

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.43>
УДК 343.985

Ірина Вікторівна Кучинська
кандидат фармацевтичних наук,
провідний науковий співробітник

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0269-9463>
E-mail: irynakuchynska@ukr.net

*Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та
судових експертиз Служби безпеки України*

СВІТОВИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПОРТАТИВНОГО АНАЛІТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА МІСЦІ ЗЛОЧИНУ

На даний момент у світі робляться інноваційні зусилля з розробки нових можливостей для проведення досліджень поза умовами лабораторії. Переваги судово-криміналістичних розслідувань у реальному часі на місцях скоєння злочинів значно підвищують швидкість розслідування та ефективність системи кримінального правосуддя. Новітнє портативне обладнання дозволяє проводити такі розслідування, збирати докази, проводити судово-криміналістичну експертизу та цілеспрямовано використати експертний потенціал судово-криміналістичних інститутів.

Ключові слова: портативне обладнання, місце злочину, мас-спектрометрія, спектроскопія, паперові сенсори, електрохімічні сенсори.

Постановка проблеми. Проведення розслідування злочину на місці події упродовж перших годин з моменту його скоєння є вирішальним для правоохоронних органів. Завдяки цьому є змога отримати необхідні дані, факти та краще зрозуміти індивідуальність потенційних підозрюваних.

Потреба в аналітичній техніці, яка дасть на місці злочину в режимі реального часу надійні дані та висновки, що слугуватимуть доказами у суді, існує завжди.

Дослідження, що проводяться безпосередньо на місці скоєння злочину є надзвичайно важливими, вони сприяють прискоренню та ефективності проведення досудового розслідування, запобігають затримкам, що пов'язані з відправкою матеріалів у судово-експертні лабораторії, дозволяють знайти злочинця, поки той не покинув місце злочину або не знищив докази.

Використання портативного обладнання також дозволяє проводити скринінг на місці події та послідуєчий відбір зразків для рутинних лабораторних аналізів, що також актуально у ситуаціях, коли потрібне аварійне реагування.

У сучасних лабораторіях інститутів судової експертизи докази вивчаються за допомогою високотехнологічного, коштовного стаціонарного

аналітичного обладнання, без якого судовий експерт не в змозі отримати результат судової експертизи, що має важливе значення для розкриття злочину та прийняття рішень у суді.

В той же час проведення досліджень у лабораторних умовах на базі експертних установ, на жаль, пов'язані з відомими логістичними проблемами та бюрократією, здолання яких забирає більше часу, аніж проведення самого лабораторного аналізу. Вказаний факт часто зводить до мінімуму ефективність розслідування злочину по гарячих слідах. Необхідно також зазначити, що фрагментований збір криміналістичної інформації призводить до зниження якості розслідування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У «Звіті з дослідження ринку портативних аналітичних приладів щодо продуктів, технологій, кінцевих користувачів та регіонів – глобальний прогноз до 2027 р. – кумулятивна дія COVID-19» повідомляється, що «розмір світового ринку портативних аналітичних приладів оцінювався в 14,08 млрд. доларів США у 2021 р., очікується, 15,21 млрд доларів США у 2022 р., і, за прогнозами, сукупний річний темп зростання зростатиме на 8,20 % та досягне 22,60 млрд. доларів США до 2027 р.» [1].

Звіт охопив *продукти*: колориметри, спектрометри, газоаналізатори, рН-метри, титратори, рефрактометри, термічні аналізатори, ТОС-аналізатори, вимірювачі провідності та питомого опору, вимірювачі розчиненого CO₂ та O₂; *технології*: спектроскопічний аналіз, Раманівська спектроскопія, близький інфрачервоний діапазон (NIR), рентгенфлуоресцентний аналіз (XRF), спектроскопія лазерного пробою (LIBS), інфрачервона Фур'є спектроскопія (FTIR), спектральна візуалізація, спектроскопія іонної рухливості, елементний аналіз, термічний аналіз та електрохімічний аналіз; *користувачів*: академічні та науково-дослідні інститути, галузі екологічних випробувань, харчова промисловість та виробництво напоїв, фармацевтичні та біотехнологічні компанії.

У звіті вказано думку щодо сукупного впливу конфлікту між Росією та Україною у 2022 р. : «Негативні наслідки прогнозуються значною мірою у всьому світі, особливо у Східній Європі, Європейському Союзі, Східній та Центральній Азії та Сполучених Штатах. Ці протиріччя серйозно впливають на життя і кошти для існування та спричиняють далекосяжні порушення у динаміці торгівлі. Очікується, що потенційні наслідки невизначеності у Східній Європі і війни, що триває, чинитимуть несприятливий вплив на світову економіку, особливо довгострокові наслідки для Росії».

