

## МАЙБУТНЄ 3D КРИМІНАЛІСТИКИ: ІННОВАЦІЇ, ЯКІ ЗМІНЮЮТЬ ПРАКТИКУ ДОСУДОВОГО РОЗСЛІДУВАННЯ

### THE FUTURE OF 3D FORENSIC SCIENCE: INNOVATIONS THAT CHANGE THE PRACTICE OF PRE-TRIAL INVESTIGATION

Дуфенюк О.М., д.ю.н., доцент,  
доцент кафедри кримінального процесу та криміналістики  
Інститут з підготовки фахівців для підрозділів Національної поліції  
Львівського державного університету внутрішніх справ

Стаття є продовженням серії наукових публікацій, присвячених темі застосування інновацій у досудовому розслідуванні. 3D технології сьогодні впевнено доводять свої переваги та можливості у різних сферах діяльності, у тому числі у розслідуванні злочинів. У вступній частині статті обґрунтовано актуальність теми, проведено короткий огляд літератури та визначено мету, яка полягає у формуванні теоретичних основ для розвитку концепції 3D криміналістики як самостійної та унікальної галузі науки. Її предметом вивчення запропоновано вважати теоретичні положення і практичні рекомендації збирання, дослідження і використання доказів з використанням 3D технологій для реалізації завдань кримінального провадження. Далі систематизовано напрямки, які можуть становити окремі розділи тривимірної криміналістики: (1) вивчення сутності 3D сканування, 3D реконструкції, 3D моделювання, 3D картування, 3D друку, 3D анімації і т.д.; (2) вивчення принципу роботи інновації; (3) вивчення типових засобів та їх технічних характеристик; (4) вивчення методики застосування та технології обробки даних; (5) вивчення особливостей роботи з програмним забезпеченням та процесуальним оформленням отриманих результатів; (6) вивчення способів презентації 3D продуктів у суді тощо. Важливим є напрям вивчення механізму злочину, коли самі злочинці використовують 3D технології. На завершення подається огляд можливостей застосування 3D технологій у досудовому розслідуванні: (1) огляд місця події, огляд предмета; (2) дослідження трасологічних слідів; (3) дослідження балістичних слідів; (4) дослідження патернів слідів крові; (5) дослідження тілесних ушкоджень; (6) реконструкція обличчя; (7) дослідження обставин ДТП; (8) гейміфікація підготовки поліцейських. Запропоновано створити окремий Спеціальний відділ інноваційного забезпечення в регіональних органах Національної поліції.

**Ключові слова:** криміналістика, досудове розслідування, інновації, 3D, докази, сліди, додатки до протоколів слідчих (розшукових) дій, експертиза, цифрові технології.

This paper is a continuation of the scientific publications cycle that have the subject innovations in pre-trial investigation. Today, 3D technologies have already proven their advantages and capabilities in various spheres of activity, including investigation of crimes. The first part of the publication shows the relevance of the topic, a brief review of the literature and the purpose. The main goal is the formation of theoretical foundations for the development of the concept of 3D forensic science as an independent and unique field of science. The subject of study of this science is theoretical provisions and practical recommendations for collecting, researching and using evidence based on 3D technologies. This will help to implement the tasks of criminal proceedings. In the next part of the scientific research, the directions are systematized as separate sections of three-dimensional forensic science: (1) learning of the essence of 3D scanning, 3D reconstruction, 3D modeling, 3D mapping, 3D printing, 3D animation, etc.; (2) learning of the operation principle of this innovation; (3) learning of typical means and their technical characteristics; (4) learning of data application and post-processing techniques; (5) learning of working with software and post-processing of data; (6) learning how to present 3D products in the courtroom, etc. It is also important to study the mechanism of crime when criminals used 3D technologies. Finally, an overview of the possibilities of using 3D technologies in pre-trial investigation is provided: (1) inspection of the scene of the incident, inspection of the object; (2) analysis of trasological traces; (3) analysis of ballistic traces; (4) blood pattern analysis; (5) analysis of physical injuries; (6) facial reconstruction; (7) analysis of the circumstances of the road accident; (8) gamification of police training. It is proposed to introduce a Special Department of Innovation Support in regional bodies of the National Police.

**Key words:** forensic science, pre-trial investigation, innovations, 3D, evidence, traces, appendices to protocols of procedural (investigative) actions, expertise, digital technologies.

