

**АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПОРТАТИВНОГО АНАЛІТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІД ЧАС ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ****URGENCY OF APPLICATION OF PORTABLE ANALYTICAL EQUIPMENT DURING PREVENTION AND INVESTIGATION OF CRIMES****Кучинська І.В., к.фарм.н.,  
провідний науковий співробітник***Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз Служби безпеки України*

Досліджений сучасний стан розвитку виробництва портативного аналітичного обладнання, яке використовується під час попередження, розкриття та розслідування злочинів, що проводяться поза умовами лабораторії, для надання швидкої допомоги в проведенні розслідувань злочину або з метою судової розвідки. Наголошено, що дослідження, які проводяться безпосередньо на місці скоєння злочину, надзвичайно важливі для прискорення та ефективності проведення досудового розслідування, запобігають затримкам, пов'язаним із відправкою матеріалів у судово-експертні лабораторії, дозволяють знайти злочинця, поки той не знищив докази або не покинув місце злочину.

Наданий огляд наявних у світі аналітичних платформ (сенсорів), на основі яких створюється портативне обладнання для зручного, швидкого, точного виявлення відповідних речовин під час проведення оперативних (розшукових) дій, попередження та розкриття злочинів.

Проаналізовано досвід використання портативного аналітичного обладнання криміналістичними службами іноземних країн і зазначено, що натеper існує потреба в аналітичній техніці, яка мала б достатньо надійні дані й висновки, що б слугували доказами в суді, і могла б використовуватися для роботи на місці злочину в режимі реального часу.

Зазначено, що останні технологічні розробки створюють нові можливості щодо досліджень поза умовами лабораторії. Переваги судово-криміналістичних розслідувань у реальному часі на місцях численні, такі технології значно підвищують швидкість розслідування та ефективність системи кримінального правосуддя, але питання щодо викладення особливостей техніко-криміналістичного забезпечення розслідування злочинів ще не знайшло належного відбиття у вітчизняній науковій літературі.

Представлені конкретні приклади портативних систем для проведення аналізу на місці події, що мали високу чутливість і специфічність у проведенні якісного й кількісного аналізу у сфері суспільної безпеки, захисту навколишнього середовища й моніторингу виробничих процесів. До найпоширеніших належать спектрометрія іонної рухливості, мас-спектрометрія, газова хроматографія з послідуємим визначенням за допомогою чутливого детектора. Такі портативні прилади / системи добре зарекомендували себе для криміналістичних досліджень наркотичних засобів, вибухових речовин, речовин невідомої природи, лакофарбових, полімерних матеріалів, тонерів, паст ручок, волокон, напоїв, аналізу крові, дорогоцінного каміння та мінералів, успішно використовуються для ідентифікації за дезоксирибонуклеїновою кислотою, проведення аналізу крові на виявлення групи й резус-фактору.

**Ключові слова:** портативне аналітичне обладнання, сенсори, дослідження поза умовами лабораторії, розслідування, попередження злочину, місце злочину.

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

**Key words:** portable analytical equipment, sensors, research outside the laboratory, investigation, crime prevention, crime scene.

**Постановка проблеми.** Натеper в Україні перспективи розвитку криміналістичної техніки в розслідуванні, розкритті й запобіганні злочинам відіграють важливу роль. Велике значення має розробка засобів, прийомів і методів, спрямованих на попередження, припинення злочинів, що готуються, перешкодження скоєнню та полегшення виявлення винних у розслідуванні скоєних злочинів.

У лабораторіях інститутів судової експертизи докази вивчаються за допомогою сучасного аналітичного обладнання. Без цього часто високотехнологічного й коштовного обладнання судовий експерт не зміг би отримати результатів судової експертизи, які так часто мають життєво важливе значення для розкриття злочину й забезпечення прийняття рішень у суді.

Натеper існує потреба в аналітичній техніці, яка мала б достатньо надійні дані й висновки, що слугували б доказами в суді, і могла б використовуватися для роботи на місці злочину в режимі реального часу.