На необхідність подальшої розробки портативних аналітичних пристроїв для використання їх під час розслідування на місці злочину наголошують зарубіжні автори А. Van Asten, А. Kloosterman, А. Mapes, Z. Geradts, E. Van Eijk, С. Koper, J. Van Den Berg, S. Verheij, M. Van Der Steen. Вони наполягають на тому, що сучасні технології можуть викликати зміну парадигми в судово-криміналістичних інститутах: «переваги судово-криміналістичних розслідувань у режимі реального часу на місцях численні, така технологія може значно збільшити швидкість та ефективність системи кримінального правосуддя». Криміналістичне застосування портативного

обладнання з використанням декількох джерел іонізації навколишнього середовища демонстрували Н. Brown, В. Oktem, А. Windom, К. Evans-Nguyen, V. Doroshenko, десорбційну іонізацію електророзпиленням, іонізацію електророзпиленням, хімічну іонізацію при атмосферному тиску, іонізацію спреєм з паперу застосовували у дослідженнях С. С. Mulligan, Н. V. Pereira, W. L. Fatigante, E. Piccin, H. Oberacher, Z. E. Lawton, R. Augusti, A. E. O'Leary, M. M. Sena, M. C. Gizzi, A. Traub, J. R. Wieland, J. Mancias, J. S. Wiley, M. C. Gizzi, J. T. Shelley, R. G. Cooks, P. W. Fedick, R. M. Bain, J. A. R. Teodoro, J. J. Zacca.

К. Tsujikawa, Т. Yamamuro, К. Kuwayama, Y. K. Miyamoto, Т. Kanamori, Т. Iwata, А. J. Hopkins, F. Kasuya, J. L. Cooper, H. Inoue, L. T. M. Profeta, A. R. Ford, E. M. A. Ali продемонстрували використання портативних Раман-та БІЧ-спектрометрів для швидкого виявлення компонентів саморобних вибухових речовин, ідентифікації наркотичних речовин в аеропортах та морських портах.

Z. E. Lawton, А. Traub, W. L. Fatigante, J. Mancias, А. E. O'Leary, S. E. Hall, J. R. Wieland, H. Oberacher, M. C. Gizzi, С. С. Mulligan, Visotin, С. Lennard показали важливість використання портативного мас-спектрометра для розкриття злочинів та отримання достовірних результатів під час виявлення заборонених речовин на місцях.

Серед фахівців України та Російської Федерації слід відзначити Т. М. Бульбу, А. М. Єгорова, Л. В. Бертовського, О. А. Буханченко, А. С. Подшибякіна, В. Н. Агинського, Ю. М. Дільдіна, В. М. Плєскачевського, М. А. Погорецького, І. П. Пантелєєва, В. І. Пашенка, А. А. Топоркова, В. В. Мартинова, І. Д. Моторного, А. В. Іщенко, В. В. Поліщука, А. Ю. Семенова, які досліджували питання криміналістичного забезпечення розслідувань на місцях під час інцидентів, пов'язаних із вибуховими речовинами.

Враховуючи, що висвітлення особливостей техніко-криміналістичного забезпечення розслідування злочинів та подій поки не знайшло належного відбиття у вітчизняній науковій літературі, новизна дослідження полягає у розгляді світового досвіду застосування науково-технічних засобів та методів забезпечення попередження і розслідування злочинів за допомогою портативного аналітичного обладнання.

Мета дослідження. Метою дослідження є аналіз існуючих наукових підходів та сучасних розробок, розкриття особливостей і сутності техніко-криміналістичного забезпечення розслідування, розкриття та попередження злочинів за допомогою портативного аналітичного обладнання.

Викладення основного матеріалу. Використання портативної техніки дозволяє покращити експертно-криміналістичне забезпечення слідчих (розшукових) дій та проведення експертних досліджень об'єктів, що були виявлені на місці злочину, з отриманням швидких результатів. У певних обставинах, наприклад, при ліквідації надзвичайних ситуацій, використання портативної техніки при аналізі зразків полегшує процес прийняття рішень, суттєво скорочує час та витрати на проведення досліджень.

Особливістю портативного обладнання є мініатюризація – малі розміри дозволяють легко транспортувати та використовувати пристрої на місці

злочину або події. Портативне аналітичне обладнання забезпечує миттєві результати у будь-якому місці та за будь-яких погодних умов, відрізняється малою вагою та габаритами, здатне до швидкого аналізу, працює на простій інфраструктурі, обладнане переносним джерелом енергії, генерує дані, аналогічні лабораторним.

Важливою особливістю комерційного портативного обладнання є можливість зберігання та обробки даних у режимі реального часу з використанням різних програмних додатків. Це обладнання має вбудовану пам'ять або дозволяє користувачам передавати результати вимірювань на ПК через послідовний інтерфейс, USB або Bluetooth™. Для деяких приладів, таких як аналізатори Thermo Scientific NITON XRF, є спеціальне програмне забезпечення, яке можна використовувати для перегляду, аналізу даних, побудови спектрів, додавати настройки до калібрування та інші корисні програми.

