

DOI: 10.33766/2786-9156.104.267-279

УДК: 343.98

Коваленко А. В., кандидат юридичних наук, доцент, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії публічної безпеки громад факультету № 2 Донецького державного університету внутрішніх справ (м. Кропивницький, Україна)

e-mail: new4or@gmail.com

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-3665-0147>

Остафіїв Б. Л., завідувач сектору трасологічних досліджень відділу криміналістичних видів досліджень Івано-Франківського НДЕКЦ МВС України (м. Івано-Франківськ, Україна)

e-mail: bohdanostafiiv@gmail.com

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0001-6280-9575>

Стахів Н. В., старший судовий експерт сектору трасологічних досліджень відділу криміналістичних видів досліджень Івано-Франківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України (м. Івано-Франківськ, Україна)

e-mail: nadyashynkvar@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0004-1487-5163>

ВИКОРИСТАННЯ 3D-ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ СУДОВИХ ТРАСОЛОГІЧНИХ ЕКСПЕРТИЗ

Статтю присвячено з'ясуванню можливостей використання 3D-технологій під час проведення судових трасологічних експертиз. Висвітлено генезу запровадження 3D-технологій у вітчизняну судово-експертну діяльність, досліджено сучасний досвід їх застосування на прикладі системи балістичної ідентифікації BalScan. Наголошено, що в найближчому майбутньому аналогічні системи 3D-сканування можуть бути запроваджені для експертного дослідження широкого переліку різновидів матеріально-фіксованих слідів.

Розглянуто концептуальні основи проведення судових трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій. Встановлено, що для їх проведення на дослідження можуть направлятися відскановані цифрові 3D-моделі об'єктів слідів та вірогідних слідоутворюючих об'єктів чи такі об'єкти в натурі. Сформульовано типові питання, що можуть ставитися перед експертом для проведення таких експертиз.

Задля демонстрації можливостей використання 3D-технологій під час проведення трасологічних експертиз та відпрацювання відповідних методів дослідження, здійснене експериментальне порівняння інвертованої 3D-моделі об'єкта сліду взуття та 3D-моделі слідоутворюючого об'єкта.

Авторами апробовано методи дослідження, що можуть використовуватися під час проведення судових трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій: візуальне спостереження 3D-моделей досліджуваних об'єктів, вимірювання розмірів однойменних елементів 3D-моделей, суміщення 3D-моделей, суміщення окремих частин 3D-моделей та накладання окремих елементів 3D-моделей із використанням

прозорості. Наведено способи ілюстрування результатів проведення трасологічних досліджень, виконаних із використанням 3D-технологій.

Констатовано, що запропоновані авторами положення можуть бути покладені в основу експертної методики проведення трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій.

Ключові слова: кримінальне провадження, судова експертиза, трасологічна експертиза, балістична експертиза, порівняльне дослідження, експертна методика, 3D-сканер, 3D-модель.

Постановка проблеми. Судові трасологічні дослідження є одним із найбільш розповсюджених видів криміналістичних експертиз, що проводяться в кримінальних провадженнях на сучасному етапі. Утім, варто зазначити, що методики проведення таких експертиз майже не змінилися з радянських часів, а практичні працівники продовжують застосовувати традиційні методи фіксування й дослідження об'ємних матеріально-фіксованих слідів кримінальних правопорушень. У таких умовах запровадження сучасних технологічних рішень та нових методів дослідження, оновлення експертних методик є основним напрямом розвитку судової трасологічної експертизи.

Сучасні передові методи фіксування й дослідження криміналістично значущої інформації ґрунтуються на застосуванні 3D-технологій, які вже багато років активно використовуються в медицині, інженерії, архітектурі й будівництві, виробництві кіно й комп'ютерних ігор та низці інших сфер людської діяльності. За кордоном 3D-технології активно застосовуються під час проведення трасологічних та судово-медичних експертиз. У вітчизняній експертній практиці 3D-сканування встигло себе зарекомендувати як передовий засіб фіксування й подальшого дослідження слідів на стріляних кулях та гільзах. Видається, що згадані технології можуть надати якісний поштовх для розвитку методів проведення судових трасологічних експертиз в Україні.

