

Дікевич Кристина Геннадіївна, судовий експерт сектору почеркознавчих досліджень відділу криміналістичних видів досліджень, Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України

Воробйова Наталя Вікторівна, завідувач сектору почеркознавчих досліджень відділу криміналістичних видів досліджень, Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДПИСІВ, ВИКОНАНИХ СТАНДАРТНИМИ ТА ЕЛЕКТРОННИМИ ПИШУЧИМИ ПРИЛАДАМИ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД

COMPARATIVE ANALYSIS OF SIGNATURES MADE WITH STANDARD AND ELECTRONIC WRITING DEVICES: FOREIGN EXPERIENCE

Анотація. У пропонованій статті надано загальну характеристику поняття систем біодинамічних електронних підписів. Окреслено низку проблем, які можуть виникати під час візуалізації образу електронного підпису на екрані планшета чи іншого пристрою. Наприклад, одна з проблем полягає у тому, що багато з таких підписів записані з низьким розширенням, в якому присутній ефект пікселізації. Іноді цифрові дані, що становлять підписи, фіксуються або включаються до документа в рядку підпису неприродним способом (наприклад, природний розмір підпису може бути значно зменшений). Аналіз біодинамічних електронних підписів включає також розуміння програмного й апаратного забезпечення, що використовується для отримання зображення підпису. Охарактеризовано відмінності, що виникають на початку процесу підписання (коли особа використовує таке обладнання, як стилус або планшет), а також у методах, за допомогою яких вимірювання підпису записуються та обробляються відповідно до інструкцій, викладених у програмному забезпеченні. Зазначено, що судові експерти вважали перелічені відмінності досить значними, щоб виникла вірогідність помилкового висновку, оскільки їх можна помилково прийняти за автопідлог або наслідування оригіналу. Тобто, при порівнянні електронного підпису зі зразками підписів, виконаними від руки, треба враховувати певну кількість обмежувальних факторів, які виникають, у тому числі через відмінності в поверхні для письма та записувальних приладів. Надано приклад експерименту, який проводився експертами-почеркознавцями з Державного університету Східного Теннесі, розташованого в Джонсон-Сіті, США. У його рамках 16 піддослідних віком від 25 до 69 років (15 правшів, 1 лівша, 14 жінок, 2 чоловіки) надали зразки підписів, використовуючи три різні письмові приладдя: 1) чорнильну кулькову ручку – на папері; 2) цифрову ручку (стилус) – на екрані планшета; 3) комп'ютерну мишу та монітор ПК. Зроблено висновки, які не тільки, констатують, що під час написання подібних експертиз важливо звертати увагу на відмінності в зразках електронних біодинамічних і «традиційних» підписів, а й стверджують про користь подальших досліджень у цій галузі судового почеркознавства.

Ключові слова: електронні підписи, пишучі прилади, програмне забезпечення, порівняльний аналіз, ознаки почерку.

Abstract. This article provides a general description of the concept of biodynamic electronic signature systems. A number of problems that may arise when displaying the image of an electronic signature on the screen of a tablet or other device are outlined. For example, one of the problems is that many of these signatures are recorded at low magnification, in which the effect of pixelation is present. Sometimes digital data constituting signatures are fixed or included in the document in the signature line in an unnatural way (for example, the natural size of the signature may be significantly reduced). Analyzing biodynamic electronic signatures also includes understanding the software and hardware used to capture the signature image. Differences that occur at the beginning of the signing process (when a person uses equipment such as a stylus or tablet) and in the methods by which signature measurements are recorded and processed according to the instructions laid out in the software are characterized. It is noted that forensic experts considered the listed differences to be significant enough to give rise to the possibility of a false conclusion, as they can be mistaken for auto-forgeries or imitations of the original. That is, when comparing an electronic signature with samples of handwritten signatures, one should take into account a number of limiting factors that arise, among other things, due to differences in the writing surface and writing instruments. An example of an experiment conducted by handwriting experts from East Tennessee State University, located in Johnson City, USA, is provided. As part of this experiment, 16 subjects aged 25 to 69 years (15 right-handed, 1 left-handed, 14 women, 2 men) provided samples of their signatures using three different writing instruments: 1) ink ballpoint pen on paper; 2) digital pen (stylus) on the tablet screen; 3) computer mouse and PC monitor. Conclusions were made that emphasize not only that when writing such examinations it is important to pay attention to the differences in samples of electronic biodynamic and “traditional” signatures, but also the benefit of further research in this field of forensic handwriting.