Обізнаність співробітників оперативних та слідчих підрозділів правоохоронних органів щодо можливостей наявних методів та способів досліджень об'єктів, які містять криміналістично значущу інформацію, дозволить планувати подальші напрями проведення розслідувань із застосуванням на новому рівні вже існуючих напрацьованих методологією розслідування рекомендацій. Наприклад, з огляду на вказане вище, цікавим є досвід американських колег. Як відомо, правоохоронні органи потребують великої кількості методів, необхідних для виявлення прихованих злочинцями дій, включаючи залучення навчених собак, таємних агентів, значної матеріально-технічної підтримки. Американські фахівці запропонували виявлення підпільних лабораторій із використанням встановленого на транспортному засобі електричного гібридного мас-спектрометра з використанням повітрязабірника, що дає можливість отримати результати – мас-спектри, які маркуються за допомогою GPS, де система багаторазово сканує маси та корелює кожне сканування з відповідною широтою і довготою. Для побудови графіка інтенсивності забруднення певною речовиною під час обробки отриманих даних використовують Google Earth. Помітно збільшена інтенсивність забруднення атмосфери речовиною, прекурсорами або побічними продуктами синтезу пов'язана з наявністю джерела їх викиду в атмосферу. Обробка даних у реальному часі допомагає швидко визначати місцезнаходження підпільних лабораторій. Таке виявлення хімічних маркерів синтезу заборонених речовин в подальшому може застосовуватися для виявлення їх синтетичних маршрутів. У такий спосіб також тепер є можливість проведення негласного відбору проб при скоєнні злочинцями правопорушення, що допоможе правоохоронним органам в отриманні ордерів на обшук [2].

Компаніями Thermo Fisher Scientific Inc., Agilent Technologies, Inc, Shimadzu Corporation, Griffin Analytical Technologies, MKS Instruments, Syagen Technology, CDS Analytical, D-tect Systems, Bruker Corporation, Scintrex Trace, FLIR Systems, Smiths Detection, Torion Technologies, Inficon, Perkin Elmer, Danaher Corporation, B&W Tek, Spectris plc, Teledyne Technologies Incorporated, Jasco AMETEK Inc., Anton Paar GmbH, Elcometer Limited, Fuji Electric Co., Ltd., General Electric, GHM Messtechnik GmbH, Hitachi High-Tech Analytical Science Limited, HORIBA Ltd., Metrohm AG,

Myron L Company, Negele Messtechnik GmbH, PCE INSTRUMENTS UK LIMITED, Servomex Group Limited, Spectris plc, Swan Analytische Instrumente AG, Xylem випускається різноманітне портативне аналітичне обладнання, в тому числі і портативні газові хроматографи, які можуть бути оснащені різними детекторами, у тому числі полум'яно-іонізаційними, фото-іонізаційними, детекторами теплопровідності, електронного захвату, поверхнево-акустичних хвиль, твердотільними та мас-спектрометричними. З цих інструментів у польових умовах найкраще зарекомендував себе метод газової хроматографії-мас-спектрометрії (ГХ-МС), через високу селективність та чутливість. Метод використовується для проведення аналізу твердих зразків вуличних наркотиків з попередньою підготовкою проби (Griffin G510, Torion T-9) та без її підготовки, шляхом прямої десорбції [2].

Для зменшення розміру мобільних систем ГХ-МС спостерігається перехід до мас-спектрометричних детекторів, що працюють на основі іонних пасток. Прикладом мініатюрної мас-спектрометричної системи для виявлення у польових умовах вибухових речовин є комерційно доступний мас-спектрометр FLIR Systems AI-MS 1.2, що забезпечує швидку, точну хімічну ідентифікацію, має невеликі розміри та вагу [3].

Полум'яно-іонізаційні та фото-іонізаційні детектори мають недоліки, що обмежує їх використання у складі портативного обладнання, – це потреба у газоподібному водні для полум'яно-іонізаційних детекторів та наявність великої об'ємної іонізаційної камери для фото-іонізаційних детекторів. Для подолання цих проблем розроблено покращений фото-іонізаційний детектор із мікрогазовою хроматографічною колонкою для застосування в портативних системах газової хроматографії [4].

Поряд з портативними мас-спектрометричними системами, для проведення на місці злочину неруйнівних та майже миттєвих досліджень великої кількості криміналістичних доказів використовують Раман-спектроскопію (спектроскопія комбінаційного розсіявання) та спектроскопію поглинання в ближній інфрачервоній (БІЧ) області спектру, під час яких з поверхні зразка за допомогою оптичного випромінювання отримують спектральну хімічну інформацію.

