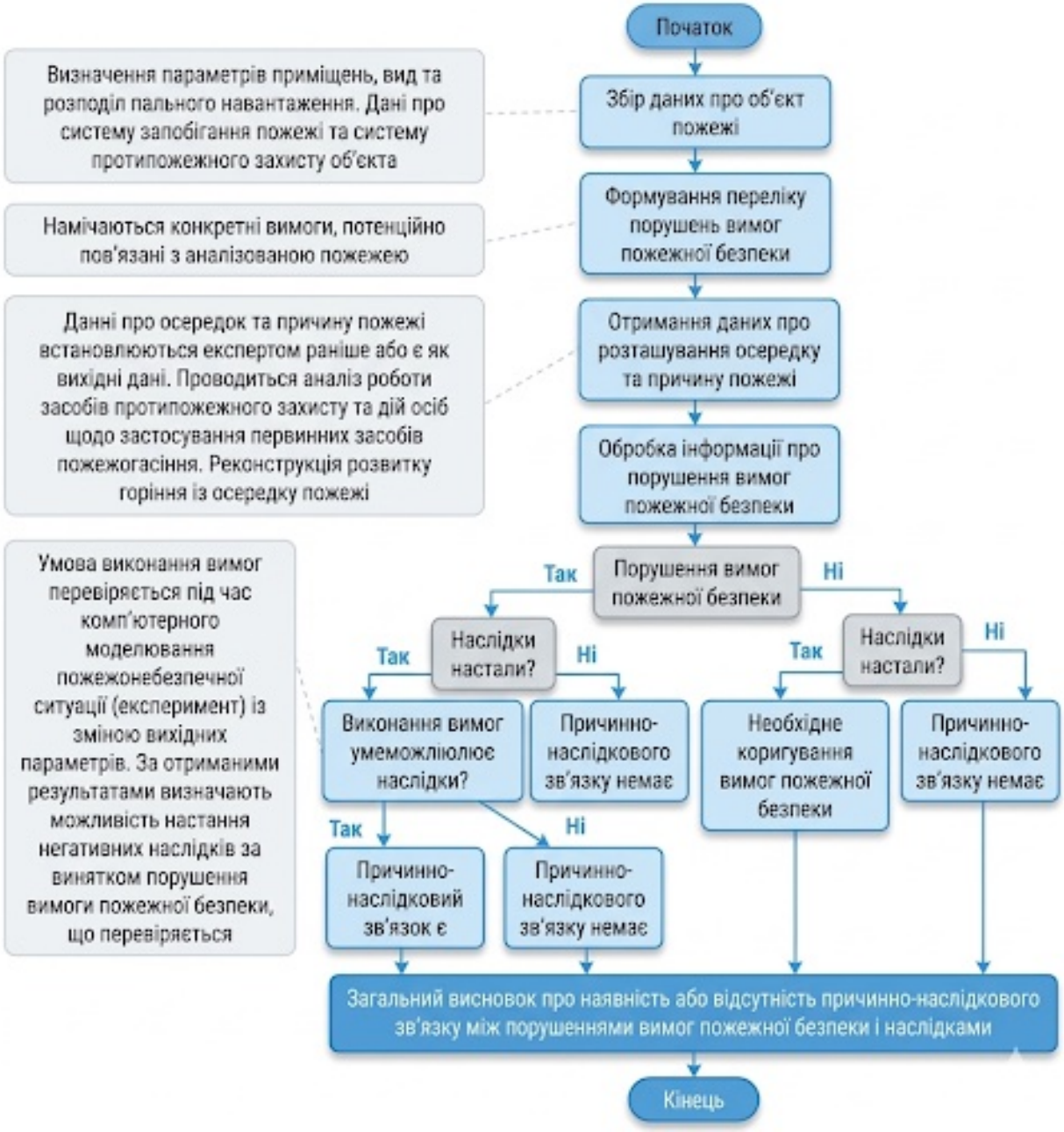

Рисунок 1. *Алгоритм для визначення наявності/відсутності прямого причинно-наслідкового зв'язку між порушенням вимог пожежної безпеки та наслідками, що сталися внаслідок пожежі*

Висновки.