**Постановка проблеми.** Посилення уваги до потенційних можливостей технологій сьогодні є одним із домінуючих мегатрендів в усьому світі. Вийшовши за межі окремих кабінетів винахідників та дослідницьких лабораторій, ці інновації розвинулися і масштабували сферу свого застосування у різних галузях науки, промислового виробництва і мистецтва, що стало підставою для глобальної трансформації цих сфер під впливом передових технологій. Близькими десятиліттями ми будемо спостерігачами тільки посилення конвергенції різних наук, що змінюють технологічний ландшафт сучасної цивілізації. І хоча нові технології розвиваються не завжди передбачувано і стабільно, але досвід переконливо доводить, що вони удосконалюються, мають переваги і забезпечують щоразу кращі продуктивні результати людської діяльності.

За таких обставин цілком закономірно, що 3D технології викликають фахове зацікавлення у середовищі криміналістів, судових експертів, слідчих, прокурорів та суддів. І хоча спільнота правників є досить консервативною у сенсі експериментів зі збиранням, презентацією та дослідженням доказової інформації, проте нові можливості і переваги, про які сигналізують науковці з різних куточків світу, все ж стимулюють до пошуку нових рішень. В який спосіб 3D інновації можуть сприяти вико-

нанню завдань кримінального провадження? Як має бути процесуально оформлено результати застосування відповідних засобів? Які є можливості презентації результатів застосування 3D технологій? Які існують можливості поєднання 3D технологій з іншими інноваціями? Якими є прогнози та перспективи подальшого розвитку інновацій і їхнього впливу на сферу правосуддя? Пошуку відповідей на окремі із цих питань присвячена дана стаття.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Передусім слід зазначити, що перші кроки у пізнанні потенційних можливостей використання 3D технологій у практиці досудового розслідування були зроблені нами десять років тому [1]. На той час в українській науковій доктрині фахових публікацій у періодичних виданнях, монографічних, дисертаційних робіт чи іншого типу ґрунтовних досліджень було обмаль (С. Данець [2], А. Непорада [3], А. Терешкевич [4], О. Шевчук [5], Р. Шехавцов [6]). Цей факт зрештою підтвердили й проведені додаткові розвідки у 2018 р. [7] та 2020 р. [8]. І хоча сьогодні можна констатувати тенденцію зростання сміливості й мотивації українських вчених в освоєнні окресленої проблематики, проте суттєво більші досягнення у цьому напрямі демонструють зарубіжні фахівці, праці яких покладено в основу цієї статті. При цьому варто звернути увагу на статтю

колективу авторів Р. Керью, Дж. Френча та Р. Морган «3D-криміналістика: нова галузь інтеграції 3D-зображень і 3D-друку в реконструкції злочинів» (2021 р.), у якій мовиться про те, що настав час для появи нової галузі – «тривимірна криміналістика» («3D Forensic Science» або «3DFS»), яка об'єднує низку підходів щодо застосування тривимірних методів для реконструкції злочинів і охоплює візуалізацію різних типів зображень різних об'єктів (слідів та відбитків, фрагментів людських останків, зброї, інструментів, куль, транспортних засобів, обстановки місця події), а також результати сканування, отримані зображення, 3D моделювання та етапи пост-обробки матеріалу. Метою 3D криміналістики є доповнення показань експертів і надання допомоги учасникам кримінального провадження краще зрозуміти зібрані докази [9, с. 1–2]. Мовиться навіть про появу 3D доказів [10, с. 27]. Ці тези стали приводом для запропонованого дослідження, спрямованого на пошук та систематизацію теоретико-методологічних положень розвитку нової вітки криміналістики.

**Мета статті** полягає у формуванні теоретичних основ для розвитку концепції 3D криміналістики як самостійної та унікальної галузі криміналістичної науки та напрямку криміналістичного забезпечення розслідування злочинів.

**Виклад основного матеріалу.** Класична схема фіксації значущої криміналістичної інформації про злочин та його учасників традиційно охоплює вербальний опис у протоколі слідчої (розшукової) дії, графічну схему, відеозапис та фототаблицю. Кожен із вказаних інструментів є важливим і цінним з точки зору доказування. Утім сфера цифрових технологій сьогодні стрімко розвивається і 3D технології пропонують свій унікальний продукт, який не може відтворений жодним іншим способом. Водночас він наділений інноваційними можливостями для трансляції інформації та можливостей для дослідження, забезпечуючи при цьому точність, швидкість, багатofункціональність, якість роботи та безпеку користувачів. Зміст цієї технології ґрунтується на принципі формування з високою роздільною здатністю хмари точок навколишніх об'єктів, де кожна така точка має тривимірні координати. Після етапу сканування відбувається пост-обробка отриманих файлів, що в подальшому дає змогу відкривати за допомогою спеціального програмного забезпечення цифровий інтерактивний додаток. У цьому віртуальному середовищі є можливість переміститися на місце події, наблизити певні об'єкти, оглядати їх у різних проєкціях, визначити відстані, сформувати 2D схему тощо.