Такі дослідження можливі за наявності світлопроникливої, прозорої, напівпрозорої та непрозорої упаковки (скло, пластик, полімерні матеріали, іноді навіть папір), а безпосередньо проведення аналізу не потребує підготовки проб, застосування реагентів, розчинників, спеціальної підготовки персоналу, дозволяє працювати з мікрокількостями речовин та широко використовується для криміналістичних досліджень наркотичних засобів, вибухових речовин, речовин невстановленої природи, лакофарбових, полімерних матеріалів, тонерів, паст ручок, волокон, напоїв, дорогоцінного каміння та мінералів, аналізу крові, ідентифікації статі людини, ідентифікації на відмінність людської та тваринної крові тощо [4]. На сучасному комерційному ринку представлені портативні Раман-аналізатори компаній Rigaku, Thermo Fisher Scientific та інших.

Швидкий, недорогий, багатоелементний та неруйнівний аналіз твердих зразків забезпечують портативні рентген флуоресцентні (XRF)

спектрометри [5], що є енергодисперсійними спектрометрами з рентгенівською трубкою в якості джерела збудження. Сучасні моделі можуть визначати широкий діапазон елементів від Mg до U. Дані прилади працюють на літій-іонних акумуляторах, що дозволяють проводити польові вимірювання протягом 6-12 годин.

Польові портативні рентгенфлуоресцентні (XRF) спектрометри є одними з найекологічніших аналітичних інструментів, що пропонують швидкий, неінвазивний, прямий, багатоелементний аналіз, який не призводить до аналітичних втрат, споживають мало енергії, безпечні та прості в експлуатації, демонструють характеристики, аналогічні характеристикам їх непортативних аналогів [6].

Для виявлення та ідентифікації у навколишньому повітрі бойових отруйних речовин, незаконних наркотиків, вибухових речовин, токсичних промислових сполук використовуються портативні спектрометри іонної рухливості (MCC-IMS) та портативні спектрометри іонної рухливості-мас-спектрометри (IMS-MS). Екологічність портативних спектрометрів іонної рухливості обумовлена їх мініатюризацією та простотою, відсутністю використання реагентів та утворення відходів, малим енергоспоживанням, швидким та прямим дослідженням.

Серед методів проведення досліджень на місцях скоєння злочинів слід виділити використання електрохімічних методів, що мають низьку вартість, достатню швидкість, необхідність мінімальних маніпуляцій зі зразком, високу чутливість, адекватну селективність, легкість мініатюризації та наявність на ринку доступного обладнання з живленням від батареї. Функціонування вказаного обладнання відбувається у сукупності з детекторами, або сенсорами, що є портативними, мініатюрними, недорогими, та дозволяють швидко інтерпретувати результат навіть некваліфікованим користувачам, незамінні в умовах обмежених ресурсів.

Альтернативною новою технологією виготовлення простих, недорогих, портативних, одноразових аналітичних пристроїв з широкою сферою застосування є паперові сенсори. Основними перевагами використання паперу в якості сенсорної платформи є його унікальні властивості, що забезпечують пасивний перенос рідини та сумісність з хімічними речовинами [7]. Швидка та надійна ідентифікація із застосуванням електрохімічних методів та паперових сенсорів в польових умовах описана для тетрагідроканабіноїдів [2], нових психоактивних речовин [8], зразків кокаїну та його найбільш розповсюджених наповнювачів – фенацетину, кофеїну, левамізолу, лідокаїну, парацетамолу, прокаїну, бензокаїну [9], для швидкого та точного виявлення вибухових речовин [10].

Сенсори на паперовій основі використовуються до підтвердження результатів в умовах лабораторії для перевірки великої кількості людей або поверхонь під час терористичних актів [11], моніторингу несанкціонованого захоронення вибухових речовин [7, 12], при перевірці багажу в аеропортах та портових регіонах.

Сенсори на паперовій основі дозволяють проводити аналіз ДНК для швидкого виявлення підозрілих об'єктів, що можуть бути причетними до

злочину. Такі дослідження є особливо важливими коли час має суттєве значення та існує нагальна потреба швидкої обробки великої кількості зразків [13]. Портативні аналітичні пристрої на паперовій основі дозволяють проводити аналіз ДНК, груп крові та резус-фактора, виявлених безпосередньо на місці злочину або події, усуваючи необхідність лабораторних досліджень, що дозволяє провести первинну перевірку можливих підозрюваних [14], існує можливість визначення груп крові за штрих-кодом, який швидко зчитується смартфонами [15]. Розроблена компанією Agilent Technologies система Bioanalyzer 2100 дозволяє обробляти зразки ДНК протягом 25 хвилин. Створені для застосування на місцях подій та злочинів ще більш портативні системи Rapid DNA i IntegenX RapidHiT™ 200 [16]. Необхідно зазначити, що традиційні методи типування ДНК дають найкращу біометричну інформацію, яка допомагає встановити особу підозрюваного, його родинні зв'язки та географічне походження, але вони є недостатньо швидкими через велику кількість етапів вилучення та проведення аналізу зразка та вимагають коштовного устаткування.

