DOI: 10.33994/kndise.2024.69.34
УДК 343.98

Тетяна Василівна Ніколайчук

Керівниця Юридичної клініки кафедри права, викладачка кафедри права ВНЗ «Університет імені Альфреда Нобеля»

ORCID: 0009-0007-1973-3385, e-mail: nikolaychuk.t@duan.edu.ua

Юлія Вадимівна Соломаха

Судова експертка сектору відділу почеркознавчих досліджень, технічного дослідження документів та обліку лабораторії криміналістичних видів досліджень Дніпропетровського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру Міністерства внутрішніх справ України

ORCID: 0000-0003-2356-2471, e-mail: Juliasolomakha2019@gmail.com

Щодо питання про використання можливостей штучного інтелекту в судовій експертизі

Стаття присвячена можливостям застосування систем Штучного Інтелекту, які використовуються при виконанні низки завдань, що виникають у процесі здійснення судово-експертної діяльності, зокрема завдань почеркознавчої та техніко-криміналістичної експертизи документів. Проаналізовано можливості використання нейронної мережі не тільки для зображень, а й для великих обсягів тексту та інших даних. Зазначено, що застосування Штучного Інтелекту необхідно розглядати як один з етапів порівняльного дослідження, не підміняючи саме порівняльне дослідження.

Ключові слова: *штучний інтелект*; *судова експертиза*; *нейронна мережа*; *почеркознавча експертиза*; *підписи*; *рукописні записи*; *комплексна експертиза.*

Постановка проблеми. У житті сучасного суспільства штучний інтелект (далі — *ШІ*) міцно зайняв особливе місце. Технології ШІ впроваджено, зокрема, у навігацію, додатки для смартфонів, рекламу, «розумні» будинки й автомобілі, фінанси тощо. Загальновживаними стали такі словосполучення, як «цифрова економіка», «цифрова школа», «цифрова криміналістика» тощо.

У сфері ШІ все змінюється майже щодня. Це тектонічні зміни, так би мовити — технічна революція. *ChatGPT* успішно складає іспит на отримання медичної ліцензії в США. На відомому фотоконкурсі перемагає

робота ШІ. *M. Stanley* тестує вдосконалений чат-бот на основі новітньої технології *OpenAI* для своїх 16 000 фінансових консультантів.

Окрім очевидної зручності та комфорту, технології ШІ зумовлюють появу нових видів злочинів та нові виклики для правоохоронних органів різних держав, для судової експертизи — це свідчить про появу нових об'єктів дослідження.

З моменту зародження і становлення судова експертиза як інститут не могла не використовувати найпередовіші та найефективніші для свого часу методи і засоби дослідження.

Прикладом цього є застосування методів фізики, хімії, фотографії тощо. Далі до цих методів додалися математичні, статистичні засоби обробки інформації про об'єкти дослідження, інформаційні технології.

Подальшим кроком розвитку бачиться використання в судово-експертній діяльності можливостей ШІ. Впровадження в будь-яку практику нових засобів і методів завжди призводило до розбіжностей у наукових поглядах між теоретиками і практиками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема ШІ при розслідуванні злочинів, провадженні судових експертиз й загалом у судово-експертній діяльності (далі — *СЕД*) набуває все більшу актуальність.

На сьогодні у світовій практиці відбулися значні зміни в області розуміння використання та навчання ШІ для цілей СЕД.

Так, *J. Schneider* та *F. Breitinger* розробили концепцію криміналістичної експертизи ШІ та виявили шкідливі системи ШІ в межах криміналістичної роботи на основі двох тематичних досліджень із використанням активації шарів у моделі сірої скриньки [1].

M. Spranger, F. Heinke, L. Appelt, M. Puder, D. Labudde у своїй роботі презентували прототип (*MoNa*, аналізатор мобільних мереж) та демонстрували його ефективність. Запропонували технологічний ланцюжок, який дає змогу значно скоротити час аналізу та оцінки за рахунок зменшення кількості повідомлень, які необхідно досліджувати вручну [2].