Технологічна проблема створення портативних пристроїв із можливостями вимірювань, аналогічними до звичайного лабораторного обладнання, величезна.

Питання щодо викладення особливостей техніко-криміналістичного забезпечення розслідування злочинів ще не знайшло належного відбиття у вітчизняній науковій літературі. Новизна дослідження полягає в розгляді питання використання науково-технічних засобів і методів забезпечення попередження та розслідування злочинів за допомогою портативного аналітичного обладнання.

Останні технологічні розробки створюють нові можливості щодо досліджень поза умовами лабораторії. Переваги судово-криміналістичних розслідувань у реальному часі на місцях численні, такі технології значно підвищують швидкість розслідування та ефективність системи кримінального правосуддя. В ідеалі такі переваги реалізуються лише тоді, коли якість гарантована в будь-який час, а результати можуть бути використані як докази в суді. Натепер у світі відбуваються інноваційні зусилля з розробки інтегрованих рішень для аналітичних платформ, які дозволяють проводити судово-криміналістичні дослідження біологічних слідів людини, хімічну ідентифікацію наркотичних засобів, психотропних речовин, продуктів вибуху й пострілу, що допоможе правоохоронним органам ефективніше розкривати злочини. Ці платформи дозволяють проводити польові розслідування, збирати надійні й підтвержені докази, проводити судово-криміналістичну експертизу й цілеспрямовано використовувати експертний потенціал судово-криміналістичних інститутів.

**Метою та завданням** статті є аналіз наявних наукових підходів і сучасних розробок, розгляд особливостей і сутності техніко-криміналістичного забезпечення розслідування, розкриття та запобігання вчиненню злочинів на місцях за допомогою портативного аналітичного обладнання.

Завдяки обізнаності представників правоохоронних органів щодо можливостей наявних і нових методів і способів досліджень з'являється можливість планувати нові напрями проведення розслідувань злочинної діяльності або виконувати на новому рівні вже існуючі напрацьовані комбінації.

**Стан дослідження проблеми.** Питання використання криміналістичної техніки в розслідуванні, розкритті й попередженні злочинів у роботі з матеріальними доказами були предметом досліджень вітчизняних науковців Ю.П. Аленіна, В.П. Бахіна, В.Д. Берназа, Т.В. Варфоломєвої, А.Ф. Волобуєва, В.І. Галагана, В.Г. Гончаренка, О.Ф. Долженкова, В.А. Журавля, А.В. Іщенко, Н.С. Карпова, Н.І. Клименко, В.О. Коновалової, О.Ю. Кошеля, В.С. Кузьмичова, В.К. Лисиченка, В.Г. Лукашевича, Г.А. Магусовського, В.В. Тищенко, В.Т. Нора, М.В. Салтєвського, М.Я. Сегає, С.В. Слінька, С.М. Стахівського, В.Ю. Шепітька, М.Є. Шумила й інших.

Технічне забезпечення розслідувань злочинів і питання криміналістичного забезпечення розслідувань на місцях під час інцидентів, що пов'язані з вибуховими речовинами, вивчали й вивчають А.Ю. Аполлонова, Л.В. Бертовський, О.А. Буханченко, В.Н. Агінський, Т.М. Бульба, А.М. Єгоров, В.М. Плескачевський, І.І. Артамонова, М.А. Погорецький, А.С. Подшибякієн, Ю.М. Дільдін, С.М. Колотушкин, В.П. Власов, М.І. Асташова, М.А. Михайлов, І.П. Пантелєєв, В.І. Пашенко, А.А. Топорков, В.В. Мартинів, І.Д. Моторний, В.В. Поліщук, А.В. Іщенко, М.В. Кобець, А.Б. Шмерего, А.Ю. Семенов та інші.