Портативне обладнання на основі електрохімічних сенсорів дозволяє виявляти на місці події сліди вибухових речовин вольтамперометричним методом. Шляхом розчинення підозрілого твердого матеріалу в придатному для цього електроліті, з послідуочим скануванням, визначають присутність тринітролуолу [17], продуктів пострілу з визначенням слідових кількостей міді, свинця та сурми [18].

Висновки. У статті представлені світові досягнення в області розробок портативного аналітичного обладнання для судово-криміналістичних розслідувань, що застосовуються безпосередньо на місці злочину в режимі реального часу та про які повідомлялось за останні роки. Визначені основні переваги даного обладнання: швидкий час аналізу, низькі витрати на купівлю та експлуатацію, низьке споживання енергії, низьке (або повна відсутність) використання реагентів, невелика обробка проб або її повна відсутність, висока безпека для оператора та простота в експлуатації.

Наведений перелік методів, сенсорів, обладнання не є вичерпним. У рамках однієї статті неможливо розкрити усі аналітичні портативні платформи, що можуть бути використані для потреб судово-експертних досліджень, акцент зроблений лише на деякі.

Інформація щодо наявного обладнання та його можливостей повинна враховуватись оперативними та слідчими підрозділами під час планування та проведення слідчих (розшукових) дій та оперативно-розшукових заходів. Також ця інформація необхідна для підготовки навчально-практичної літератури щодо застосування засобів і методів криміналістичної техніки.

Портативні прилади забезпечують безліч переваг для судово-криміналістичної діяльності, включаючи швидкий, чутливий та точний аналіз фактів зловживання наркотичними засобами та психотропними речовинами, виявлення вибухових речовин, продуктів пострілу, речовин нествореної природи, дослідження лакофарбових, полімерних матеріалів, тонерів, паст ручок, використання банкнот, сумнівних документів та підписів, волокон, напоїв, дорогоцінного каміння та мінералів, ДНК, груп крові,

ідентифікації статі людини, а також реальну можливість використовувати їх в аеропортах, морських портах, в поліцейських операціях, на кордонах між сусідніми країнами.

Однак слід зауважити, що не всі необхідні дослідження для отримання категоричної позитивної чи негативної відповіді на питання досудового слідства можна провести безпосередньо на місці скоєння злочину. Оскільки існує на сьогодні портативне обладнання за своїми можливостями все ж поступається стаціонарному, яке застосовують у лабораторних умовах, результати отримані на портативному обладнанні носять імовірний характер. У такому випадку все ще залишається необхідним наступний аналіз у судово-криміналістичній лабораторії.

При розробці методів досліджень, що виконуються на портативному обладнанні, необхідно враховувати факт, що для прийняття судом інформації у кримінальних провадженнях, вирішальне значення має їх валідація.

Наявність високоточного обладнання буде сприяти розробці потужних інструментів судової розвідки для виявлення потенційних зав'язків між справами та доказами, кращому розумінню злочинної діяльності, оптимізації роботи правоохоронних органів, підвищенню ефективності судово-криміналістичних розслідувань, сприянню у попередженні злочинності та правопорушень.

Перелік посилань

1. Portable Analytical Instruments Market Research Report by Product, Technology, End User, Region – Global Forecast to 2027 – Cumulative Impact of COVID-19. 197 p.

2. Mach P. M., McBride E. M., Sasiene Z. J., Brigance K. R., Kennard S. K., Wright K. C., Verbeck G. F. Vehicle-Mounted Portable Mass Spectrometry System for the Covert Detection via Spatial Analysis of Clandestine Methamphetamine Laboratories, *Analytical Chemistry*. 2015. № 87. P. 11501-11508. DOI:10.1021/acs.analchem.5b03269.

3. Balbino M. A., de Oliveira L. S., Eleotério I. C., Oiyе E. N., Ribeiro M. F. M., McCord B. R., Ipolito A. J., de Oliveira M. F. The Application of Voltammetric Analysis of Δ 9-THC for the Reduction of False Positive Results in the Analysis of Suspected Marijuana Plant Matter. *Journal Forensic Science*. 2016. № 61. P. 1067-1073. DOI: 10.1111/1556-4029.13059.

References

1. Portable Analytical Instruments Market Research Report by Product, Technology, End User, Region – Global Forecast to 2027 – Cumulative Impact of COVID-19. 197 p. (in English).

2. Mach, P. M., McBride, E. M., Sasiene, Z. J., Brigance, K. R., Kennard, S. K., Wright, K. C., Verbeck, G. F. (2015). Vehicle-Mounted Portable Mass Spectrometry System for the Covert Detection via Spatial Analysis of Clandestine Methamphetamine Laboratories, *Analytical Chemistry*. No. 87. P. 11501-11508. DOI:10.1021/acs.analchem.5b03269. (in English).