Z. Geradts у своїй статті «*Digital, Big Data and Computational Forensics*» представив кілька ідей щодо нових розробок у сфері цифрових доказів та біометричних функцій, а також подробиці про те, як їх використовувати. Він зазначив, що деякі розробки включають використання *Deep Learning* (далі — *DL)* для виявлення рідної мови мовця і слідів хімікатів на одязі, а також розпізнавання моделі камери за зображенням, зробленим за її допомогою. Акцентував, що забезпечення якості та перевірка результатів залишаються важливим питанням у разі розроблення нових алгоритмів [3].

Дослідна робота співавторів — С. Матуєлене, В. Шевчука, Ю. Балтрунене — порушує актуальні проблеми застосування технологій ШІ в діяльності органів правопорядку та юстиції в умовах воєнного стану і глобальних загроз. Авторами визначаються основні тенденції, проблеми й перспективи криміналістичних досліджень із використанням ШІ крізь призму євроінтеграційних процесів; висвітлюються прогалини

в нормативно-правовому регулюванні використання цифрових технологій, окреслюються напрями його вдосконалення [4].

Також цією проблематикою займається велика кількість вчених, дослідників, експертів, фахівців у галузі криміналістики [5—34].

Мета дослідження. Дослідити перспективи розвитку технологій ШІ, використання можливостей ШІ в роботі правоохоронних органів, у судово-експертній діяльності, з урахування видів та підвидів експертиз. Дослідити можливості застосування систем ШІ для розв'язання, зокрема, завдань почеркознавчої та техніко-криміналістичної експертизи документів.

Викладення основного матеріалу. Сьогодні ШІ контролюється людьми, але він уже здатний розв'язувати завдання автономно, навчаючись на прикладах, що робить його таким, що перевершує традиційні комп'ютерні програми з двох причин: продуктивність і простота розроблення.

Аналіз, проведений українськими соціологами, дозволив отримати відомості про оптимістичні уявлення більшості респондентів щодо активного розвитку ШІ. У результаті цього аналізу виявили такі позитивні аспекти від використання можливостей ШІ: насамперед, звільнення людей від важких, небезпечних і некваліфікованих видів діяльності (69,5%); підвищення продуктивності в усіх галузях промисловості (50,4%); можливість забезпечення запобігання хворобам та, як наслідок, продовження життя (19,9%); збереження людства від стихійних лих та катастроф (18,1%); зниження рівня злочинності та війни (14,1%). Водночас 35,6% опитаних висловлюють думки про те, що ШІ можна довірити виконання функції правозахисних органів, 46,0% — передачу розроблення та вдосконалення законодавства, а 54,9% надають великого значення розгляду справ у суді. Такі результати свідчать про позитивні уявлення щодо необхідності підтримки застосування ШІ в роботі правозахисних органів і судів [4].

Доступ до ШІ досить простий, оскільки стандартні моделі *DL* можна навчити з мінімальними витратами людської праці, завантаживши дані на віртуальну платформу, таку як *Google CloudML*.

Найефективнішим способом організації ШІ є штучні нейронні мережі.

Нейронна *мережа* — це метод у штучному інтелекті, який вчить комп'ютери обробляти дані в такий самий спосіб, як і людський мозок.

Прикладом застосування нейронних мереж у сфері експертизи є розпізнавання обличь [5], де ці мережі досліджують зображення обличчя людей і знаходять такі особливості, як форма носа, вух і рота. У таких мережах параметри тисяч і більше нейронів коригуються на основі навчання для поліпшення ефективності розпізнавання. У поєднанні з поліпшеним розпізнаванням образів для визначення очей, рота і положення обличчя вони дають кращі результати.

Нідерландський інститут судово-медичної експертизи розробив систему судово-медичного пошуку для поліції [11]. Його можна

використовувати для пошуку у великих обсягах даних, наприклад, цифрових слідів, включно з електронними листами, миттєвими повідомленнями або зображеннями, а також відеоматеріалами. Інформацію про місцезнаходження з фотографій та інших даних також можна нанести на карту за допомогою цієї системи. Така система пошуку була розроблена з використанням програмного забезпечення для обробки великих даних із відкритим вихідним кодом і може використовуватися максимально прозоро. До того жсистема постійно оновлюється, щоб відповідати форматам файлів, які використовуються нещодавно розробленими додатками.