Основними перевагами використання 3D-технологій у судово-експертній діяльності є можливість оглядати 3D-моделі направлених на дослідження об'єктів у будь-якій проекції та під будь-яким кутом, здійснення вимірювань об'єктів з високою точністю в будь-якій проекції, висока швидкість та зручність передавання цифрових моделей об'єктів дослідження від замовника до експерта, зручність обміну інформацією з колекціями 3D-моделей об'єктів [1], якісно новий рівень наочності, а відтак і можливостей ілюстрування результатів дослідження тощо.

Вважаємо, що з часом 3D-технології мають повністю замінити традиційні фотографічні методи проведення трасологічних досліджень та відповідні способи ілюстрування його результатів. Утім, для цього вже сьогодні учені-криміналісти та експерти-практики мають дослідити можливості використання 3D-технологій під час проведення судових трасологічних експертиз та розпочати процес запровадження в судово-експертну діяльність конкретних систем тривимірного фіксування й дослідження об'ємних матеріально-фіксованих слідів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом питання застосування 3D-технологій у діяльності з розкриття та розслідування кримінальних

правопорушень, зокрема й у судово-експертній практиці, привертають усе більшу увагу вітчизняних і зарубіжних науковців. Зокрема, Р. Тредіннік, С. Сміт та К. Понто обрахували потенційну економію коштів у зв'язку із застосуванням 3D-сканування під час проведення огляду місця події [2], С. Коттнер, М. Талі та Д. Гаско опрацювали можливості використання LiDAR сенсорів пристроїв Apple для 3D-сканування обстановки дорожньо-транспортних пригод [3], Д. С. Афонін, І. В. Гора, В. А. Колесник та ін. розглянули перспективи використання технологій 3D-моделювання під час проведення судових експертиз [4], І. В. Пиріг та Г. С. Бідняк вивчили особливості використання системи BalScan для встановлення ознак кримінального правопорушення [5], Л. Гарнера, О. Гуїдіке, С. Ліватіно та ін. дослідили можливості використання 3D та VR-технологій під час проведення балістичних експертиз [6] тощо. Водночас, питання методики використання 3D-технологій під час проведення судових трасологічних експертиз ще не знайшли висвітлення в спеціальній літературі, що посилює актуальність пропонованого дослідження.

Формулювання цілей. Метою статті є з'ясування можливостей використання 3D-технологій під час проведення судових трасологічних експертиз та формулювання підвалин експертної методики проведення таких досліджень.

Виклад основного матеріалу. Процес запровадження 3D-технологій у вітчизняну судово-експертну діяльність розпочався ще на початку 2010-х років із закупівлею перших 3D-сканерів для підрозділів експертно-криміналістичної служби МВС України. Зокрема, експерти НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області ще у 2011 році пропонували використовувати лазерні 3D-сканери для фіксування та експертного дослідження обстановки дорожньо-транспортних пригод [7]. Утім, через низку причин технічного та організаційного характеру технології 3D-сканування так і не знайшли широкого розповсюдження ні в судово-експертній, ні в правоохоронній практиці в Україні. Водночас, обчислювальні можливості комп'ютерної техніки зростають з кожним роком, а 3D-технології стають усе більш дешевими та доступними до використання. Унаслідок цього вітчизняні науковці найближчим часом очікують значного прогресу в технологічному розвитку криміналістичного забезпечення поліцейської та судово-експертної практики, а також запровадження 3D-сканування в згаданих сферах людської діяльності [8, с. 93].

Варто зазначити, що вже сьогодні співробітники експертної служби МВС України активно застосовують чеські апаратно-програмні системи балістичної ідентифікації BalScan (за даними виробника, українським клієнтам було поставлено 35 таких систем) [9]. Комплекс BalScan працює за принципом лазерного 3D-сканування стріляних куль та гільз із подальшим ручним та автоматичним дослідженням і порівнянням отриманих 3D-моделей (Рис. 1). Експерти-балісти, котрі застосовують систему BalScan у своїй роботі, зазначають, що вона дозволила пришвидшити та полегшити процес ідентифікації зброї за слідами на кулях та гільзах [10, с. 78]. Таким чином, комплекс BalScan є першим прикладом успішного й достатньо масового використання 3D-технологій у вітчизняній експертній практиці.