Key words: electronic signatures, writing instruments, software, comparative analysis, signs of handwriting.

Постановка проблеми. Дослідження особливостей електронних біодинамічних підписів становить новий рівень судової почеркознавчої ідентифікації. З появою технології біодинамічного електронного захоплення підпису і як наслідок, – документів, у яких використовується електронний підпис, виникає необхідність більш поглибленого вивчення, оскільки злочини, що стосуються підробки підписів, все ще трапляються досить часто. Через те, що названа технологія порівняно нова, опубліковано небагато експериментальних досліджень у галузі судової почеркознавчої експертизи. До того ж залишається не до кінця розкритою тема відмінностей загальних та окремих ознак підписів, виконаних традиційними записувальними приладами, і виконаних на цифровому обладнанні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тему запропонованої статті свого часу розглядали працях такі зарубіжні експерти та науковці, як Fayyaz A. Afsar, M. Arif, Heidi H. Harralson, L. S. Miller, Fernando Alonso-Fernandez та інші. На жаль, у вітчизняній літературі відсутня інформація щодо випадків аналізу біодинамічного електронного підпису в рамках судової почеркознавчої експертизи, тому видається доцільним надати як приклад у цій сфері досвід зарубіжних країн.

Постановка завдання. Мета статті – висвітлити зарубіжний досвід порівняльного аналізу підписів, виконаних стандартними й електронними записувальними приладами і надання його результатів.

Виклад основного матеріалу. Системи біодинамічних електронних підписів – це засоби, за допомогою яких людина надає свій підпис в електронному форматі, який потім відтворюється на екрані. Ці системи використовують програмне забезпечення для запису вимірювань цифрової версії наданого підпису. Записані об'єднані дані створюють унікальний профіль підпису людини на момент написання. Існує значна різноманітність методів, використовуваних для реєстрації електронних підписів, що ставить під сумнів питання, яке стосуються зовнішніх факторів при написанні підпису (наприклад, використання стилуса або комп'ютерної миші), частоти дискретизації і точності запису підпису (вимірюваної в Hertz), якість планшета і передачі даних [1, с. 2]. Коли людина підписується за допомогою такого пристрою, її дії трансформуються у вимірювання відповідно до інструкцій автора того чи того програмного забезпечення, а потім перетворюються на серію цифрових даних, які можуть бути відтворені на екрані у формі зручного для прочитання людським оком підпису. Одна з проблем полягає у тому, що багато з таких підписів записані з низьким розширенням, в якому присутній ефект пікселізації. Іноді цифрові дані, що становлять підписи, фіксуються або включаються до документа у рядку підпису неприродним способом (наприклад, природний розмір підпису може бути значно зменшений) [2, с. 13]. Якщо ці фактори присутні, необхідно написати клопотання про надання копії файла, позаяк необхідно досліджувати безпосередньо цифрові дані і програмне забезпечення, а не тільки їх візуалізоване зображення у вигляді підпису. Отже, можна сказати, що саме цифрові дані надають релевантну інформацію про біодинамічні властивості підпису особи, а не статичне зображення, що відтворюється у результаті на екрані або роздруковане потім на папері. Першим кроком у вивченні файлів цифрового підпису є з'ясування того, чи був файл збережений і оброблений так, щоб можна було провести криміналістичний аналіз. Певні процедури комп'ютерної обробки виконуються для полегшення процесу вилучення загальних і окремих ознак. Наприклад, різні цифрові зображення підписів, незалежно від того, наскільки погана якість вихідного (первинного) об'єкта, може знадобитися переміщати, масштабувати і обертати, щоб розглянути модель підпису під різними кутами і, у такий спосіб забезпечити оптимальний процес співвідношення та порівняння [3, с. 34].

Електронні підписи використовують процеси, які суттєво змінюють динамічні характеристики почерку. Ці відмінності виникають на початку процесу підписання (коли особа використовує таке обладнання, як стилус або планшет), а також у методах, за допомогою яких вимірювання підпису записуються та обробляються відповідно до інструкцій, викладених у програмному забезпеченні. Належний аналіз електронного підпису повинен включати не лише цифрові дані та програмне забезпечення, яке фіксує такі важливі ознаки, як темп і натиск, але й перевірку зразків, виконаних від руки стандартним пишучим