Як позитивний приклад використання можливостей ШІ правоохоронними органами, можна навести роботу відділу по боротьбі зі злочинністю поліції Нью-Йорка, який вже кілька років застосовує програму *Patternizr*, що порівнює мільйони випадків грабежів, крадіжок, зокрема крадіжок із бази даних, щоб допомогти слідчим виявляти патерни (*pattern*) серійних злочинів. Наприклад, інструмент може знаходити випадки, коли злочинець використовує одні й ті самі інструменти для злому, а також орудує в одній зоні. Однак *Patternizr* виключає з аналізу фактор расової належності підозрюваних, щоб уникнути упередженості під час розслідування конкретного злочину. Ця програма вже допомогла поліції виявити кілька серійних грабіжників. Для навчання алгоритму використовували набір даних злочинів за десятирічний період, а також шаблони серійних злочинів від відділу аналітики.

Аналогічну систему компанія *Singular Perturbations* почала впроваджувати в деяких префектурах Японії. Вона використовує кримінологічні, математичні та статистичні методи аналізу даних про час, місце, погоду, географічні умови та інші характеристики злочинів та інцидентів, а також інформацію із соцмереж.

Загальновідомо, що основною перевагою комп'ютерів є те, що вони можуть швидко шукати у великих обсягах даних. Людина втомлюється після ручного вивчення зображень облич, і цей процес більш схильний до помилок [6]. Комп'ютер може легко опрацювати кілька мільйонів облич з однією і тією ж групою рис обличчя.

У принципі розумне поєднання людських зусиль і використання комп'ютерів дозволяє значно заощадити час. Такі компанії, як *Microsoft, Google* і *Apple* використовують цю ідею для великомасштабного аналізу даних рекламного ринку. Усі пошукові запити користувачів, крім інформації про їхнє місцезнаходження, надають цим компаніям безцінну інформацію про вподобання користувачів. Методи, розроблені в цих галузях, можуть використовуватися в судово-експертних дослідженнях, і багато компаній надали свої технології з відкритим вихідним кодом, наприклад *PyTorch, Hadoop, TensorFlow, FaceNet* і *OpenFace* [7].

Так само відомо, що нейронну мережу можна використовувати не тільки для зображень, а й для великих обсягів тексту та інших даних, включно з аудіо. Вважається, що такий тип мережі необхідно навчати для кожного завдання на відповідних даних. Наприклад, нейронну

мережу можна навчити виявляти як шахрайські, так і безпечні транзакції [8]. Потім можна застосувати цю технологію, яка дасть змогу провести ідентифікацію, що неможливо було б здійснити вручну.

Одна з проблем нейронних мереж полягає в тому, що вони працюють як чорний ящик, тому що мережа може бути навчена на інформації, відмінній від тієї, на якій ви хочете. Як приклад, можна навести такий випадок: у 80-х роках минулого сторіччя американські військові використовували алгоритми на основі нейронних мереж для виявлення ворожих танків захованих у лісі [10]. Однак алгоритм не відрізняв танки, він міг розрізняти лише сонячні та похмурі дні, оскільки навчальна база була створена з використанням американських танків у лісі в сонячний день та ворожих танків у лісі в похмурий день.

Більшість рішень на основі ШІ можуть добре функціонувати лише для одного завдання за раз [9]. Отже, правильно сформований алгоритм може розпізнавати обличчя, але не може виконувати інші завдання.

Саме від правильного налаштування параметрів нейронної мережі на початкових стадіях її побудови залежить точність одержуваних результатів. У зв'язку з цим особливої важливості набуває надання грамотно підібраних наборів даних.

Так, при створенні тестових і навчальних наборів даних важливо проконтролювати, щоб дані, які до них входять, не були суперечливими і відображали загальні та окремі ознаки аналізованих об'єктів. Ще одним істотним фактором є кількість об'єктів, що входять до набору.

Одним з актуальних і перспективних напрямів застосування ШІ в судовій експертизі у найближчому майбутньому вбачається дослідження документів.

Питання використання системи ШІ для порівняння підписів і рукописних текстів у різних документах із метою встановлення фактів виконання їх певною особою викликає більше запитань, ніж відповідей.

Безумовно ШІ здатний на порядок швидше встановлювати зв'язки, якщо такі є, між різними об'єктами. Це важливо під час проведення ідентифікаційних досліджень без надання потенційних слідоутворюючих об'єктів (що перевіряються).