На необхідність розробки портативних аналітичних пристроїв для використання їх під час розслідування на місці злочину наголошували А. Van Asten, A. Kloosterman, A. Mapes, Z. Geradts, E. Van Eijk, C. Koper, J. Van Den Berg, S. Verheij, M. Van Der Steen. На думку авторів, 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». Зокрема, судово-криміналістичне застосування портативного обладнання з використанням декількох джерел іонізації навколишнього середовища, включаючи прямий аналіз у реальному часі, демонстрували Н. Brown, В. Oktem, A. Windom, V. Doroshenko, K. Evans-Nguyen, десорбційну іонізацію електророзпиленням, іонізацію електророзпиленням, хімічну іонізацію при атмосферному тиску, іонізацію спреєм із паперу застосовували в дослідженнях Н.В. Pereira, М.М. Sena, E. Piccin, Н. Oberacher,

W.L. Fatigante, Z.E. Lawton, M.C. Gizzi, C.C. Mulligan, A. Traub, J.R. Wieland, J. Mancias, J.S. Wiley, A.E. O'Leary, R. Augusti, J.T. Shelley, R.G. Cooks, P.W. Fedick, R.M. Bain, J.A.R. Teodoro, J.J. Zacca, S.E. Hall. Автори визнали іонізацію спреєм із паперу одним із найшвидших методів із можливістю проведення судово-криміналістичної експертизи, обґрунтували застосування обладнання з функцією іонізації спреєм із паперу в інцидентах, пов'язаних зі зловживанням наркотичними засобами й сильнодіючими препаратами, сумнівними документами, чорнилами тощо.

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

Z.E. Lawton, A. Traub, W.L. Fatigante, J. Mancias, A.E. O'Leary, S.E. Hall, J.R. Wieland, H. Oberacher, M.C. Gizzi, C.C. Mulligan, Visotin, C. Lennard наголошували на важливості використання портативного мас-спектрометра для розкриття злочинів і забезпечення достовірних результатів під час виявлення заборонених речовин на місцях.

P.I. Hendricks, J.K. Dagleish, J.T. Shelley, M.A. Kirleis, R.J. Noll, J.P. Denton, M.T. McNicholas, L. Li, T.-C. Chen, C.-H. Chen J.S. Duncan, T.A. Roach, Z. Ouyang, R.G. Cooks доведено високу результативність і проведено автономні дослідження в режимі реального часу заборонених наркотичних речовин, вибухових речовин із використанням мініатюрного рюкзака з мас-спектрометром.

Не применшуючи ролі й значущості результатів праці зазначених вчених, необхідно визнати, що в Україні нині важливим завданням у протидії злочинній діяльності є активізація наукового й методичного криміналістичного забезпечення та зростання якісного рівня діяльності правоохоронних органів. Одним з актуальних напрямів підвищення ефективності розкриття, розслідування та запобігання злочинності є удосконалення належного криміналістично-технічного забезпечення слідчих (розшукових) дій шляхом використання портативної техніки, що дозволить проводити дослідження в режимі реального часу безпосередньо на місці злочину, оптимізує діяльність правоохоронних органів і суттєво покращить результативність розслідування протиправних дій.

**Виклад основного матеріалу.** Проведення розслідування злочину на місці події впродовж перших годин після його скоєння вирішальне для правоохоронних органів, дає змогу отримати необхідні факти й дані, розуміння особистості потенційних підозрюваних. То ж дослідження, що проводяться безпосередньо на місці скоєння злочину, надзвичайно важливі для прискорення та ефективності проведення досудового розслідування, запобігають затримкам, пов'язаним із відправкою матеріалів у судово-експертні лабораторії, дозволяють знайти злочинця, поки той не знищив докази або не покинув місце злочину. Проведення досліджень у лабораторних умовах в експертних установах, на жаль, пов'язані з відомими логістичними проблемами й бюрократією, здолання яких нерідко забирають більше часу, аніж проведення самого лабораторного аналізу, що зводить до мінімуму ефективність розслідування злочину «по гарячих слідах». Окрім того, фрагментований збір криміналістичної інформації призводить до зниження якості розслідування.

