

Міждисциплінарний підхід до судової експертизи: комбінація технічних, когнітивних і мовознавчих методів

Дана Поляцька

кандидат філологічних наук, заступник завідувача відділу дослідження звуко- та відеозапису, лабораторія досліджень у сфері інформаційних технологій, Київський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України, м. Київ, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4741-2910>, e-mail: tdana1986.dt@gmail.com

Проаналізовано сучасний стан і перспективи розвитку судової експертизи в контексті міждисциплінарної трансформації. Розглянуто теоретико-методологічні засади поєднання методів акустики, цифрової обробки сигналів, когнітивних наук та лінгвістики для підвищення достовірності ідентифікації диктора.

Ключові слова: *судова експертиза, лінгвістика; акустичний аналіз; міждисциплінарний підхід.*

Interdisciplinary Approach to Forensic Examination: A Combination of Technical, Cognitive, and Linguistic Methods

Dana Poliatska

This article analyzes the current state and developmental prospects of forensic examination within the context of its interdisciplinary transformation. It examines the theoretical and methodological foundations for integrating methods of acoustics, digital signal processing, cognitive sciences, and linguistics to enhance the reliability of speaker identification.

Keywords: *forensic expertise; linguistics; acoustic analysis; interdisciplinary approach.*

Зростання обсягів аудіовізуальних доказів у кримінальних провадженнях, поширення синтезованого та маніпульованого мовлення, а також підвищені вимоги до допустимості й достовірності доказів у суді зумовлюють необхідність переходу від монодисциплінарних до міждисциплінарних, верифікованих методологічних підходів [1; 2]. Традиційні методи ідентифікації диктора, що ґрунтуються винятково на суб'єктивному аудиторському аналізі або ізольованих акустичних вимірюваннях, поступаються місцем інтегрованим системам, у яких технічна, когнітивна та мовознавча складові взаємно доповнюють одна одну [3].

Технічна складова міждисциплінарного підходу охоплює методи автоматичної ідентифікації диктора (англ. *Automatic Speaker Recognition, ASR*), спектрального аналізу та аналізу просодичних параметрів. Стандартом де-факто залишається система *i-vector / PLDA (Probabilistic Linear Discriminant Analysis)* та її сучасна альтернатива — архітектура *x-vector* на основі глибоких нейронних мереж (*TDNN*) [4; 5]. Акустичний аналіз містить вимірювання формантних частот (F_1-F_4), основного тону (F_0), тривалості сегментів, інтенсивності й характеристик голосового тракту:

особливе значення мають друга та третя форманти як найбільш індивідуалізовані параметри, доволі стійкі до навмисної зміни голосу [6]. Для підготовки аудіоматеріалу застосовують методи спектрального віднімання та алгоритми *Wiener*-фільтрації [7].

Однак винятково інструментальний, автоматизований підхід є методологічно недостатнім з гляду на обмежену інтерпретованість результатів нейромережових моделей і неможливість їх безпосередньої верифікації судом [2; 8].

Когнітивний блок методів базується на аудиторському аналізі мовлення — слухо-перцептивному оцінюванні кваліфікованим лінгвістом. Попри критику щодо суб'єктивності, цей метод є незамінним у ситуаціях, де автоматичні системи дають нестабільні результати: за значного спотворення каналу зв'язку або навмисної зміни голосу [3; 9]. Модель судово-фонетичного аналізу [10] передбачає формалізацію слухо-перцептивних суджень через систему параметрів (якість голосу, темп мовлення, ритм, інтонаційні контури) з їх кількісною верифікацією за допомогою акустичних вимірювань у межах *forensic phonetics* як самостійної науково-практичної дисципліни [11].



Психолінгвістичні методи дають змогу виявити індивідуальні риси когнітивного стилю мовця: специфіку організації дискурсу, паттерни хезитації (заповнені й незаповнені паузи), мовленнєві помилки та самовиправлення — стійкі ідентифікаційні маркери [12]. Когнітивне навантаження, зміна емоційного стану або спроба маскуванню голосу впливають на просодичні параметри доволі передбачувано, чим також послуговуються під час аналізу.

Лінгвістична складова судової експертизи охоплює аналіз на кількох рівнях мовної системи, як, наприклад, фонологічному, морфологічному, синтаксичному, лексичному. Центральним поняттям є ідіолект — індивідуальна мовна система особи з характерним набором фонетичних, лексичних і граматичних ознак [13]. Соціолінгвістичний аналіз дає змогу встановити діалектну належність, соціальну групу, рівень освіти та вік мовця. Методологічним підґрунтям є варіаційна лінгвістика Labov [14] і концепція мовних змінних: регіональна й соціальна маркованість мовлення може суттєво звузи-

ти коло підозрюваних або спростувати надану версію [2].