Наприклад, для навчання нейронної мережі, завдання якої є порівняння підписів з метою встановлення фактів їхнього виконання одним або кількома виконавцями — об'єктами, що становлять набір даних, виступають оцифровані зображення підписів. При цьому під час оцифрування зображень для включення до набору даних слід використовувати методи і засоби, що максимально зберігають якість зображення.

До того жне втрачає актуальності дослідження документів минулих років, які заповнювали винятково рукописним способом, але згодом вони частково втратили свій зміст під впливом чинників зовнішнього середовища, а також інших причин (особливостей манери письма, що проявляється в рукописі у вигляді частково недописаних штрихів окремих літер і цифр або штрихів, які неможливо прочитати, а також використання варіантів літер, відмінних від норм пропису, тощо). Тому,

видається актуальним використання технологій ШІ для розпізнавання змісту рукописних текстів, фрагменти літер і цифр яких частково не дописано або спотворено внаслідок природних чи штучних причин.

Небезпідставно вважається, що до переваг оброблення за допомогою комп'ютерних технологій, належить транспарентність інформації. На відміну від людської оцінки, що залежить від безлічі чинників (рівня компетентності, рис характеру, просто настрою тощо), машина або мережа машин розуміють внесені до неї дані однаково, без спотворень. Це має сприяти мінімізації проблемних питань, пов'язаних із вживанням і подальшим трактуванням спеціальної експертної та іншої термінології під час проведення судової експертизи.

Є думка науковців, що зосередження експертної інформації про об'єкти судової експертизи в одній експертній інформаційній системі дасть змогу перейти на новий рівень ефективності виконання комплексних експертних досліджень. Зокрема, визначення ознак технічного підроблення документів (монтажу, підчищення, дописування, домальовування), встановлення фактів виконання декількох підписів або рукописних записів одним або різними виконавцями, встановлення первісного змісту.

Під час проведення судової експертизи, вирішуючи як діагностичні, ідентифікаційні, так і інші завдання, у залежності від виду експертиз, експерт зазвичай має оперувати значним обсягом інформації, що безпосередньо стосується об'єктів дослідження, методики дослідження, засобів і методів, викладених у методиці.

Але ШІ дасть змогу аналізувати й мікрооб'єкти, залишені на місці злочину, заощадивши судово-медичним експертам час на проведення дослідження. Нейромережі здатні також класифікувати ці частинки, щоб зосередитися саме на тих, які можуть допомогти слідству, і відсікати непотрібні (наприклад, шерсть домашніх тварин).

Реалізація вже встановлених можливостей ШІ дасть змогу багаторазово збільшити ефективність пошуку необхідної для формулювання обґрунтованого висновку інформації. До того ждля вирішення рутинних завдань пошуку та опрацювання масиву даних.

Висновки. Підсумовуючи, автори констатують, що безумовно результати застосування ШІ мають піддаватися оцінці з боку експерта, який здійснює дослідження.

Слід зазначити, що застосування ШІ необхідно розглядати як інноваційний технічний засіб на етапі порівняльного дослідження, не підміняючи саме порівняльне дослідження.

Також факт застосування будь-якого програмного продукту на основі ШІ при виконанні експертизи має бути відображений у висновку експерта. Зокрема, у вступній частині висновку при описі використаних засобів експерту слід зазначити найменування та версію застосованої програми. До того жмає бути зазначено, що ця програма ґрунтується на технологіях ШІ. Процес роботи з таким програмним забезпеченням також має бути описаний у дослідницькій та синтезуючій частинах висновку експерта.

До того жнауковцями мають бути сформульовані принципи використання ШІ в судово-експертній діяльності, а також принципи ухвалення й оцінювання остаточного рішення, що ґрунтується, зокрема, на результатах застосування алгоритмів розглянутого феномена.