Покращити експертно-криміналістичне забезпечення слідчих (розшукових) дій шляхом проведення експертних досліджень виявлених на місці злочину об'єктів зі швидким наданням результату дозволяє використання портативної техніки.

Розробка портативних пристроїв, призначених для швидкого аналізу на місці, є одним із найактивніших напрямів досліджень в аналітичній хімії.

Слід, однак, зауважити, що не всі необхідні дослідження для отримання категоричної позитивної чи негативної відповіді на питання, що цікавлять досудове розслідування, можливо провести безпосередньо на місці скоєння злочину, оскільки наявне натепер портативне обладнання за своїми можливостями все ж поступається стаціонарному, яке застосовується в лабораторних умовах, результати, отримані на портативному обладнанні, мають імовірнісний характер, а в такому випадку послідуочий аналіз у судово-криміналістичній лабораторії все ж залишається необхідним.

Так, з огляду на вищевказане, цікавий досвід американських колег. Ураховуючи, що для виявлення прихованих злочинцями дій правоохоронні органи часто потребують широкого спектра методів роботи, включаючи залучення собак, тасмних агентів, значної матеріально-технічної підтримки, американськими фахівцями запропонований спосіб виявлення факту синтезу психотропної речовини за допомогою мас-спектрометрії методом іонізації навколишнього середовища в режимі реального часу. Ними представлено розробку й застосування мобільного мас-спектрометра на транспортному засобі для виявлення прекурсорів і побічних продуктів синтезу психотропної речовини – метамфетаміну – шляхом просторового аналізу атмосфери.

Виявлення підпільних лабораторій із використанням встановленого на транспортному засобі електричного гібридного мас-спектрометра з використанням повітрязабірника дає можливість отримати результати – мас-спектри, що маркуються за допомогою GPS (система багаторазово сканує маси й корелює кожне сканування з відповідною широтою та довготою). Наступна обробка отриманих даних використовує Google Earth для побудови графіка інтенсивності забруднення певною речовиною. Водночас помітно збільшена інтенсивність забруднення атмосфери речовиною – прекурсором чи побічними продуктами синтезу – пов'язана з наявністю джерела їх викиду в атмосферу. Обробка даних у реальному часі допомагає швидко визначити місцезнаходження підпільних лабораторій. Виявлення хімічних маркерів синтезу заборонених речовин надалі може застосовуватися для виявлення їх синтетичних маршрутів. Також є можливість негласно проводити відбір проб, що допоможе правоохоронним органам у подальшій роботі [1]. Крім того, існує можливість проведення негласного відбору проб під час скоєння злочинцями правопорушення, що допомогло б в отриманні дозволу на обшук.

Більшість останніх досягнень у галузі інструментальних засобів були присвячені розробці портативних мас-спектрометричних систем у зв'язку з їх потенціалом для хімічного аналізу на місці події в поєднанні з отриманням швидкого результату, високою чутливістю та специфічністю, а також можливістю проведення як якісного, так і кількісного аналізу. Ці характеристики особливо необхідні у сфері суспільної безпеки, захисту навколишнього середовища й моніторингу виробничих процесів. До найпоширеніших належать спектрометрія іонної рухливості, мас-спектрометрія, газова хроматографія з послідуочим визначенням за допомогою чутливого детектора. Компанії Agilent Technologies, 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 розробили портативні мас-спектрометри, що забезпечують високий потенціал для використання в криміналістичних дослідженнях. Розроблено методики, що дають швидкі результати (менш ніж за 3 хвилини) [2].

