

Сучасні цифрові технології в судово-експертній діяльності: виклики та перспективи розвитку гірничотехнічної експертизи

Іван Пугач

кандидат технічних наук, доцент, судовий експерт відділу будівельних, земельних досліджень та оціночної діяльності лабораторії товарознавчих, гемологічних, економічних, будівельних, земельних досліджень та оціночної діяльності, Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Дніпро, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9836-7753>, e-mail: pugachivan@ukr.net

Віталій Харченко

доктор філософії, завідувач відділу будівельних, земельних досліджень та оціночної діяльності лабораторії товарознавчих, гемологічних, економічних, будівельних, земельних досліджень та оціночної діяльності, Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Дніпро, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7653-3001>, e-mail: harchenko-76@ukr.net

Досліджено використання цифрових технологій у гірничотехнічних експертизах. Проаналізовано наявні методики з'ясування причинових зв'язків, запропоновано інтегрувати сучасні технології в судово-експертну діяльність.

Ключові слова: цифрові технології; причинові зв'язки; експертна діяльність; інтеграція технологій.

Modern Digital Technologies in Forensic Activities: Challenges and Prospects for the Development of Forensic Mining Engineering Examination

Ivan Puhach, Vitaliy Kharchenko

The paper discusses the use of digital technologies in forensic mining engineering examinations. Available methodologies of ascertaining causal connections have been analyzed. It is proposed to integrate modern technologies into forensic activity.

Keywords: digital technologies; causal connections; forensic activity; technology integration.

Діджиталізація експертної діяльності й застосування штучного інтелекту (далі — ШІ) стають важливими напрямками розвитку судово-експертної практики в Україні, особливо в умовах воєнного стану. Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності та точності проведення судових експертиз у гірничій промисловості, де важливо точно з'ясувати причинно-наслідкові зв'язки між подіями. Основною науковою проблемою є недостатня розробленість методик використання цифрових технологій і ШІ в умовах специфіки гірничотехнічної експертизи, що ускладнює забезпечення об'єктивності й оперативності експертних висновків.

Метою дослідження є аналіз проблем упровадження сучасних цифрових технологій і ШІ в судово-експертну діяльність та визначення їх впливу на якість проведення гірничотехнічних експертиз. У судово-експертній практиці застосовують кілька підходів для з'ясування причинно-наслідкових зв'язків [1—5]. Основні з них містять методи послідовного виключення, аналіз достатності умов для настання результату й моделювання механізму події.

Метод послідовного виключення передбачає виключення всіх проміжних явищ, які не мають безпосереднього відношення до виникнення події. Застосування цього методу в гірничотехнічній експертизі дає змогу чітко визначити основні чинники, що призвели до аварій або надзвичайних ситуацій. Недоліком методу є те, що

він не враховує складних взаємодій між різними чинниками, що можуть впливати на подію, особливо в умовах гірничої промисловості, де присутні численні змінні чинники.

Аналіз достатності умов для настання результату. Цей підхід дає змогу оцінити, чи були наявні умови достатніми для того, щоб сталася певна подія. У гірничотехнічній експертизі це застосовують для аналізу аварійних ситуацій (вибухи метану або обвали породи). Проте цей метод має обмеження, оскільки не враховує можливості взаємного впливу чинників, які не завжди є очевидними.

Моделювання механізму події застосовують для реконструкції подій на основі просторово-хронологічної моделі, що дає змогу докладно дослідити механізм аварії. У гірничотехнічних експертизах цей метод є особливо корисним, оскільки він дає змогу зважати на вплив часу та простору на розвиток події. Водночас складність моделювання та необхідність значної кількості вхідних даних є основними недоліками цього підходу.

Просторово-хронологічне моделювання надзвичайної події є важливим інструментом у судово-експертній діяльності, особливо для дослідження механізму надзвичайних подій у гірничій промисловості. Ця модель дає змогу відтворити послідовність подій з урахуванням часових і просторових взаємозв'язків, що є критичним для визначення причинно-наслідкових зв'язків.

Основна перевага просторово-хронологічної моделі полягає у її здатності відображати складні взаємодії між різними чинниками, які впливають на розвиток аварії або надзвичайної ситуації. Модель дає змогу зважати на вплив часу, просторових характеристик і змінних умов, що виникають під час події. Це забезпечує глибоке розуміння причин виникнення інцидентів і допомагає експертам з'ясувати їхні основні причини.

Застосування цієї моделі в судово-експертних дослідженнях є важливим етапом для підвищення об'єктивності експертних висновків та ефективності аналізу надзвичайних подій. Завдяки цьому підходу можна швидше й точніше визначити причини аварій і запобігти подібним випадкам у майбутньому.