приладом, на стандартній поверхні (папері). Це необхідно для того, щоб аналіз досліджуваних об'єктів був повним і всебічним. Однак це може бути і однією з потенційних проблем, що можуть виникнути при порівнянні біодинамічних електронних підписів із «традиційними». Експериментальні дослідження показали певні відмінності у тому, як людина розписується на екрані планшета порівняно з підписом, виконаним на аркушах офісного паперу зі стандартною щільністю 80 г/м². Наприклад, одними із значних змін були такі загальні ознаки, як темп письма, переважна протяжність рухів по вертикалі та горизонталі (розмір, розгін, розстановка), напрямок лінії підпису [4, с. 2483]. Крім того, спостерігалися відмінності у формі виконання та поєднання окремих літер і штрихів. Експерти вважали перелічені відмінності досить значними, щоб виникла вірогідність помилкового висновку, оскільки їх можна помилково прийняти за автопідлог або наслідування оригіналу. Тобто, при порівнянні електронного підпису зі зразками підписів, виконаних від руки, важливо враховувати певну кількість обмежувальних факторів, які виникають у тому числі через відмінності у поверхні для письма та пишучих приладів. Наприклад, так звані «апаратні» фактори, такі як потовщений кінчик цифрової ручки для письма (стилуса) та відсутність тертя об поверхню планшета можуть викликати зміни у загальному вигляді підпису. Деякі мережні програми пропонують під час підписання документа на екрані ПК використовувати мишу або кінчик пальця. Інші пристрої мають затримку візуального зворотного зв'язку або низьку роздільну здатність (або те й інше), а тому, зрозуміло, не всі елементи підпису вдається виконати одним рухом. Деякі пристрої вимагають, щоб підпис був поставлений протягом певної кількості обмеженого часу, що також впливає на особу, яка підписує документ, адже вона має вкластися у певні часові рамки, через що темп виконання буде незвичним (прискореним) і можуть проявлятися такі його ознаки, як спрощення письмових знаків (якщо транскрипція підпису буквена чи змішана), збільшення розгону, зниження координації рухів першого ступеня, а саме – непропорційність окремих частин елементів, зміщення початків та закінчень рухів. Деякі пристрої є портативними, що створює ще один фактор, пов'язаний із незручною позою під час підписання на подібному пристрої. Для інших типів досліджень, таких як порівняння електронного підпису з набором зразків у цифровому форматі, аналіз залежить від складності зібраних та доступних біодинамічних даних. Деякі системи перевірки почерку виконують автоматичний аналіз підпису, інші надають біодинамічні дані, які можна вивчати незалежно. Розуміння програмного забезпечення та систем, що використовуються для реєстрації біодинамічних вимірювань, має вирішальне значення при дослідженні та проведенні таких судових експертиз [4, с. 2485].

Аналіз біодинамічних електронних підписів включає також розуміння програмного й апаратного забезпечення, що використовується для отримання

зображення підпису. Крім того, планшет і стилус, що використовуються для «створення» таких підписів, можуть істотно вплинути на спосіб утворення самого підпису. Наприклад, в експерименті, в якому порівнювали два планшетні ПК торгових марок однієї цінової категорії, один датчик надав менш надійну інформацію про частоту дискретизації, ніж інший, що вплинуло на систему оцінки загальних і окремих ознак підпису [5, с. 182]. Деякі системи можуть записувати лише кілька вимірювань загальних ознак почерку, тоді як інші можуть записувати вимірювання вибіркового окремих ознак. При розгляді деяких систем, які пропонуються на зарубіжних ринках, стає очевидним, що існує певна стандартизація щодо способу фіксування електронного підпису. Наприклад, додаток “Toraz” включає прив’язку підпису до документа за допомогою захищеного хеш-коду, який формує прямий криптографічний зв’язок між підписом та вибраним заздалегідь документом. Програмне забезпечення “OFTPRO GmbH” витягує статичну та біодинамічну інформацію з підписів, таку як натиск, а також ознаки, які характеризують просторову орієнтацію рухів. Система потокового аналізу “WonderNet” вимагає, щоб користувачі реєструвалися у базі даних, надаючи кілька варіантів підписів, якщо такі є. Після того, як користувач зареєстрований у системі, система продовжує збирання зразків підписів з інших електронних документів та збільшує розмір бази даних записаних вимірювань. Програма “Penflow” також включає додаткові функції безпеки, щоб зробити підпис недійсним, якщо до документа були внесені зміни. Зареєстровані й проаналізовані вимірювання включають такі ознаки, як темп, напрямок, розмір, розгін, розстановку, також кількість штрихів. Додаток “Cyber-SIGN” також фіксує біодинамічні підписи у PDF-документах для того, щоб документ і пов’язаний з ним підпис не могли бути змінені безслідно. Аутентифікація та перевірка підпису досягається за допомогою чотиривимірної алгоритму динамічної перевірки, який досліджує зміни темпу, натиску, форми виконання та поєднання рухів. Програмне забезпечення “DocuSign, Inc.” включає фіксацію підпису у певному документі, вимірювання та інші функції безпеки, але не записує підпис у вигляді графічного зображення. Користувач вводить своє ім’я та може вибрати стиль шрифту курсивного типу, щоб ім’я виглядало як підпис, коли воно зафіксоване або логічно пов’язане з документом [5, с. 185].