Раман-спектроскопія (спектроскопія комбінаційного розсіювання) та спектроскопія поглинання в ближній інфрачервоній (БІЧ) області спектра – такі аналітичні методи, що дозволяють проводити неруйнівний і майже миттєвий аналіз широкого спектра об'єктів на місці злочину. Принцип методу полягає в отриманні спектральної хімічної

інформації з поверхні зразка за допомогою оптичного випромінювання. Це можливо за наявності світлопроникної, прозорої, напівпрозорої та непрозорої упаковки (скло, пластик, полімерні матеріали, іноді навіть папір). Проведення аналізу не потребує підготовки проби, застосування реагентів, розчинників і спеціальної підготовки співробітника, що буде проводити аналіз, дає можливість працювати з мікрокількостями речовини. Раман-спектроскопія та спектроскопія поглинання в ближній інфрачервоній області спектра найширше використовуються для криміналістичних досліджень наркотичних засобів, вибухових речовин, речовин невстановленої природи, лакофарбових, полімерних матеріалів, тонерів, паст ручок, волокон, напоїв, аналізу крові, дорогоцінного каміння та мінералів. успішно використовується для ідентифікації статі людини шляхом проведення аналізу сухих плям крові; також продемонстрована ідентифікація на відмінність тваринної та людської крові [3].

Електрохімічні методи для проведення аналізу на місцях скоєння злочину мають такі ключові характеристики, як: низька вартість, швидкість, мінімальні маніпуляції зі зразком, висока чутливість, адекватна селективність, легкість мініатюризації та наявність на ринку доступного обладнання з живленням від батарей.

Паперові сенсори – нова альтернативна технологія для виготовлення простих, недорогих, портативних, одноразових аналітичних пристроїв для багатьох областей застосування, включаючи клінічну діагностику, контроль якості харчових продуктів і моніторинг навколишнього середовища. Унікальні властивості паперу, що забезпечують пасивний перенос рідини й сумісність із хімічними речовинами, є основними перевагами використання паперу як сенсорної платформи [4]. Використання аналітичних приладів для проведення аналізу в польових умовах відбувається в сукупності з детекторами, які також можуть бути портативними, мініатюрними, недорогими, що дозволяє швидко інтерпретувати результат (навіть для некваліфікованих користувачів), незамінні в умовах обмежених ресурсів.

Одним із завдань крупномасштабного процесу аналізу наркотиків є надійне визначення характеру вилученого матеріалу для суду. Розробки в такій області привели до появи комерційно доступного аналітичного обладнання, за допомогою якого можна надавати категоричні експертні висновки щодо ідентифікації речовин такої групи. Добре зарекомендував себе метод ГХ-МС, що використовується для проведення аналізу твердих зразків вуличних наркотиків у польових умовах як із попередньою підготовкою проби (Griffin G510, Torion T-9), так і без використання пробопідготовки шляхом прямої десорбції [5]. Для зменшення розміру мобільних систем ГХ-МС спостерігається перехід до мас-спектрометричних детекторів, що працюють на основі іонних пасток.

У літературі повідомлялось про методи швидкої та надійної ідентифікації в польових умовах із застосуванням електрохімічних методів аналізу вуличних зразків кокаїну та його найбільш розповсюджених наповнювачів (фенацетин, кофеїн, левамизол, лідокаїн, парацетамол, прокаїн, бензокаїн) [6], нових психоактивних речовин [7], тетрагідроканабіноїдів [5].

Для виявлення слідів вибухових речовин на місці вибуху використовують портативне обладнання на основі електрохімічних сенсорів, завдяки якому будь-який підозрілий твердий матеріал можна просто розчинити в придатному для цього електrolіті й за допомогою вольтамперометричного сканування визначити присутність, наприклад, тринітролоуолу [8] або продуктів пострілу з визначенням слідових кількостей міді, свинцю та сурми [9]. Ідентифікація слідів вибухових речовин є важливим, але часто трудомістким процесом. Можливість виявлення вибухових речовин на місці вибуху або поруч дає значні переваги за часом під час розслідування.