Перелік посилань **References**

1. Schneider, J., Breitinger, F. (2023). Towards AI forensics: Did the artificial intelligence system do it? *Journal of Information Security and Applications*. No. 76. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214212623001011.
2. Spranger, M., Heinke, F., Appelt, L., Puder, M., Labudde, D. (2016). MoNA: Automated Identification of Evidence in Forensic Short Messages. *International Journal on Advances in Security*. URL: https://www.researchgate.net/publication/321777098_MoNA_Automated_Identification_of_Evidence_in_Forensic_Short_Messages.
3. Geradts, Z. (2018). Digital, Big Data and Computational Forensics. *Forensic Sciences Research*. No. 3 (3). Pp. 179—182. DOI: 10.1080/20961790.2018.1500078.
4. Матуєлене С., Шевчук В., Балтруненe Б. (2022). Штучний інтелект в діяльності органів правопорядку та юстиції: вітчизняний та європейський досвід. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. № 4 (29). URL: https://khrife-journal.org/index.php/journal. Matuelene, S., Shevchuk, V., Baltruninė, J. (2022). Artificial Intelligence in the Activities of Law Enforcement and Justice Agencies: Domestic and European Experience. *Theory and Practice of Forensic Examination and Criminalistics*. No. 4 (29). URL: https://khrife-journal.org/index.php/journal [in Ukrainian].
5. Kaur, M., Kumar, D. (2016). A review on various techniques for face recognition in digital images. *Int J Curr Res Acad Rev*. No. 4 (10). Pp. 22—26. DOI: 10.20546/ijcrar.2016.410.003.
6. Simoni, D. A., Motter, B. C. (2010). Human search performance is a threshold function of cortical image separation. *J Vis*. No. 3. P. 228.
7. Baltrusaitis, T., Robinson, P., Morency, L. P. (2016). OpenFace: an open source facial behavior analysis toolkit. *2016IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*; 2016 Mar 7-10; Lake Placid, NY. NJ: IEEE Press. Pp. 1—10..
8. Sokolov, V. (2017). Discussion of «Deep learning for finance: deep portfolios»: discussion of «Deep learning for finance: deep portfolios». *Appl Stoch Model Bus Ind*. No. 33. Pp. 16—18.
9. Ruocco, K. (2017). Related Articles to Artificial Intelligence: The Advantages and Disadvantages. Arrk. URL: https://www.arrkgroup.com/thought-leadership/artificial-intelligence-the-advantages-and-disadvantages.
10. Dreyfus, H. L., Dreyfus, S. E. (1992). What artificial experts can and cannot do. *AI & Soc*. No. 6. Pp. 18—26.
11. Van Baar, R. B., van Beek, H. M., Avan Eijk, E. J. (2014). Digital forensics as a service: a game changer. *Digit Investig*. No. 11. Pp. 54—62.
12. Singh, G., Singh, K. (2017). Improved JPEG anti-forensics with better image visual quality and forensic undetectability. *Forensic Sci Int*. Vol. 277. Pp. 133—147.
13. Moon, P. J. (2015). The development of anti-forensic tools for android smartphones. *J Korea Inst Electron Commun Sci*. No. 10. Pp. 95—101.