3D технології не вичерпуються тільки формуванням цифрового дубліката реальності. Вони дають можливість здійснити реконструкцію пошкодженого об'єкта, зробити реверсне (зворотне) моделювання об'єктів для порівняльної експертизи, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки у певній ситуації (ситуативне моделювання) та друкувати конкретні прототипи зняряд чи інших об'єктів, які є носіями важливої інформації. Це дає підстави мовити не просто про вдосконалення процесу документування на місці події, а про появу нового покоління техніко-криміналістичних засобів, нову комплексну галузь криміналістичної науки – *тривимірної криміналістики*, предметом вивчення якої є *теоретичні положення і практичні рекомендації збирання, дослідження і використання доказів на основі 3D технологій для реалізації завдань кримінального провадження*.

Інженерія криміналістичних 3D технологій охоплює (1) вивчення сутності 3D сканування, 3D реконструкції, 3D моделювання, 3D картування, 3D друку, 3D анімації і т.д.; (2) вивчення принципу роботи інновації; (3) вивчення типових засобів та їх технічних характеристик; (4) вивчення методики застосування та технології обробки даних; (5) вивчення особливостей роботи з програмним забезпеченням та процесуальним оформленням отриманих результатів; (6) вивчення способів презентації

3D продуктів у суді тощо. Не менш важливим є напрям вивчення механізму злочину, слідової картини та практичних кейсів, коли самі злочинці використовували 3D технології, наприклад, для виготовлення одноразових відмичок/ключів або пристроїв для виконання пострілу. Перспективною є поява нового напрямку судової експертології – 3D експертизи. Усі ці напрями можуть становити окремі підгалузі 3D криміналістики, які потребують подальшої розробки та вивчення.

Системний огляд потенційних можливостей застосування 3D технологій у досудовому розслідуванні презентує таблиця 1.

Безперечно, 3D інновації не захищені від певних похибок і вад. Існують обмеження щодо умов сканування, вимоги до сканованих поверхонь, відстаней до скануючого пристрою, деталізації об'єктів тощо. Над усуненням цих проблем, оптимізації засобів, здешевленні технологій, покращенні користувацького інтерфейсу сьогодні працюють цілі кластери фахівців. Наприклад, 3D принтери досі друкують об'єкти, залишаючи залежно від технології адитивного друку і обраних параметрів різного ступеня вираженості борозенки внаслідок нашарування полімеру. Це може суттєво впливати на ідентифікаційні можливості друківаних об'єктів. Проте, відомий вчений-фізик М. Кайку переконує: «Комерційні перспективи цієї технології величезні, оскільки вона дає змогу за лічені хвилини створити реалістичну копію будь-якого тривимірного об'єкта... І можна припустити, що за кілька десятиріч або сторіч з'явиться пристрій, який створюватиме тривимірні копії реальних об'єктів з точністю до клітинного й атомного рівнів» [33, с. 236].

У сучасних умовах українські спеціальні служби перебувають тільки на початковому етапі апробації 3D технологій. Офіс Генерального прокурора підтверджує, що 3D сканери використовуються для документування воєнних злочинів [34]. За даними Національної поліції, у 2023 р. відбулось тижневе навчання в рамках проєкту «Польська допомога», за результатами якого 14 криміналістів із Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Київської, Миколаївської, Херсонської областей та Головного слідчого управління здобули відповідні знання та навички створювати 3D моделі та фіксувати наслідки ракетних ударів по житлових будинках та критичній інфраструктурі, артилерійських обстрілів, бомбардувань та інших воєнних злочинів росіян [35].

Незважаючи на привабливі особливості технології 3D, перешкодою для широкого їх впровадження не тільки в Україні, але й закордоном, є висока початкова вартість цих пристроїв. Ціна наземного обладнання варіюється від 20 000 до 70 000 доларів США, що є високою ціною для типових бюджетів правоохоронних органів. Ручні сканери зберігають нижчу ціну, традиційно мають діапазон вартості від 5000 до 18 000 доларів США, однак ця сума все ще занадто висока для багатьох підрозділів [14, с. 2]. Враховуючи актуальні потреби, варто розглянути пропозицію створити окремий *Спеціальний відділ інноваційного забезпечення* при ГУ НП. Фахівці цього підрозділу мають залучатися для застосування 3D технологій, дронів та інших інновацій, для виготовлення та надання суб'єктам процесуальної діяльності додатків до протоколів процесуальних дій у цифровій формі. Діяльність такого підрозділу має регламентуватися окремими відомчими документами за прикладом регулювання діяльності криміналістичних лабораторій або функціонування вибухотехнічної чи кінологічної служби. Особливе значення діяльності такої служби має в умовах воєнного стану, коли зростає потреба в якісному документуванні воєнних злочинів. Функціонал підрозділу спеціального криміналістичного забезпечення ГУ НП з часом може бути розширений (доповнений) з урахуванням технічного прогресу. Такий підхід дасть змогу швидко та ефективно впроваджувати інновації