Виявлення вибухових речовин, бойових отруйних речовин і моніторинг наркотиків – лише мала частина галузей застосування, в яких можуть використовуватися портативні аналітичні пристрої на паперовій основі [10] в ситуаціях, коли першорядне значення має швидке й точне визначення вибухового матеріалу без необхідності в додатковому обладнанні [11].

Сенсори на паперовій основі знаходять застосування для виявлення вибухових речовин під час перевірки таких об'єктів, як багаж або сумки в портових регіонах та аеропортах під час проходження їх перевірки на безпеку. Мало того, у випадку терористичного акту вони можуть використовуватися для перевірки великої кількості людей або поверхонь до підтвердження результату в умовах лабораторії [12], для моніторингу несанкціонованого захоронення вибухових речовин у ґрунті [4; 13].

Для виявлення вибухових речовин у польових умовах також розроблені мініатюрні мас-спектрометричні системи. Одним із комерційно доступних приладів є мас-спектрометр FLIR Systems AI-MS 1.2. Цей інструмент має невеликі розміри (приблизно 60 см) і вагу (44 кг), забезпечує швидку й точну хімічну ідентифікацію [14].

Моніторинг наркотичних засобів і психотропних речовин також проводиться із застосуванням портативних аналітичних пристроїв із сенсорами на паперовій основі.

Криміналістичні дослідження вибухових речовин широко проводяться завдяки Раман-спектроскопії та спектроскопії поглинання в ближній інфрачервоній (БІЧ) області спектру. На ринку доступні портативні Раман-аналізатори компанії Rigaku, Thermo Fisher Scientific та інших.

Результат аналізу дезоксирибонуклеїнової кислоти (далі – ДНК) може бути представлений як доказ у суді, може бути використаний як інструмент розслідування для встановлення особи в разі перетини кордону й масових лих.

Сенсори на паперовій основі дозволяють проводити ДНК-аналіз, який є важливим для швидкого виявлення підозрілих об'єктів, які можуть бути причетними до злочину, особливо коли час має суттєве значення або коли необхідно швидко обробити велику кількість зразків [15].

Хоча традиційні методи типізування ДНК дають найкращу біометричну інформацію, що допомагає встановити особистість, родинні зв'язки й географічне походження підозрюваного, вони не досить швидкі для проведення ідентифікації: через велику кількість етапів вилучення та аналізу зразка ДНК час обробки його може зайняти 1-2 дні.

Портативні аналітичні пристрої на паперовій основі дозволяють проводити аналіз ДНК, групи крові й резус-фактора, виявлені безпосередньо на місці злочину / події, усуваючи необхідність лабораторних досліджень, що дозволяє провести первинну перевірку можливих підозрюваних [16]. Розроблений простий паперовий пристрій для визначення груп крові зі штрих-кодом, який швидко зчитується смартфонами [17].

Натепер зберігається потреба в скороченні часу обробки одного зразка. Необхідні швидкі процедури проведення ідентифікації, особливо в ситуаціях обмеженого часу, коли підозрюваний утримується під вартою у відділенні поліції або в разі перетину кордону.

Як вже зазначалось, сучасні традиційні методи, що використовуються для проведення аналізу ДНК, займають багато часу, вимагають великого й коштовного устаткування. Для скорочення часу обробки зразка розроблена система Bioanalyzer 2100 (Agilent Technologies), що дозволяє швидко обробляти генотип протягом 25 хвилин, а також розроблені більш портативні системи Rapid DNA та Integen X Rapid HiT™ 200 [18]. Завдяки цим можливостям слідча група зможе отримати ідентифікаційні дані з місця злочину на початкових етапах розслідування.

**Висновки.** Наведений у статті перелік досягнень у галузі портативних аналітичних платформ для судово-експертних досліджень, які використовуються для розкриття, попередження та розслідування кримінальних випадків і про які повідомлялось за останні роки, має важливе значення для створення нових та вдосконалення вже наявних засобів.

Варто зазначити, що в рамках однієї статті неможливо розкрити всі аналітичні портативні платформи, які можуть бути використані для потреб судово-експертних досліджень, а зроблений акцент на лише на деяких.