На основі проведеного аналізу методологічних підходів дослідження пожеж для визначення причинно-наслідкового зв'язку запропоновано застосовувати спеціалізований інструмент – метод виключення, що дає змогу встановити причину виникнення пожежі з урахуванням можливих порушень нормативних актів та невизначеності до технологічних процесів на об'єкті. Запропоновано алгоритм для визначення наявності/відсутності прямого причинно-наслідкового зв'язку між порушенням вимог пожежної безпеки та наслідками, що сталися внаслідок пожежі.

Список літератури

1. Dalhuisen L. Pyromania in court: Legal insanity versus culpability in Western Europe and the Netherlands (1800–1950). *International Journal of Law and*

Psychiatry. 2018. Vol. 59. P. 36–47. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijlp.2018.05.002
2. Schoenefeldt H. Revisiting the 19th-century principles of fire protection at the Palace of Westminster, 1835–1942. *Construction History*. 2024. Vol. 39, no. 1. P. 99–126.
3. Cassan E. A new logic: Bacon's Novum Organum. *Perspectives on Science*. 2021. Vol. 29, no. 3. P. 255–274. DOI: https://doi.org/10.1162/posc_a_00373
4. Induction and the principles of love in Francis Bacon's philosophy of nature. *Journal for General Philosophy of Science*. 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s10838-024-09676-7
5. McCaskey J. P. Reviving material theories of induction. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. 2020. Vol. 83. P. 1–7.
6. Weeks S. V. Francis Bacon's Science of Magic: PhD thesis. Leeds: The University of Leeds, 2007.
7. Ducheyne S. J. S. Mill's canons of induction: From true causes to provisional ones. *History and Philosophy of Logic*. 2008. Vol. 29, no. 4. P. 361–376. DOI: https://doi.org/10.1080/01445340802164377
8. Saint-Mont U. Induction: A logical analysis. *Foundations of Science*. 2022. Vol. 27. P. 455–487. DOI: https://doi.org/10.1007/s10699-020-09683-z
9. Scarre G. Mill on induction and scientific method. In: Skorupski J. (ed.). *The Cambridge Companion to Mill*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. P. 112–138. DOI: https://doi.org/10.1017/CCOL0521419875.004
10. Papineau D. Causal inference and the metaphysics of causation. *Synthese*. 2025. Vol. 206. Art. 204. DOI: https://doi.org/10.1007/s11229-025-05268-0
11. Rovetto R. J., Mizoguchi R. Causality and the ontology of disease. *Applied Ontology*. 2015. Vol. 10, no. 2. P. 129–158. DOI: https://doi.org/10.3233/AO-150147
12. Sawesi S., Rashrash M., Dammann O. The representation of causality and causation with ontologies: A systematic literature review. *Online Journal of Public Health Informatics*. 2022. Vol. 14, no. 1. DOI: https://doi.org/10.5210/ojphi.v14i1.12577
13. Wunsch G., Russo F., Mouchart M., Orsi R. Time and causality in the social sciences. *Journal of Applied Statistics*. 2021. DOI: https://doi.org/10.1177/0961463X211029488
14. Кадук О. О. Причинно-наслідковий зв'язок як елемент складу правопорушення в приватно-правових відносинах. *Наукові записки НаУКМА. Юридичні науки*. 2021. Т. 8. С. 26–33. DOI: https://doi.org/10.18523/2617-2607.2021.8.26-33
15. Demir C., Muggleton S. A differentiable first-order rule learner for inductive logic programming. *Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 331. Art. 104108. DOI: https://doi.org/10.1016/j.artint.2024.104108
16. Dziuba L., Chmyr O. Forecasting fire safety risks at an enterprise using methods of mathematical statistics. *Grail of Science*. 2024. No. 42. P. 296–298. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.02.08.2024.039
17. Tsapko Y., Tkachenko T., Tsapko A. et al. Defining patterns in the fire protection of wood with reactive coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 6, no. 10. P. 55–63. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317334