Розробник BalScan, чеська компанія Laboratory Imaging s.r.o., також виробляє й системи ToolScan та ToolScan R360, котрі дозволяють у ручному й автоматичному режимах досліджувати та порівнювати об'ємні сліди застосування знарядь різного типу та призначення [11]. Зокрема, з використанням згаданих апаратно-програмних комплексів можливо здійснювати 3D-сканування як слідів, так і робочих поверхонь знарядь (Рис. 2) із подальшим встановленням механізму слідоутворення шляхом дослідження отриманих 3D-моделей.

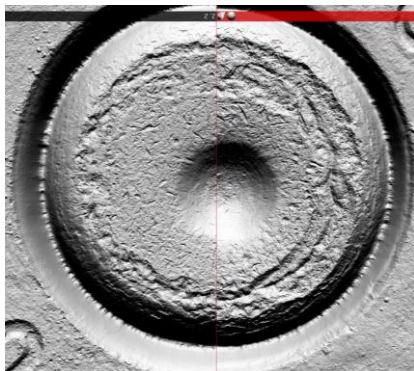


Рис. 1. Результати суміщення окремих частин 3D-моделей стріляних гільз із використанням комплексу BalScan



Рис. 2. 3D-модель робочої поверхні кліщів, отримана за допомогою системи ToolScan (зображення з сайту виробника).

Попри те, що ані система ToolScan, ані її аналоги від інших виробників поки що не знайшли широкого розповсюдження в Україні, вважаємо, що майбутнє судових трасологічних експертиз за використанням 3D-технологій. У перспективі можуть бути розроблені та запроваджені в практику системи для 3D-сканування та дослідження широкого переліку об'ємних відображень: від слідів взуття й транспортних засобів до мікропошкоджень на різних поверхнях, що сприятиме посиленню можливостей експертного дослідження загаданих об'єктів. Тому важливо вже сьогодні розглянути перспективи проведення таких експертиз, висвітлити основні методи таких досліджень та сформулювати підвалини відповідних експертних методик.

Так для проведення судових трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій на дослідження можуть направлятися відсканована цифрова 3D-модель об'ємного сліду та відсканована 3D-модель вірогідного слідоутворюючого об'єкта або такий об'єкт у натурі. У другому випадку експерт має виготовити 3D-модель направленою в натурі об'єкта за методом 3D-сканування та/або виконати експериментальні відтиски і виготовити 3D-моделі експериментальних слідів.

Під час проведення експертизи між собою можуть порівнюватися 3D-моделі направлено на дослідження та експериментального сліду, а також 3D-моделі направлено на дослідження сліду на контактній поверхні слідоутворюючого об'єкта. Другий вид дослідження може бути застосований тільки до статичних слідів. Для його здійснення необхідно з використанням відповідного програмного забезпечення інвертувати нормалі 3D-моделі сліду (тобто «вигорнути її назовні»), унаслідок чого модель стане прямим відображенням слідоутворюючої поверхні, що дозволить здійснити безпосереднє порівняння моделей сліду та вірогідного слідоутворюючого об'єкта.

Перед експертом, якому доручено провести указану експертизу, можуть бути поставлені такі питання: 1) чи придатний для ідентифікації слід, вилучений під час проведення огляду місця події та скопійований способом 3D-сканування? 2) якщо так, то чи був даний слід залишений об'єктом, вилученим під час досудового розслідування (та зафіксованим способом 3D-сканування)?

Трасологічна експертиза за 3D-моделями сліду та вірогідного слідоутворюючого об'єкта має проводитися з використанням комп'ютерного обладнання та спеціалізованого програмного забезпечення. Потенційно можливе використання для таких цілей програмного забезпечення для перегляду 3D-моделей загального призначення, утім, для досягнення найкращих результатів, рекомендується розробити спеціалізовані програмні та апаратно-програмні комплекси чи застосовувати доступні на ринку готові рішення (як то система ToolScan та її аналоги).

Задля демонстрації можливостей використання 3D-технологій під час проведення трасологічних експертиз та відпрацювання відповідних методів дослідження, автори здійснили експериментальне порівняння інвертованої 3D-моделі об'ємного сліду взуття та 3D-моделі слідоутворюючого об'єкта¹, виготовлених способом 3D-сканування з використанням 3D-сканера загального призначення Artec Space Spider [12]. Варто зазначити, що спеціалізовані системи 3D-фіксації об'ємних слідів (BalScan, ToolScan та їх аналоги) дозволяють досягти більш високого ступеня деталізації 3D-зображення порівняно з використаним у межах даного дослідження сканером загального призначення, а відповідне програмне забезпечення надає розширені можливості дослідження 3D-моделей об'єктів.