Також на 15-й Міжнародній соціальній конференції графологів, що відбулася 2011 року в Канкуні (Мексика), були представлені основні тези та висновки експерименту, який провели експерти-почеркознавці з Державного університету Східного Теннесі, розташованого в Джонсон-Сіті (США). В рамках цього експерименту 16 піддослідних віком від 25 до 69 років (15 правшів, 1 лівша, 14 жінок, 2 чоловіки) надали зразки підписів, використовуючи три різні письмові приладдя: 1) чорнильну кулькову ручку – на папері; 2) цифрову ручку (стилус) – на екрані планшета; 3) комп’ютерну мишу та монітор ПК.

Зразки записувалися за допомогою графічного планшета Wacom Intuos3. Експеримент було зафіксовано і проаналізовано за допомогою програмного забезпечення NeuroScript MovAlyzeR V5. Учасникам експерименту було запропоновано виконати свій звичайний підпис тричі, на три умови. У першому випадку піддослідні ставили підпис на лінії рядка кульковою ручкою. У другому – за допомогою стилусу на цифровому планшеті. Суб'єкти не бачили, що вони пишуть на поверхні планшета, але стежили за написанням у реальному часі та в реальному розмірі на екрані комп'ютера. Під час третього випадку писали за допомогою миші, утримуючи ліву кнопку, і їм було запропоновано виконати свій підпис у полі 2×5 см, що відображається на екрані комп'ютера. Аналізовані часові та просторові характеристики почерку включали тривалість (секунди), середню абсолютну швидкість (см/сек), абсолютний розмір (см), розмір по горизонталі (см) та розмір по вертикалі (см). Результати показують, що підписи осіб змінювалися під час письма цифровою ручкою без чорнила та/або мишею. Використання миші як пишучого інструмента мало тенденцію викликати зміну розміру підписів. При вивченні окремих результатів було помічено, що деякі випробувані розв'язують проблему незручного виконання підпису за допомогою миші шляхом спрощення елементів. Крім того, учасники вносили корективи до свого підпису, щоб адаптуватися до обмежень пристрою. У деяких випробуваних спостерігалось збільшення варіаційності при використанні стилуса та миші. Наприклад, шість піддослідних (38 %) писали повільно й обережно, намагаючись контролювати роботу миші, але ще до третього випробування змінили свій підпис на більш спрощену форму. Що стосується просторових характеристик, 12 піддослідних (75 %) збільшили розмір своїх підписів при письмі стилусом порівняно з кульковою ручкою. Розмір підпису чотирьох суб'єктів (25 %) зменшився за умов відсутності чорнила. Крім того, піддослідні пристосовувалися до нетрадиційної форми візуального зворотного зв'язку (на екрані комп'ютера або планшеті), що напружувало їх візуально-просторові здібності. Більшість піддослідних спостерігали за підписом у реальному часі на екрані під час підписання, натомість деякі спостерігали, як їхня рука та пишучий інструмент переміщуються над цифровим планшетом або поверхнею стола. Крім того, як було сказано вище, спостерігається збільшення варіаційності електронних підписів у порівнянні з традиційними, що може ускладнювати їх аналіз та порівняння зі зразками [6, с. 10].

Висновки. Деякі характеристики підписів, що становлять загальні та окремі ознаки почерку, можуть відрізнятися залежно від того, чи виконано підпис стандартним пишучим приладом або за допомогою якогось цифрового пристрою (наприклад, стилуса). З появою біодинамічних електронних підписів проблема мінливості зростає через те, що сьогодні для створення такого роду підписів використовуються численні типи програмного забезпечення, планшетів та навіть

ручок. Без належного розуміння та знання програмного забезпечення пристрою зображення підпису, надане судовому експерту, не може бути точно проаналізоване. Також постає питання доречності порівняння зразків, через зазначені у статті відмінності в ознаках. Це означає, що необхідна розробка стандартизації методології судово-почеркознавчої експертизи в галузі біодинамічних електронних підписів та подальші дослідження, які включатимуть порівняння підписів, виконаних стандартними та електронними пишучими приладами.