3. Balbino, M.A., de Oliveira, L. S., Eleotério, I. C., Oiyе, E. N., Ribeiro M. F. M., McCord, B. R., Ipolito A. J., de Oliveira M. F. (2016). The Application of Voltammetric Analysis of Δ 9-THC for the Reduction of False Positive Results in the Analysis of Suspected Marijuana Plant Matter, *Journal Forensic Science*. No. 61. P. 1067-1073. DOI: 10.1111/1556-029.13059. (in English).

4. Lawton Z. E., Traub A., Fatigante W. L., Mancias J., O'Leary A. E., Hall S. E., Wieland J. R., Oberacher H., Gizzi M. C., Mulligan C. C. Analytical Validation of a Portable Mass Spectrometer Featuring Interchangeable, Ambient Ionization Sources for High Throughput Forensic Evidence Screening. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*. 2017. № 28. P. 1048-1059. DOI:10.1007/s13361-016-1562-2.
5. Sun J., Guan F., Cui D., Chen X., Zhang L., Chen, J. An improved photo-ionization detector with a micro gas chromatography column for portable rapid gas chromatography system. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2013. № 188. P. 513-518. DOI:10.1155/2018/5651315.
6. Fujihara J., Fujita Y., Yamamoto T., Nishimoto N., Kimura-Kataoka K., Kurata S., Takinami Y., Yasuda T., Takeshita H. Blood identification and discrimination between human and nonhuman blood using portable Raman spectroscopy. *International Journal of Legal Medicine*. 2017. № 131. P. 319-322. DOI: 10.1007/s00414-016-1396-2.
7. Bosco, G. L. Development and application of portable, hand-held X-ray fluorescence spectrometers. *Trends in Analytical Chemistry*. 2013. № 45. P. 121-134. DOI: 10.1016/j.trac.2013.01.006.
8. Krug F. J., Guerra M., Almeida E., Carvalho G. G., Souza, P. F., Nunes, L. C., Júnior, D. S. Comparison of analytical performance of benchtop and handheld energy dispersive X-ray fluorescence systems for the direct analysis of plant materials. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2014. № 29. P. 1667-1674. DOI: 10.1039/C4JA00083H.
9. Salles M. O., Meloni G. N., Araujo W. R., Paixão T. R. L. C. Explosive colorimetric discrimination using a smartphone, paper device and chemometrical approach, *Analytical Methods*. 2014. № 6. P. 2047-2052. DOI: 10.1039/C3AY41727A.
4. Lawton, Z. E., Traub, A., Fatigante, W. L., Mancias, J., O'Leary, A. E., Hall, S. E., Wieland J. R., Oberacher H., Gizzi M. C., Mulligan C. C. (2017). Analytical Validation of a Portable Mass Spectrometer Featuring Interchangeable, Ambient Ionization Sources for High Throughput Forensic Evidence Screening, *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*. No. 28. P. 1048-1059. DOI:10.1007/s13361-016-1562-2. (in English).
5. Sun, J., Guan, F., Cui, D., Chen, X., Zhang, L., Chen, J. (2013). An improved photo-ionization detector with a micro gas chromatography column for portable rapid gas chromatography system. *Sensors and Actuators B: Chemical*. No. 188. P. 513-518. DOI:10.1155/2018/5651315. (in English).
6. Fujihara, J., Fujita, Y., Yamamoto, T., Nishimoto, N., Kimura-Kataoka, K., Kurata, S., Takinami, Y., Yasuda, T., Takeshita, H. (2017). Blood identification and discrimination between human and nonhuman blood using portable Raman spectroscopy. *International Journal of Legal Medicine*. No. 131. P. 319-322. DOI: 10.1007/s00414-016-1396-2. (in English).
7. Bosco, G. L. (2013). Development and application of portable, hand-held X-ray fluorescence spectrometers. *Trends in Analytical Chemistry*. No. 45. P. 121-134. DOI: 10.1016/j.trac.2013.01.006. (in English).
8. Krug, F. J., Guerra, M., Almeida, E., Carvalho, G. G., Souza, P. F., Nunes, L. C., Júnior, D. S. (2014). Comparison of analytical performance of benchtop and handheld energy dispersive X-ray fluorescence systems for the direct analysis of plant materials. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. No. 29. P. 1667-1674. DOI: 10.1039/C4JA00083H. (in English).
9. Salles, M. O., Meloni, G. N., Araujo, W. R., Paixão, T. R. L. C. (2014). Explosive colorimetric discrimination using a smartphone, paper device and chemometrical approach, *Analytical Methods*. No. 6. P. 2047-2052. DOI: 10.1039/C3AY41727A. (in English).