Пропоноване експериментальне дослідження показало, що під час проведення судових трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій можуть застосовуватися такі методи.

1. Візуальне спостереження 3D-моделей досліджуваних об'єктів. Будь-яке експертне трасологічне дослідження матеріальних об'єктів розпочинається з їх візуального спостереження з метою виявлення загальних та індивідуальних ознак, порівняння загальної форми об'єктів, підбору відповідних методів подальшого дослідження тощо. Перевагами використання 3D-технологій під час застосування указанного методу є можливості оглянути цифрові зображення об'єктів з

¹ Пропоноване дослідження проведене з використанням комп'ютерної техніки та програмного забезпечення Artec Studio 17, що були закуплені ДонДУВС за підтримки Європейського Союзу.

усіх боків, розмістити на екрані комп'ютера в будь-якому положенні та наблизити чи віддалити їх.

Проведене експериментальне дослідження 3D-моделей дозволило авторам статті встановити загальну відповідність форми сліду та підшви взуття, візуальну відповідність візерунка рельєфної поверхні низу підшви та його відображення в сліді, а також виявити індивідуальні ознаки на 3D-моделях сліду та підшви взуття.



За QR-кодом посилання на інтерактивні 3D-моделі сліду та взуття, що досліджувалися авторами статті

2. *Вимірювання розмірів однойменних елементів 3D-моделей досліджуваних об'єктів.* Сучасні 3D-сканери під час сканування здійснюють вимірювання фіксованого об'єкта з високою точністю. Тому з використанням згаданого метода можливо зіставити розмірні характеристики як сліду та слідоутворюючого об'єкта в цілому, так й окремих ознак слідоутворюючого об'єкта та їх відображень у сліді за 3D-моделями.

Зокрема, проведене експериментальне дослідження (Рис. 3) дозволило встановити та проілюструвати загальну відповідність довжини підшовної частини взуття (301,73 мм) та сліду (302,62 мм), а також довжини одного з елементів візерунка рельєфної поверхні низу підшви взуття (73,4 мм на підшві взуття, 73,05 мм на сліді).

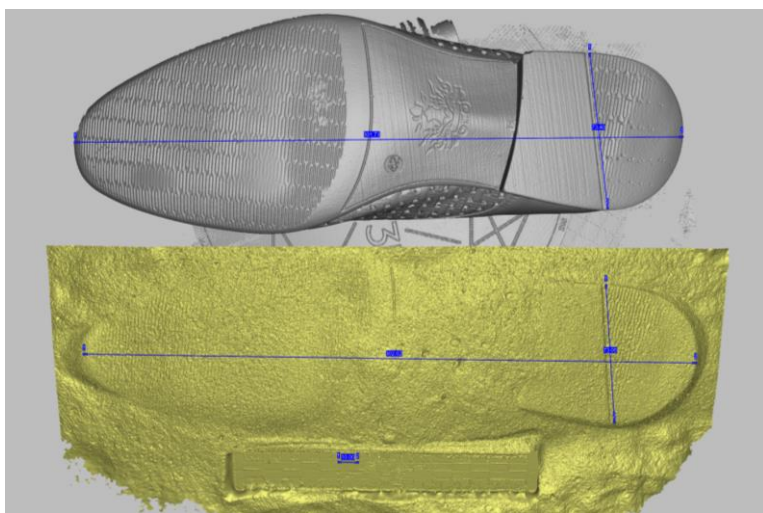


Рис. 3 Загальний вигляд та результати вимірювання розмірів однойменних елементів 3D-моделей сліду та взуття

3. Суміщення 3D-моделей досліджуваних об'єктів у цілому. Оскільки сучасні лазерні 3D-сканери автоматично й достатньо точно здійснюють вимірювання сканованих об'єктів, отримані в такий спосіб 3D-моделі є приведеними до одного масштабу. Відтак, досліджувані 3D-моделі можуть бути суміщені для встановлення збігів їх загальних та індивідуальних ознак. Указаний метод доцільно застосовувати у випадках, коли в сліді відобразилася вся контактна поверхня слідують об'єкта або її значна частина.