References

1. Dalhuisen L. (2018) Pyromania in court: Legal insanity versus culpability in Western Europe and the Netherlands (1800–1950). *International Journal of Law and Psychiatry*. 2018. Vol. 59. P. 36–47. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijlp.2018.05.002
2. Schoenefeldt H. (2024) Revisiting the 19th-century principles of fire protection at the Palace of Westminster, 1835–1942. *Construction History*. 2024. Vol. 39, no. 1. P. 99–126.
3. Cassan E. (2021) A new logic: Bacon's Novum Organum. *Perspectives on Science*. 2021. Vol. 29, no. 3. P. 255–274. DOI: https://doi.org/10.1162/posc_a_00373
4. Induction and the principles of love in Francis Bacon's philosophy of nature. (2024) *Journal for General Philosophy of Science*. 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s10838-024-09676-7
5. McCaskey J. P. (2020) Reviving material theories of induction. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. 2020. Vol. 83. P. 1–7.
6. Weeks S. V. (2007) Francis Bacon's Science of Magic: PhD thesis. Leeds: The University of Leeds, 2007.
7. Ducheyne S. J. S. (2008) Mill's canons of induction: From true causes to provisional ones. *History and Philosophy of Logic*. 2008. Vol. 29, no. 4. P. 361–376. DOI: https://doi.org/10.1080/01445340802164377
8. Saint-Mont U. (2022) Induction: A logical analysis. *Foundations of Science*. 2022. Vol. 27. P. 455–487. DOI: https://doi.org/10.1007/s10699-020-09683-z
9. Scarre G. (2006) Mill on induction and scientific method. In: Skorupski J. (ed.). *The Cambridge Companion to Mill*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. P. 112–138. DOI: https://doi.org/10.1017/CCOL0521419875.004
10. Papineau D. (2025) Causal inference and the metaphysics of causation. *Synthese*. 2025. Vol. 206. Art. 204. DOI: https://doi.org/10.1007/s11229-025-05268-0
11. Rovetto R. J., Mizoguchi R. (2015) Causality and the ontology of disease. *Applied Ontology*. 2015. Vol. 10, no. 2. P. 129–158. DOI: https://doi.org/10.3233/AO-150147
12. Sawesi S., Rashrash M., Dammann O. (2022) The representation of causality and causation with ontologies: A systematic literature review. *Online Journal of Public Health Informatics*. 2022. Vol. 14, no. 1. DOI: https://doi.org/10.5210/ojphi.v14i1.12577
13. Wunsch G., Russo F., Mouchart M., Orsi R. (2021) Time and causality in the social sciences. *Journal of Applied Statistics*. 2021. DOI: https://doi.org/10.1177/0961463X211029488
14. Kaduk O. O. (2021) Causal connection as an element of an offence in private law relations [Prychynno-naslidkovyi zviazok yak element skladu pravoporushennia v pryvatno-pravovykh vidnosynakh]. *Naukovi zapysky NaUKMA. Yurydychni nauky*. 2021. T. 8. P. 26–33. DOI: https://doi.org/10.18523/2617-2607.2021.8.26-33 (in Ukrainian)
15. Demir C., Muggleton S. (2024) A differentiable first-order rule learner for inductive logic programming. *Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 331. Art. 104108. DOI: https://doi.org/10.1016/j.artint.2024.104108

16. Dziuba L., Chmyr O. (2024) Forecasting fire safety risks at an enterprise using methods of mathematical statistics. *Grail of Science*. 2024. No. 42. P. 296–298. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.02.08.2024.039
17. Tsapko Y., Tkachenko T., Tsapko A. et al. (2024) Defining patterns in the fire protection of wood with reactive coating. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 6, no. 10. P. 55–63. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317334