10. Oiyе É. N., Midori Toia Katayama J., Fernanda Muzetti Ribeiro M., de Oliveira M. F. Electrochemical analysis of 25H-NBOMe by Square Wave Voltammetry. *Forensic Chemistry*. 2017. № 5. P. 86-90. DOI: 10.1016/j.forc.2017.07.001.
11. Abnous K., Mohammad N., Ramezani M., Mohammad S., Sarreshtehdar A. Chemical A novel electrochemical aptasensor based on H-shape structure of aptamer-complimentary strands conjugate for ultrasensitive detection of cocaine. *Sensors and Actuators B*. 2016. № 224. P. 351-355. DOI: 10.1016/j.snb.2015.10.039.
12. Peters K. L., Corbin I., Kaufman L. M., Zreibe K., Blanes L., McCord B. R. Simultaneous colorimetric detection of improvised explosive compounds using microfluidic paper-based analytical devices (μ PADs). *Analytical Methods*. 2015. № 7. P. 63-70. DOI: 10.1039/C4AY01677G.
13. Wang J., Yang L., Liu B., Jiang H., Liu R., Yang J., Han G., Mei Q., Zhang Z. Inkjet-Printed Silver Nanoparticle Paper Detects Airborne Species from Crystalline Explosives and Their Ultratrace Residues in Open Environment. *Analytical Chemistry*. 2014. № 86. P. 3338-3345. DOI: 10.1021/acs.iecr.7b04663.
14. Pesenti A., Taudte R. V., McCord B., Doble P., Roux C., Blanes L. Coupling Paper-Based Microfluidics and Lab on a Chip Technologies for Confirmatory Analysis of Trinitro Aromatic Explosives. *Analytical Chemistry*. 2014. № 86. P. 4707-4714. DOI: 10.1021/ac403062y.
15. Aboud M., Oh H. H., McCord B. Rapid direct PCR for forensic genotyping in under 25 min. *Electrophoresis*. 2013. № 34. P. 1539-1547. DOI: 10.1002/elps.201200570.
16. Khan M. S., Thomas G., Shen W., Whyte G., Garnier G. Paper Diagnostic for Instantaneous Blood Typing. *Analytical Chemistry*. 2010. № 82. P. 4158-4164. DOI: 10.1021/ac100341n.
10. Oiyе É. N., Midori Toia Katayama J., Fernanda Muzetti Ribeiro M., de Oliveira M. F. (2017). Electrochemical analysis of 25H-NBOMe by Square Wave Voltammetry. *Forensic Chemistry*. No. 5. P. 86-90. DOI: 10.1016/j.forc.2017.07.001. (in English).
11. Abnous, K., Mohammad, N., Ramezani, M., Mohammad, S., Sarreshtehdar, A. (2016). Chemical A novel electrochemical aptasensor based on H-shape structure of aptamer-complimentary strands conjugate for ultrasensitive detection of cocaine. *Sensors and Actuators B*. No. 224. P. 351-355. DOI: 10.1016/j.snb.2015.10.039. (in English).
12. Peters, K. L., Corbin, I., Kaufman, L. M., Zreibe, K., Blanes, L., McCord, B. R. (2015). Simultaneous colorimetric detection of improvised explosive compounds using microfluidic paper-based analytical devices (μ PADs). *Analytical Methods*. No. 7. P. 63-70. DOI: 10.1039/C4AY01677G. (in English).
13. Wang, J., Yang, L., Liu, B., Jiang, H., Liu, R., Yang, J., Han, G., Mei, Q., Zhang, Z. (2014). Inkjet-Printed Silver Nanoparticle Paper Detects Airborne Species from Crystalline Explosives and Their Ultratrace Residues in Open Environment. *Analytical Chemistry*. No. 86. P. 3338-3345. DOI: 10.1021/acs.iecr.7b04663. (in English).
14. Pesenti, A., Taudte, R. V., McCord, B., Doble, P., Roux, C., Blanes, L. (2014). Coupling Paper-Based Microfluidics and Lab on a Chip Technologies for Confirmatory Analysis of Trinitro Aromatic Explosives. *Analytical Chemistry*. No. 86. P. 4707-4714. DOI: 10.1021/ac403062y. (in English).
15. Aboud, M., Oh, H. H., McCord B. (2013). Rapid direct PCR for forensic genotyping in under 25 min. *Electrophoresis*. 34. P. 1539-1547. DOI: 10.1002/elps.201200570. (in English).
16. Khan, M. S., Thomas, G., Shen, W., Whyte, G., Garnier, G. (2010). Paper Diagnostic for Instantaneous Blood Typing. *Analytical Chemistry*. No. 82. P. 4158-4164. DOI: 10.1021/ac100341n. (in English).

17. Guan L., Tian J., Cao R., Li M., Cai Z., Shen W. Barcode-Like Paper Sensor for Smartphone Diagnostics: An Application of Blood Typing, *Analytical Chemistry*. 2014. № 86. P. 11362-11367. DOI: 10.1021/ac503300y.