Приклад практичного застосування просторово-хронологічної моделі для проведення судової гірничотехнічної експертизи інциденту на конвеєрі, розташованому в нижній рамі екскаватора роторного на гусеничному ходу. Ситуація полягала в тому, що машиніст екскаватора, нехтуючи правилами безпеки, здійснив дії, які призвели до виникнення небезпечної ситуації. Просторово-хронологічна модель допомогла докладно відтворити послідовність подій, що передували інциденту, включно з рухами машиніста, положенням техніки, а також моментами порушення правил безпеки. Зокрема, було виявлено, що робітник проник у небезпечну зону без належного огороження, що спричинило загрозу

травмування. Графічна схема показала взаємодію між працівниками та технікою, що дало змогу з'ясувати причинно-наслідковий зв'язок між діями машиніста й виникненням небезпеки. Застосування цієї моделі також допомогло виявити недоліки в системі блокування привідного двигуна конвеєра, що могло б запобігти нещасному випадку.

Просторово-хронологічне моделювання є потужним інструментом для аналізу надзвичайних подій, проте має низку обмежень, які можуть впливати на ефективність судових гірничотехнічних експертиз. Основні недоліки: високі вимоги до якості вхідних даних, складність урахування всіх змінних чинників, відсутність автоматизації процесу аналізу.

Просторово-хронологічне моделювання потребує значної кількості точних даних для створення достовірної моделі. У реальних умовах дані можуть бути неповними або неякісними, що знижує точність моделювання. Гірнична промисловість характеризується складними умовами й безліччю взаємозалежних чинників, що впливають на розвиток подій. Просторово-хронологічне моделювання не завжди здатне врахувати всі ці чинники, особливо якщо вони змінюються в режимі реального часу.

Для підвищення ефективності просторово-хронологічного моделювання надзвичайних подій у судових гірничотехнічних експертизах необхідно впроваджувати сучасні цифрові технології й алгоритми ШІ. Ось деякі з пропозицій щодо вдосконалення:

використання алгоритмів машинного навчання, автоматизація збирання та опрацювання даних, інтегрування систем комп'ютерного зору, розроблення інтерактивних моделей, прогнозування аварійних ситуацій.

Запровадження алгоритмів машинного навчання (рекурентні нейронні мережі та глибинні нейронні мережі) дасть змогу аналізувати значні обсяги даних і виявляти приховані зв'язки між змінними чинниками. Це допоможе точніше визначати причинно-наслідкові зв'язки та прогнозувати розвиток подій.

Застосування віртуальної й доповненої реальності для створення інтерактивних просторово-хронологічних моделей дасть змогу експертам більш докладно досліджувати розвиток подій, зважаючи на всі просторові та часові характеристики. Це сприятиме більш наочному представленню подій і спростить процес аналізу.

Упровадження ШІ для аналізу історичних даних і прогнозування можливих аварій дасть змогу запобігати надзвичайним подіям шляхом вчасного виявлення небезпечних умов. Алгоритми машинного навчання здатні визначати ймовірність виникнення критичних ситуацій на основі аналізу попередніх даних.

Сучасні цифрові технології та ШІ мають значний потенціал для підвищення ефективності проведення гірничотехнічних експертиз. Основну увагу варто акцентувати на інтегруванні цих технологій у процедуру проведення експертиз, що сприятиме розв'язанню наявних проблем-

них ситуацій, пов'язаних з визначенням причинно-наслідкових зв'язків і зв'язків обумовленості.

Інтегрування цифрових технологій у методику використання просторово-хронологічної моделі надзвичайної події допоможе створити єдину систему аналізу. Це сприятиме підвищенню якості експертиз, а також достовірності й точності з'ясування причинно-наслідкових зв'язків. Подальші дослідження варто спрямувати на розроблення спеціалізованих алгоритмів з використанням ШІ, здатних оптимізувати процес опрацювання даних і ухвалення рішень під час проведення судових гірничотехнічних експертиз.

Перелік джерел посилання

1. Методика проведення судових експертиз з безпеки життєдіяльності. Реєстр. код 10.5.13 / Реєстр методик проведення судових експертиз / Мін'юст України : офіц. сайт. URL: <https://rmpse.minjust.gov.ua/search> (дата звернення: 24.09.2024).
2. Методика дослідження нещасних випадків, пов'язаних з невиконанням технологічних вимог на виробництві. Реєстр. код 10.5.14 / Там само. URL: <https://rmpse.minjust.gov.ua/search> (дата звернення: 24.09.2024).
3. Методика встановлення причинно-наслідкових зв'язків та зв'язків обумовленості при вирішенні ситуаційних завдань в інженерно-технічних експертизах. Реєстр. код 10.5.16 / Там само. URL: <https://rmpse.minjust.gov.ua/search> (дата звернення: 24.09.2024).