Перелік використаних джерел:

1. Afsar F. A., Arif M., Farrukh U. Wavelet Transform Based Global Features for Online Signature Recognition. *Proceedings of INMIC 2005 9th International Multitopic Conference*, Karachi (Pakistan), December 24–25, 2005. Karachi, 2005. P. 1–6.
2. On-line signature verification resilience to packet loss in IP networks / J. Richiardi, J. Fierrez-Aguilar, J. Ortega-Garcia, A. Drygajlo. *2nd COST 275 Workshop – Biometrics on the Internet*, Vigo (Spain), 25–26 March, 2004. URL: http://atvs.ii.uam.es/atvs/files/2004_COST275_ResilienceIPSignature_Richiardi.pdf
3. Harralson H. H., Teulings H.-L., Miller L. S. Temporal and spatial differences between online and offline signatures. *Proceedings of the 15th International Graphonomics Society Conference*, June 12–15, 2011. URL: https://www.researchgate.net/profile/Heidi-Harralson/publication/327289038_Temporal_and_spatial_differences_between_online_and_offline_signatures/links/5b870fcb92851c1e123b2444/Temporal-and-spatial-differences-between-online-and-offline-signatures.pdf
4. Lei H., Govindaraju V. A comparative study on the consistency of features in on-line signature verification. *Pattern Recognition Letters*. 2005. Vol. 26. Iss. 15. P. 2483–2489.
5. Alonso-Fernandez F., Fierrez-Aguilar J., Ortega-Garcia J. Sensor Interoperability and Fusion in Signature Verification: A Case Study Using Tablet PC. *Advances in Biometric Person Authentication : Proceedings of the International Workshop on Biometric Recognition Systems*, Beijing (China), October 22–23, 2005. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2005. P. 180–187.
6. Individuality of handwriting / S. N. Srihari, S.-H. Cha, H. Arora, S. Lee. *Journal of Forensic Sciences*. 2002. Vol. 47. Iss. 4. P. 856–872.

References:

1. Afsar, F. A., Arif, M., & Farrukh, U. (2005). Wavelet Transform Based Global Features for Online Signature Recognition. *Proceedings of INMIC 2005 9th International Multitopic Conference* (Karachi, Pakistan, December 24–25, 2005). Karachi, 2005, pp. 1–6 [in English].
2. Richiardi, J., Fierrez-Aguilar, J., Ortega-Garcia, J., & Drygajlo, A. (2004). On-line signature verification resilience to packet loss in IP networks. *2nd COST 275 Workshop – Biometrics on the Internet* (Vigo, Spain, 25–26 March, 2004). Retrieved from: http://atvs.ii.uam.es/atvs/files/2004_COST275_ResilienceIPSignature_Richiardi.pdf [in English].
3. Harralson, H. H., Teulings, H.-L., & Miller, L. S. (2011). Temporal and spatial differences between online and offline signatures. *Proceedings of the 15th International Graphonomics Society Conference* (June 12–15, 2011). Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Heidi-Harralson/publication/327289038_Temporal_and_spatial_differences_between_online_and_offline_signatures/links/5b870fcb92851c1e123b2444/Temporal-and-spatial-differences-between-online-and-offline-signatures.pdf [in English].
4. Lei, H., & Govindaraju, V. (2005). A comparative study on the consistency of features in on-line signature verification. *Pattern Recognition Letters*, vol. 26, iss. 15, pp. 2483–2489 [in English].

5. Alonso-Fernandez, F., Fierrez-Aguilar, J., & Ortega-Garcia, J. (2005). Sensor Interoperability and Fusion in Signature Verification: A Case Study Using Tablet PC. *Advances in Biometric Person Authentication: Proceedings of the International Workshop on Biometric Recognition Systems* (Beijing, China, October 22–23, 2005). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, pp. 180–187 [in English].

6. Srihari, S. N., Cha, S.-H., Arora, H., & Lee, S. (2002). Individuality of handwriting. *Journal of Forensic Sciences*, vol. 47, iss. 4, pp. 856–872 [in English].