Ефективність міждисциплінарного підходу забезпечено системною інтеграцією методів в єдину аналітичну платформу з чітко визначеними ролями кожного компонента. Схема взаємодії містить: (1) попереднє технічне оброблення аудіозапису (сегментація, нормалізація); (2) автоматичний скринінг ASR-системою з отриманням попереднього LR-значення; (3) акустично-фонетичне аудиторське оцінювання з вимірюванням основних параметрів; (4) мовознавчий аналіз на рівні ідіолекту, соціолекту та дискурсу; (5) синтез результатів і формування висновку в межах *LR-framework* [3; 9]. Дослідження підтверджують, що такий підхід суттєво знижує рівень хибнопозитивних і хибнонегативних висновків порівняно з монометодними системами [15; 16]. Особливо критичним є врахування каналу передачі: телефонне мовлення, компресовані формати (*MP3*, *AAC*) та *VoIP*-записи мають систематичні спотворення, здатні симулювати або маскувати індивідуальні акустичні ознаки диктора [7; 17].

Перелік джерел посилання

1. Gold E., French P. International practices in forensic speaker comparison. *International Journal of Speech, Language and the Law*. 2011. Vol. 18(2). P. 293–307. DOI: 10.1558/ijssl.v18i2.293 (дата звернення: 12.04.2026).
2. Foulkes P., French J. P. Forensic Speaker Comparison: A Linguistic-Acoustic Perspective. *The Oxford Handbook of Language and Law* / ed. by L. Solan, P. Tiersma. Oxford : Oxford University Press, 2012. P. 557–572.
3. Cambier-Langeveld T. Current Methods in Forensic Speaker Identification: Results of a Survey. *International Journal of Speech, Language and the Law*. 2007. Vol. 14 (2). P. 223–243. DOI: 10.1558/ijssl.v14i2.223 (дата звернення: 12.04.2026).
4. Dehak N., Kenny P. J., Dehak R., Dumouchel P., Ouellet P. Front-End Factor Analysis for Speaker Verification. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. 2011. Vol. 19 (4). P. 788–798. DOI: 10.1109/TASL.2010.2064307 (дата звернення: 12.04.2026).
5. Snyder D., Garcia-Romero D., Sell G., Povey D., Khudanpur S. X-Vectors: Robust DNN Embeddings for Speaker Recognition. *Proc. ICASSP*. 2018. P. 5329–5333. DOI: 10.1109/ICASSP.2018.8461375 (дата звернення: 12.04.2026).
6. Künzel H. J. Effects of voice disguise on speaking fundamental frequency. *International Journal of Speech, Language and the Law*. 2000. Vol. 7 (2). P. 149–179. DOI: 10.1558/ijssl.2000.7.2.149 (дата звернення: 12.04.2026).
7. Nakasone H., Beck S. D. Forensic Automatic Speaker Recognition. *Proceedings of the 2001 IEEE Odyssey Speaker Recognition Workshop*. Crete, 2001. P. 138–142. URL: https://www.isca-archive.org/odyssey_2001/nakasone01b_odyssey.pdf (дата звернення: 12.04.2026).
8. Saks M. J., Koehler J. J. The Coming Paradigm Shift in Forensic Identification Science. *Science*. 2005. Vol. 309(5736). P. 892–895. DOI: 10.1126/science.1111565 (дата звернення: 12.04.2026).
9. Nolan F. *The Phonetic Bases of Speaker Recognition*. Cambridge : Cambridge University Press, 1983. 240 p. DOI: 10.1017/CBO9780511896934 (дата звернення: 12.04.2026).
10. Rose P. *Forensic Speaker Identification*. London ; NY : Taylor & Francis, 2002. 380 p.



11. Jessen M. Forensic Phonetics. *Language and Linguistics Compass*. 2008. Vol. 2 (4). P. 671–711. DOI: 10.1111/j.1749-818X.2008.00066.x (дата звернення: 12.04.2026).
12. Shriberg E. Spontaneous Speech: How People Really Talk and Why Engineers Should Care. *Interspeech 2005*. Lisbon, 2005. P. 1781–1784. DOI: 10.21437/Interspeech.2005-566 (дата звернення: 12.04.2026).
13. Coulthard M., Johnson A. *An Introduction to Forensic Linguistics: Language in Evidence*. London : Routledge, 2007. 248 p. DOI: 10.4324/9780203463-277 (дата звернення: 12.04.2026).
14. Labov W. *Sociolinguistic Patterns*. Philadelphia : University of Pennsylvania Press, 1972. 362 p.
15. Künzel H. J. Some General Phonetic and Forensic Aspects of Speaking Tempo. *International Journal of Speech, Language and the Law*. 1997. Vol. 4 (1). P. 48–83. DOI: 10.1558/ijsl.v4i1.48 (дата звернення: 12.04.2026).
16. Jessen M. Speaker Classification in Forensic Phonetics and Acoustics. *Speaker Classification I* / ed. by C. Müller. Berlin : Springer, 2007. P. 180–204. DOI: 10.1007/978-3-540-74200-5_9 (дата звернення: 12.04.2026).
17. Alawneh S., Baggili I. Forensic analysis of Voice over IP: Issues and challenges. *Digital Investigation*. 2012. Vol. 9 (3). P. 11–22. DOI: 10.1016/j.diin.2012.03.001 (дата звернення: 12.04.2026).