17. Guan, L., Tian, J., Cao, R., Li, M., Cai, Z., Shen, W. (2014). Barcode-Like Paper Sensor for Smartphone Diagnostics: An Application of Blood Typing. *Analytical Chemistry*. No. 86. P. 11362-11367. DOI: 10.1021/ac503300y. (in English).

18. Aboud M. J., Gassmann M., McCord B. Ultrafast STR Separations on Short-Channel Microfluidic Systems for Forensic Screening and Genotyping, *Journal Forensic Science*. 2015. № 60. P. 1164-1170. DOI: 10.1021/ac101355r

18. Aboud, M. J., Gassmann, M., McCord, B. (2015). Ultrafast STR Separations on Short-Channel Microfluidic Systems for Forensic Screening and Genotyping, *Journal Forensic Science*. No. 60. P. 1164-1170. DOI: 10.1021/ac101355r (in English).

WORLD EXPERIENCE IN THE USE OF PORTABLE ANALYTICAL EQUIPMENT AT THE CRIME SCENE

I. Kuchynska

The current state of development of the production of portable analytical equipment, which is used in the prevention, detection and investigation of crimes carried out outside the laboratory to provide emergency assistance in criminal investigations or for judicial intelligence.

It is emphasized that investigations conducted directly at the crime scene are extremely important for the acceleration and efficiency of the pre-trial investigation, prevent delays in sending materials to forensic laboratories, and allow finding the perpetrator until he has destroyed the evidence or not. left the crime scene.

An overview of the world's existing analytical platforms (sensors) is provided, on the basis of which portable equipment is created for convenient, fast, accurate detection of relevant substances during operational (search) actions, prevention and detection of crimes.

The experience of using portable analytical equipment by forensic services of foreign countries is analyzed and noted; There is currently a need for analytical techniques that have sufficiently reliable data and conclusions that serve as evidence in court and could be used to work at the crime scene in real-time.

The latest technological developments create new opportunities for research outside the laboratory. The benefits of forensic real-time forensic investigations are numerous, and such technologies significantly increase the speed of investigations and the efficiency of the criminal justice system.

The issue of covering the peculiarities of technical and forensic support for the investigation of crimes has not yet been properly reflected in the domestic scientific literature.

Specific examples of portable systems for on-site analysis were presented, which had high sensitivity and specificity in conducting qualitative and quantitative analysis in the field of public safety, environmental protection and monitoring of production processes. The most common are ion mobility spectrometry, mass spectrometry, and gas chromatography, followed by determination using a sensitive detector.

Such portable devices/systems are well established for forensic research on drugs, explosives, unidentified substances, paints, polymers, toners, pen pastes,

fibres, beverages, blood tests, gems and minerals, successfully used for DNA identification, blood tests to detect group and rhesus factor.

Key words: portable equipment, crime scene, mass spectrometry, spectroscopy, paper sensors, electrochemical sensors.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.44>

УДК 343.982.4

Ігор Петрович Красюк
заступник начальника
відділу почеркознавчих досліджень
лабораторії криміналістичних видів досліджень

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7099-2509>

E-mail: ihorkrasiuk38@gmail.com

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ПІДПИСИ І КОРОТКІ РУКОПИСНІ ЗАПИСИ ЯК ОБ'ЄКТИ ЕКСПЕРТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті здійснено науковий аналіз підпису і коротких рукописних записів, як об'єктів експертних досліджень. З'ясовано сутність об'єкта судової експертизи, етимологія термінів «документ», «підпис», «короткий рукописний запис», визначено складові об'єкта судової почеркознавчої експертизи, на підставі чого сформульовано визначення об'єкта судової почеркознавчої експертизи.

Ключові слова: *малооб'ємний об'єкт почерку, підпис, короткий рукописний запис, об'єкт експертизи, судова почеркознавча експертиза.*

Постановка проблеми. Об'єкт експертизи є невід'ємною та визначальною ознакою видової приналежності експертного дослідження [1, с. 206-207]. Він обґрунтовано розглядається як основна категорія теорії судової експертизи, оскільки є первинним по відношенню до інших категорій, зокрема, таких, як «предмет судової експертизи», «експертне завдання», «види судових експертиз», які можуть бути визначені лише з урахуванням об'єкта експертизи.

З точки зору теорії пізнання, об'єкт є частиною об'єктивної дійсності, яка перебуває у взаємодії з суб'єктом, це те, що протистоїть суб'єкту в його предметно-практичній та пізнавальній діяльності, те, на що ця діяльність спрямована. Тому, об'єкт пізнання є частиною реальності, на яку спрямована енергія пізнаючих суб'єктів.

Короткі рукописні записи та підписи часто стають об'єктами судової почеркознавчої експертизи. Зазвичай такі почеркові об'єкти зустрічаються в нотаріальних і банківських документах, договорах, дорученнях, заповітах