Зокрема, у межах проведеного авторами статті експерименту було суміщено 3D-моделі сліду та підшовної частини взуття. У результаті цього вдалося встановити й проілюструвати збіг за розташуванням, конфігурацією, формою та розмірами елементів сліду та низу підшви взуття, а також за типом рельєфного візерунка сліду та підшви взуття (Рис. 4).

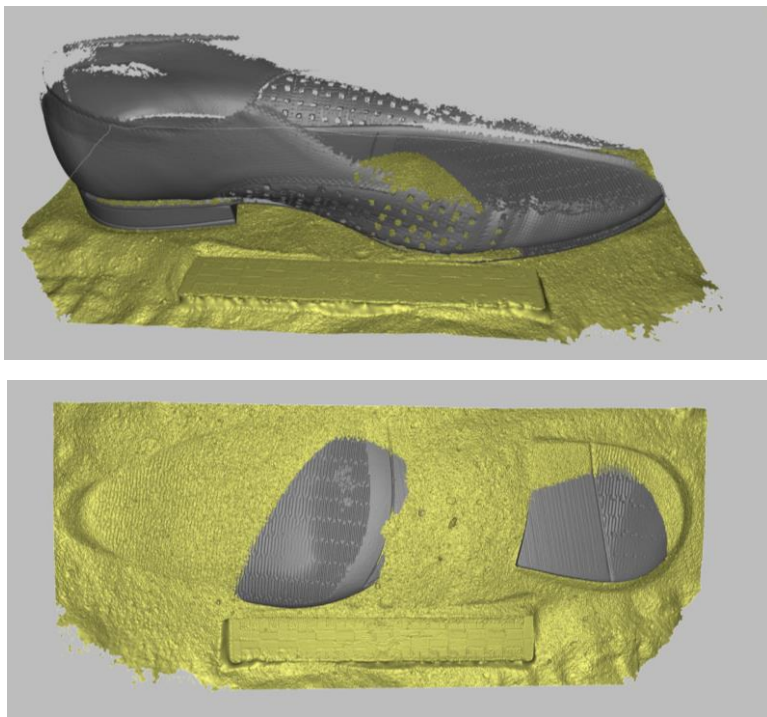


Рис. 4. Результати суміщення 3D-моделей сліду та взуття

4. Суміщення окремих частин 3D-моделей може здійснюватися для встановлення продовжуваності окремих ознак на 3D-моделях сліду та вірогідного слідоутворюючого об'єкта.

Так у межах проведення авторами статті експериментального дослідження, суміщення окремих частин експериментальних 3D-моделей сліду та слідоутворюючого об'єкта (Рис. 5 та 6) дозволило встановити та проілюструвати продовжуваність окремих елементів форми та візерунка рельєфної поверхні низу підошви.

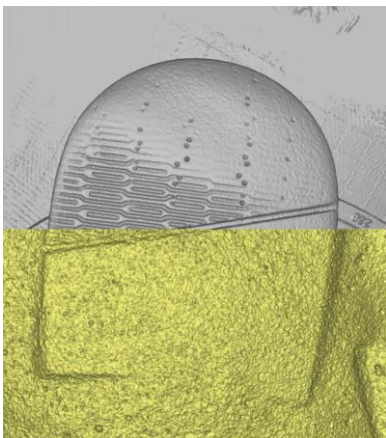


Рис. 5. Результати суміщення окремих елементів 3D-моделей каблучної частини сліду та взуття за горизонталлю

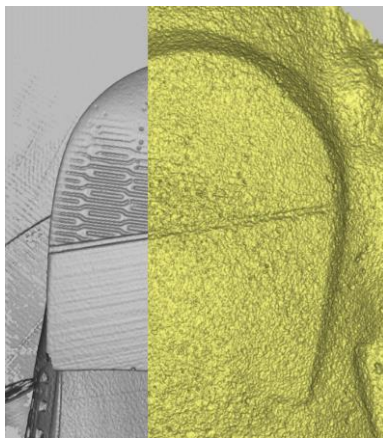


Рис. 6. Результати суміщення окремих елементів 3D-моделей каблучної частини сліду та взуття за вертикаллю

5. Накладання окремих елементів 3D-моделей досліджуваних об'єктів із використанням прозорості. Указаний метод може застосовуватися для встановлення збігу локалізації, розмірів та форми окремих елементів на 3D-моделях сліду та вірогідного слідоутворюючого об'єкта.