Бєліков Анатолій Серафимович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці, цивільної та екологічної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Дніпро, Україна,
ORCID: 0000-0001-5822-9682,
E-mail: belikov@pdaba.edu.ua
Подкопаєв Сергій Вікторович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна,
ORCID: 0009- 0002-6051-4719,
E-mail: s.podkopaiev@lntu.edu.ua
Шаломов Володимир Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці, цивільної та екологічної безпеки, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Дніпро, Україна,
ORCID: 0000-0002-6880-932X,
E-mail: shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua
Харченко Віталій Володимирович, доктор філософії, начальник відділу, Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС, Дніпро, Україна,
ORCID: 0000-0002-7653-3001,
E-mail: dniprondise@ukr.net
Харченко Вадим Володимирович, судовий експерт, Фізична особа підприємець «Харченко В.В.», Кам'янське, Україна,
ORCID: 0009-0003-0345-9116,
E-mail: vadimexpert36@gmail.com

ESTABLISHING CAUSAL LINKS WHEN CONDUCTING FIRE AND TECHNICAL INVESTIGATIONS

Purpose. *Improving methods for establishing causal links between breaches of fire safety regulations and the consequences of a fire, as well as enhancing the validity of fire investigation findings by taking into account the effectiveness of fire prevention measures*

Methodology. *The study employs systematic, logical-analytical and inductive research methods, in particular the method of eliminative induction (eliminative analysis). It also utilizes a comparative analysis of scientific approaches to establishing causality, elements of fire development modeling, and an analysis of the regulatory framework in the field of fire safety.*

Results. *The complex, multi-level and indirect nature of cause-and-effect relationships in the process of the occurrence, development and consequences of fires has been demonstrated, which is determined by the interaction of technical, organizational and natural factors. The problem identified in expert practice of mechanically equating a breach of fire safety requirements with the direct cause of adverse consequences has been revealed, leading to a simplified and methodologically insufficiently substantiated approach to the formulation of expert conclusions. The introduction of a new conceptual term, 'effectiveness of fire safety requirements', is proposed as a criterion for assessing the ability of regulatory requirements to prevent the occurrence and development of fires under specific conditions of their implementation. Furthermore, the algorithm for determining the presence or absence of a direct causal link between breaches of fire safety requirements and the consequences of a fire has been refined by including a stage for assessing the effectiveness of fire safety measures, which enhances the validity and reliability of expert conclusions.*

Scientific novelty. *Scientific novelty. This lies in the conceptualization of the notion of the effectiveness of fire safety requirements as a criterion for expert assessment, as well as in the development of a methodology for fire-technical expertise through the integration of eliminative induction and the evaluation of the actual effectiveness of regulatory requirements under specific fire conditions.*

Practical significance. *The findings can be applied in the practice of fire and technical investigation, in forensic and investigative work, and in the improvement of regulatory frameworks in the field of fire safety, thereby helping to enhance the accuracy of expert conclusions and reduce the risk of erroneous decisions.*

Keywords*: fire investigation, cause-and-effect relationship, process of elimination, eliminative induction, expert analysis, fire modeling*

Bielikov Anatolii Serafymovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Labor Protection, Civil and Ecological Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI «Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture», Dnipro, Ukraine,
ORCID: 0000-0001-5822-9682,
E-mail: belikov@pdaba.edu.ua

Podkopaiev Serhii Viktorovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Labour Protection, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine,
ORCID: 0009-0002-6051-4719,
E-mail: s.podkopaiev@lntu.edu.ua
Shalomov Volodymyr Anatoliiovych, Ph.D., Associate Professor of the Department of Labor Protection, Civil and Ecological Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI «Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture», Dnipro, Ukraine,
ORCID: 0000-0002-6880-932X,
E-mail: shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua
Kharchenko Vitalii Volodymyrovych, Doctor PhD., Head of Department, Dnipropetrovs'k Scientific Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs, Dnipro, Ukraine,
ORCID: 0000-0002-7653-3001,
E-mail: dniprondise@ukr.net
Kharchenko Vadym Volodymyrovych, Forensic expert, Sole trader «V.V. Kharchenko», Kam'yanske, Ukraine,
ORCID: 0009-0003-0345-9116,
E-mail: vadimexpert36@gmail.com