14. Gandomi, A., Haider, M. (2015). Beyond the hype: big data concepts, methods, and analytics. *Int J Inf Manag*. No. 35. Pp. 137—144.
15. Franke, K., Srihari, S. N. (2008). Computational forensics: an overview. In: Computational forensics. Berlin, Heidelberg: Springer. Pp. 1—10.
16. Geradts, Z., Bijhold, J. (2001). New developments in forensic image processing and pattern recognition. *SciJustice*. No. 41. Pp. 159—166.
17. Geradts, Z., Keijzer, J. (1996). The image-database REBEZO for shoeprints with developments on automatic classification of shoe outsole designs. *Forensic Sci Int*. No. 82. Pp. 21—31.
18. Geradts, Z. J., Keijzer, J. (1995). Keereweer I. Automatic comparison of striation marks and automatic classification of shoe prints. In: Rudin LIBramble SK. Proceeding of SPIE 1995 Sept 1; San Diego, CA. SPIE. Pp. 151.
19. Cooper, A. J. (2013). Improved photo response non-uniformity (PRNU) based source camera identification. *Forensic Sci Int*. No. 226. Pp. 132—141.
20. Gisolf, F., Malgoezar, A., Baar, T., et al. (2013). Improving source camera identification using a simplified total variation based noise removal algorithm. *Sci Rep*. No. 10. Pp. 207—214.
21. Duijn, P. A. C., Kashirin, V. (2014). Sloot PMA. The relative ineffectiveness of criminal network disruption. *Sci Rep*. No. 4. Pp. 4238.
22. Williams, M. L., Burnap, P. (2016). Cyberhate on social media in the aftermath of Woolwich: a case study in computational criminology and big data. *Br J Criminol*. No. 56. Pp. 211—238.
24. Chan, J., Bennett Moses, L. (2016). Is big data challenging criminology? *Theor. Criminol*. No. 20. Pp. 21—39.
24. Smith, G. J. D., Bennett Moses, L., Chan, J. (2017). The challenges of doing criminology in the big data era: towards a digital and data-driven approach. *Br J Criminol*. No. 57. Pp. 259—274.
25. Bodin, W. K., Jaramillo, D., Marimekala S. K. (2015). Security challenges and data implications by using smartwatch devices in the enterprise. *12th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT)*; 2015 Oct 19-20; Melville, NY. Piscataway, NJ: IEEE Press. Pp. 1—5.
26. Ichikawa, F., Chipchase, J., Grignani, R. (2005). Where's the phone? A study of mobile phone location in public spaces. *IEE Mobility Conference 2005*. The Second International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems; 2005 Nov 15-17; Guangzhou, China. Piscataway, NJ: IEEE Press. Pp. 142.
27. Unsworth, K. (2014). Questioning trust in the era of big (and small) data: questioning trust in the era of big (and small) data. *Bull Assoc Inf Sci Technol*. No. 41. Pp. 12—14.
28. Wang, Z., Yu, Q. (2015). Privacy trust crisis of personal data in China in the era of Big Data: the survey and countermeasures. *Comput Law Secur Rev*. No. 31. Pp. 782—792.
29. Haberman, C. P., Ratcliffe, J. H. (2012). The predictive policing challenges of near repeat armed street robberies. *Policing*. No. 6. Pp. 151—166.
30. Robinson, T., Morency, L. P. (2016). OpenFace: an open source facial behavior analysis toolkit. *2016IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*; 2016 Mar 7—10; Lake Placid, NY. Piscataway, NJ: IEEE Press. Pp. 1—10.
31. Ruocco, K. (2017). Related Articles to Artificial Intelligence: The Advantages and Disadvantages. Arrk. Author's manuscript. URL: https://www.arrkgroup.com/thought-leadership/artificial-intelligence-the-advantages-and-disadvantages.

32. Hansen, M. (2016). Data protection by design and by Default à la European General Data Protection Regulation. In: Lehmann AWhitehouse DFHSimone, et al. *Privacy and identity management. Facing up to next steps.* New York : Springer International Publishing. Pp. 27—38.
33. Jefferson, B. J. (2018). Predictable policing: predictive crime mapping and geographies of policing and race. *Ann Am Assoc Geogr*. No. 108. Pp. 1—16.
34. Rzevski, G. (2008). A new direction of research into artificial intelligence. *Artif Intell*. Pp. 1—16.

Regarding the question of using the opportunities of artificial intelligence in forensic examination

T. Nikolaichuk, Y. Solomakha

The article is devoted to the possibilities of applying Artificial Intelligence systems used in performing several tasks arising in the course of forensic activities. The article investigates the possibilities of using AI systems to solve, in particular, handwriting tasks and technical forensic examination of documents. The author analyses the possibilities of using neural networks not only for images but also for large amounts of text and other data. It is concluded that, of course, the results of the application of Artificial Intelligence should be subject to evaluation by the expert conducting the research. The authors note that using Artificial Intelligence should be considered one of the stages of comparative research, without replacing comparative research itself. the results of the expert's examination should be reflected in the expert's opinion. At the same time, the fact that any software product using AI was used during the examination should be reflected in the expert's opinion. In particular, in the introductory part of the opinion, when describing the tools used, the expert should indicate the name and version of the software used. In addition, it should be noted that this software is based on artificial intelligence technologies. The process of working with such software should also be described in the research and synthesis parts of the expert's opinion. In addition, scientists should formulate the principles of using Artificial Intelligence in forensic activities, as well as the principles of making and evaluating the final decision based, in particular, on the results of applying the algorithms of the phenomenon under consideration.

Keywords: artificial intelligence; forensic examination; neural network; handwriting examination; signatures; handwritten notes; comprehensive examination.

⇒ Ніколайчук, Т. В., Соломаха, Ю. В. (2024). Щодо питання про використання можливостей штучного інтелекту в судовій експертизі. *Криміналістика і судова експертиза.* Вип. 69. С. 356—364. DOI: 10.33994/kndise.2024.69.34.