Зокрема, у результаті накладання напівпрозорого зображення експериментальної 3D-моделі сліду на зображення експериментальної 3D-моделі взуття вдалося встановити як збіг загальних ознак (форма, розмір, розташування елементів візерунка рельєфної поверхні низу підошви взуття), так й окремих ознак, притаманних каблучній частині відповідної одиниці взуття. Указані ознаки повно, чітко та стало відобразились в обох досліджених 3D-моделях. Зокрема, у нижній центральній ділянці каблучної частини підошви взуття та сліду було виявлено збіг окремих ознак, а саме пошкоджень (дефектів) круглої форми, що для наочності позначені барвником червоного кольору (Рис. 7, 8 та 9).

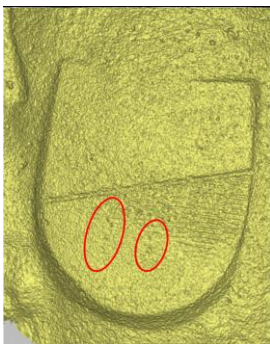


Рис. 7. 3D-модель каблучкової частини сліду взуття (інвертована)

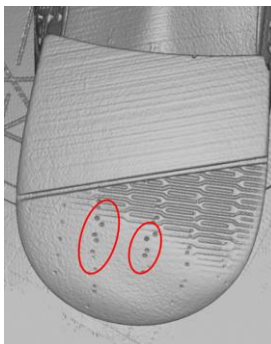


Рис. 8. 3D-модель каблучкової частини взуття



Рис. 9. Результати накладання 3D-моделей із використанням прозорості

Наведені в статті дані про об'єкти дослідження, орієнтовні питання, використані й описані авторами методи порівняльного дослідження та способи ілюстрування його результатів можуть бути покладені в основу експертної методики проведення трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій.

Висновки. Таким чином, використання 3D-технологій є перспективним напрямом розвитку методики проведення судових трасологічних експертиз. Уже сьогодні експертна служба МВС України використовує в експертній діяльності чеські апаратно-програмні системи балістичної ідентифікації BalScan, що працюють за принципом лазерного 3D-сканування стріляних куль та гільз із подальшим ручним та автоматичним дослідженням і порівнянням отриманих 3D-моделей. Аналогічні системи в найближчому майбутньому можуть бути запроваджені для експертного дослідження широкого переліку різновидів матеріально-фіксованих слідів.

Об'єктами трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій можуть виступати відскановані цифрові 3D-моделі об'ємних слідів, 3D-моделі вірогідних слідоутворюючих об'єктів чи такі об'єкти в натурі. Порівнюватися між собою можуть 3D-моделі направлено на дослідження та експериментальних слідів або 3D-моделі направлено на дослідження сліду та вірогідного слідоутворюючого об'єкта. Під час проведення судових трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій можливо застосовувати методи візуального спостереження 3D-моделей досліджуваних об'єктів, вимірювання розмірів однойменних елементів 3D-моделей, суміщення 3D-моделей, суміщення окремих частин 3D-моделей та накладання окремих елементів 3D-моделей із використанням прозорості. Наведені в статті положення можуть бути покладені в основу експертної методики проведення трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій.

Подальші перспективи наукових досліджень у даній сфері пов'язані із застосуванням в експертну практику конкретних систем тривимірного дослідження, а також із розробкою експертних методик проведення судових трасологічних експертиз із використанням 3D-технологій.

Використані джерела:

1. Коваленко А. В. Перспективи створення криміналістичних об'єктів 3D-моделей криміналістично значущих об'єктів. *Розробка і виготовлення електронних засобів та їх застосування у правоохоронній діяльності: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції* (м. Київ, 22 червня 2023 р.). Київ: ДНДІ МВС України, 2023. С. 22-24.
2. Tredinnick, R., Smith, S. & Ponto, K. (2019). A cost-benefit analysis of 3D scanning technology for crime scene investigation. *Forensic Science International: Reports*. Volume 1, 100025. URL : <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2019.100025>.
3. Kottner, S., Thali, M. J. & Gascho, D. (2023). Using the iPhone's LiDAR technology to capture 3D forensic data at crime and crash scenes. *Forensic Imaging*. Vol. 32, 200535. URL : <https://doi.org/10.1016/j.fri.2023.200535>.
4. Afonin, D., Hora, I., Kolesnyk, V., Popovych, I. & Kuchynska, I. (2022). On the Possibilities of Using Some Modern Three-Dimensional Modeling Means in Forensic Examination. *Journal of Forensic Science and Medicine*. No 8(1). Pp. 17-23, Jan-Mar 2022. DOI : https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm_57_21.
5. Pyrih I., Bidniak H. Using the data of the automated ballistic information system «BalScan» to establish the circumstances of criminal offenses. *Пропілеї права та безпеки*. № 1(1), грудень 2022. С. 15-18.
6. Guarnera, L., Giudice, O., Livatino, S. et al. (2023). Assessing forensic ballistics three-dimensionally through graphical reconstruction and immersive VR observation. *Multimed Tools Appl*. 82, 20655–20681. URL : <https://doi.org/10.1007/s11042-022-14037-x>.
7. Системи лазерного сканування. Документування обставин дорожньо-транспортних пригод (інформаційний лист) / С. І. Перлін, С. О. Шевцов, О. Б. Кучерявенко, С. А. Буряк. Харків : НДЕКЦ при ГУМВС України в Харківській області, 2011. 44 с.
8. Vkahuta R. I., Blikhar V. S., Dufeniuk O. M. Transfer of 3D Scanning Technologies into the Field of Criminal Proceedings. *Наука та інновації*. 2020. Т. 16. № 3. С. 88-95. URL : <https://doi.org/10.15407/scin16.03.088>.
9. BalScan. Ballistic Identification System (bullets, cartridge cases, firearms). *Laboratory Imaging s.r.o.* [Електронний ресурс] URL : https://www.forensic.cz/en/products/bal_scan.
10. Печонко С. П. Балістична ідентифікаційна система «balscan» на озброєнні судових експертів. *Наука, технології, інновації: світові тенденції та регіональний : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Одеса, 25–26 вересня 2020 р.) Одеса : ГО «Інститут інноваційної освіти», 2020. С. 75-78.
11. ToolScan. Tools and Toolmarks Examination System (cuts, striations, imprints). *Laboratory Imaging s.r.o.* [Електронний ресурс] URL : <https://www.forensic.cz/en/products/toolscan>.
12. Коваленко А. В. Фіксація та дослідження об'ємних слідів взуття з використанням технологій 3D сканування. *Криміналістика і судова експертиза: міжвідом. наук.-метод. зб.* Київ, 2022. Вип. 67. С. 465-472.

References:

1. Kovalenko, A. V. (2023). Perspektyvy stvorennia kryminalistychnykh oblikiv 3D-modelei kryminalistychno znachushchykh ob'iektiv. *Rozrobka i vyhotovlennia elektronnykh zasobiv ta yikh zastosuvannia u pravookhoronni diialnosti: zbirnyk tez dopovidei Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (m. Kyiv, 22 chervnia 2023 r.) – Development and production of electronic means and their application in law enforcement activities: a collection of theses of reports of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (Kyiv, June 22, 2023), 22-24. Kyiv. [in Ukrainian].
2. Tredinnick, R., Smith, S. & Ponto, K. (2019). A cost-benefit analysis of 3D scanning technology for crime scene investigation. *Forensic Science International: Reports*, vol. 1, 100025. URL : <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2019.100025>. [in English].
3. Kottner, S., Thali, M. J. & Gascho, D. (2023). Using the iPhone's LiDAR technology to capture 3D forensic data at crime and crash scenes. *Forensic Imaging*, vol. 32, 200535. URL : <https://doi.org/10.1016/j.fri.2023.200535>. [in English].
4. Afonin, D., Hora, I., Kolesnyk, V., Popovych, I. & Kuchynska, I. (2022). On the Possibilities of Using Some Modern Three-Dimensional Modeling Means in Forensic Examination. *Journal of Forensic Science and Medicine (Jan-Mar 2022)*, 8(1), 17-23. DOI : https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm_57_21. [in English].
5. Pyrih L., & Bidniak H. (2022). Using the data of the automated ballistic information system «BalScan» to establish the circumstances of criminal offenses. *Propilei prava ta bezpeky – Propylae of law and security*, (1), 15-18. Kharkiv. [in English].
6. Guamera, L., Giudice, O., Livatino, S. et al. (2023). Assessing forensic ballistics three-dimensionally through graphical reconstruction and immersive VR observation. *Multimed Tools Appl*, 82, 20655-20681. URL : <https://doi.org/10.1007/s11042-022-14037-x>. [in English].
7. Systemy lazernoho skanuvannia. (2011) Dokumentuvannia obstavyn dorozhno-transportnykh pryhod (informatsiinyi lyst). / Perlin, S. I., Shevtsov, S. O., Kucheriavenko, O. B., & Buriak, S. A. (Eds.) Kharkiv. [in Ukrainian].
8. Bkahuta, R. I., Blikhar, V. S., & Dufeniuk, O. M. (2020) Transfer of 3D Scanning Technologies into the Field of Criminal Proceedings. *Nauka ta innovatsii – Science and innovations*, vol. 16, 3, 88-95. URL : <https://doi.org/10.15407/scin16.03.088>. [in English].
9. BalScan. Ballistic Identification System (bullets, cartridge cases, firearms). (N. d.) *Laboratory Imaging s.r.o.* N. p. URL : <https://www.forensic.cz/en/products/balscan>. [in English].
10. Pechonko, S. P. (2020) Balistychna identyfikatsiina systema «balscan» na ozbroieni sudovykh ekspertiv. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii: svitovi tendentsii ta rehionalnyi : Materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (m. Odesa, 25–26 veresnia 2020 r.) – Science, technologies, innovations: global and regional trends: Materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference (Odesa, September 25–26, 2020), 75-78. Odesa. [in Ukrainian].
11. ToolScan. Tools and Toolmarks Examination System (cuts, striations, imprints). (N. d.) *Laboratory Imaging s.r.o.* [Electronic resource] N. p. URL: <https://www.forensic.cz/en/products/toolscan>. [in English].
12. Kovalenko, A. V. (2022). Fiksatsiia ta doslidzhennia ob'iemnykh slidiv vzuttia z vykorystanniam tekhnolohii 3D skanuvannia. *Kryminalistyka i sudova ekspertyza: mizhvidom. nauk.-metod. zb. – Criminalistics and Forensics: interdepartmental scientific and methodological collection*, issue 67, 465-472. Kyiv. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії 01.12.2023

Kovalenko A., Candidate of legal sciences, Associate Professor, Senior researcher at Scientific and research laboratory of public safety of communities of Faculty № 2 of Donetsk State University of Internal Affairs (Kropyvnytskyi, Ukraine)

Ostafiiв B., Head of the traceological examinations sector of the forensic examinations Department of the Ivano-Frankivsk Scientific Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

Stakhiv N., Senior forensic expert of the traceological examinations sector of the forensic examinations Department of the Ivano-Frankivsk Scientific Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

USE OF 3D TECHNOLOGIES DURING FORENSIC TRACEOLOGICAL EXAMINATIONS

The article is devoted to finding out the possibilities of using 3D technologies during forensic traceological examinations. The genesis of the introduction of 3D technologies in the domestic forensic activity is highlighted, the modern experience of their application is studied using the example of the BalScan ballistic identification system. It is emphasized that in the near future, similar 3D scanning systems can be introduced for expert research of a wide range of types of materially fixed traces.

The conceptual foundations of conducting forensic traceological examinations using 3D technologies are considered. It has been established that scanned digital 3D models of three-dimensional traces and probable trace-forming objects or such objects in nature can be sent for examination. Typical questions that can be put before an expert for carrying out such examinations are formulated.

In order to demonstrate the possibilities of using 3D technologies when conducting traceological examinations and working out the relevant research methods, an experimental comparison of the inverted 3D model of the three-dimensional footprint of shoes and the 3D model of the trace-forming object was carried out.

The authors have tested the research methods that can be used during forensic traceological examinations using 3D technologies: visual observation of 3D models of the examined objects, measurement of the sizes of the same elements of 3D models, combining 3D models, combining individual parts of 3D models and overlaying individual elements of 3D models using transparency. Ways of illustrating the results of traceological examinations performed using 3D technologies are given. It has been established that the provisions proposed by the authors can be the basis of the expert methodology for carrying out traceological examinations using 3D technologies.

Keywords: criminal proceedings, forensic examination, traceological examination, ballistics examination, comparative study, expert methodology, 3D scanner, 3D model.