Портативні інструменти пропонують безліч переваг для судово-криміналістичної діяльності, включаючи швидкий, чутливий і точний аналіз фактів порушення закону, а також реальну можливість використовувати їх в аеропортах, морських портах, у поліцейських операціях, на кордонах між сусідніми країнами. Інформацію щодо наявного обладнання необхідно враховувати під час проведення оперативно-слідчих та оперативно-розшукових заходів. Також ця інформація необхідна для підготовки навчально-практичної літератури щодо застосування засобів і методів криміналістичної техніки. Під час розробки методів слід враховувати, що валідація портативних методів має вирішальне значення для прийняття судом інформації по кримінальних провадженнях.

Удосконалення приладової бази, програмного забезпечення та поява високоточного обладнання сприятимуть розробці потужних інструментів судової розвідки для виявлення потенційних зв'язків між справами й доказами, кращого розуміння злочинної діяльності, моніторингу й оптимізації роботи правоохоронних органів, підвищення ефективності судово-криміналістичних розслідувань, сприяння в запобіганні злочинності й правопорушень.

Обізнаність співробітників оперативних і слідчих підрозділів правоохоронних органів щодо можливостей наявних методів і способів досліджень об'єктів, що містять криміналістично значущу інформацію, дозволяє планувати подальші напрями проведення розслідувань із застосуванням на новому рівні вже наявних напрацьованих методологій розслідування.

Останні технологічні розробки створюють нові можливості для проведення надійних наукових вимірів і досліджень поза умовами лабораторії. Переваги судово-криміналістичних розслідувань у реальному часі на місцях численні, і такі технології значно підвищують швидкість розслідування та ефективність системи кримінального правосуддя.

Стаття може бути корисною як для практичних працівників, так і для науковців із метою інформування про наявні аналітичні платформи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Visotin A., Lennard C. Preliminary evaluation of a next-generation portable gas chromatograph mass spectrometer (GC-MS) for the on-site analysis of ignitable liquid residues. *Australian Journal Forensic Science*. 2016. № 48. P. 203–221.
3. 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.
4. 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.
5. Balbino M.A., de Oliveira L.S., Eleotério I.C., Oiyé E.N., Ribeiro M.F.M., McCord B.R., Ipolito A.J., de Oliveira M.F. The Application of Voltammetric Analysis of  $\Delta^9$ -THC for the Reduction of False Positive Results in the Analysis of Suspected Marijuana Plant Matter. *Journal Forensic Science*. 2016. № 61. P. 1067–1073.

6. 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.
7. Oiyé 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.
8. Yu H.A., DeTata D.A., Lewis S.W., Silvester D.S. Recent developments in the electrochemical detection of explosives: Towards field-deployable devices for forensic science. *Trends in Analytical Chemistry*. 2017. № 97. P. 374–384.
9. Salles M.O., Bertotti M., Paixão T.R.L.C. Use of a gold microelectrode for discrimination of gunshot residues. *Sensors Actuators, B Chemistry*. 2012. P. 166–167.
10. 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 ( $\mu$ PADs). *Analytical Methods*. 2015. № 7. P. 63–70.
11. Noiphung J., Talalak K., Hongwarittorn I., Pupinyo N., Thirabowonkitphithan P., Laiwattanapaisal W. A novel paper-based assay for the simultaneous determination of Rh typing and forward and reverse ABO blood groups. *Biosensors and Bioelectronics*. 2015. № 67. P. 485–489.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Aboud M., Oh H.H., McCord B. Rapid direct PCR for forensic genotyping in under 25 min. *Electrophoresis*. 2013. № 34. P. 1539–1547.
16. Khan M.S., Thouas G., Shen W., Whyte G., Garnier G. Paper Diagnostic for Instantaneous Blood Typing. *Analytical Chemistry*. 2010. № 82. P. 4158–4164.
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.
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.