**Огляд можливостей застосування 3D технологій  
у досудовому розслідуванні, розроблено авторкою**

№	Напрямок застосування – вид 3D технології	Зміст потенційних можливостей та переваги застосування 3D технологій	Актуальні дослідження
1	<b>Огляд місця події, огляд предмета –</b> візуалізація та інтеграція даних	– створення 3D моделей дає змогу перемістити учасників кримінального провадження у віртуальне інтерактивне середовище (віртуальну реальність), побачити детальну обстановку місця події, оглядати об'єкти у різних проекціях, проводити метричний аналіз місця злочину із достатньою точністю – цифрові копії фізичних об'єктів дають змогу отримати точну інформацію про форму, розмір, контури, пропорції, зовнішній вигляд конкретних об'єктів – результати 3D сканування приміщення чи місцевості дозволяють виготовити ілюстративний матеріал та 2D схеми, які можуть слугувати додатками до протоколу огляду і є значно кращої якості, ніж ті, які складає криміналіст власноручно – 3D технології у поєднанні із застосуванням БПЛА (дронів) дають можливості для картування місцевості, фіксації важливої інформації на великих відкритих ділянках, де зосереджено значну кількість слідів (наприклад, фіксація руйнувань інфраструктури, житлових об'єктів внаслідок ракетних обстрілів під час вчинення воєнних злочинів; фіксація місць ДТП на залізничному транспорті, авіатроці, пожеж, вибухів, площ незаконного видобутку бурштину, порубки лісу, посівів нарковмісних культур тощо)	[9, с. 3–5; 11, с. 1; 12, с. 1; 13, с. 2; 14, с. 3; 15; 10, с. 27–29; 16–19]
2	<b>Дослідження трасологічних слідів –</b> створення цифрових копій, реверсне проектування, друк	– 3D сканування дозволяє в неруйнівний і безконтактний спосіб відтворити дизайн сліду (наприклад, візерунку підшви взуття чи протектора шини транспортного засобу), особливо коли йдеться про крихку поверхню і неможливо виготовити якісні зліпки чи фотографії сліду – реверсне проектування сканованого об'єкта дає змогу проводити ідентифікаційні та класифікаційні експертизи	[10, с. 30–34; 20]
3	<b>Дослідження балістичний слідів –</b> візуалізація, реконструкція, анімація	– 3D сканування та 3D реконструкція дають змогу аналізувати траєкторію кулі або кут пострілу, перевіряти показання у віртуальній реальності	[13, с. 2; 21, с. 1753; 22]
4	<b>Дослідження слідів крові –</b> візуалізація реконструкція, анімація	– візуалізація плям, бризок, помарок, змивів та інших слідів крові на стелі, стінах, підлозі (Blood Pattern Analysis) дає можливості для подальшої реконструкції події, причинно-наслідкових зв'язків, з'ясування механізму утворення слідів, перевірки показань учасників кримінального провадження, перевірки версій	[9, с. 37–38; 13, с. 2; 23; 24]
5	<b>Дослідження тілесних ушкоджень –</b> реверсне проектування, друк, реконструкція, анімація	– 3D сканування може бути застосовано для дослідження слідів укусів і в поєднанні з реверсним проектуванням, дає змогу проводити ідентифікаційні та класифікаційні експертизи – візуалізація тілесних ушкоджень може бути додатковим способом фіксації слідів – вирішення реконструктивних питань щодо динаміки процесу травмування, перевірки версій – 3D друк кісток може використовуватися для встановлення цілого за його частинами при виявленні розчленованого трупа; для ідентифікації знаряддя, яким нанесено тілесне ушкодження; для презентації у залі суду присяжним та суддям	[9, с. 25–26; 21, с. 1754–1755; 22; 25; 26, с. 4; 27, с. 65; 28; 29]
6	<b>Реконструкція обличчя –</b> візуалізація реконструкція	– 3D реконструкція дає змогу відновити зовнішній вигляд частини голови, яка зазнала пошкодження, руйнування, що унеможливило упізнання трупа; проведення ідентифікаційних експертиз	[9, с. 36–37; 21, с. 1756–1757; 26, с. 65]
7	<b>Дослідження обставин ДТП –</b> візуальна реконструкція, анімація	– 3D сканування місця події дає змогу швидко зафіксувати обстановку, що знижує потенційні ризики для безпеки поліцейських, оскільки вони можуть менше часу проводити на місці події – швидке 3D сканування дає змогу зменшити тривалість перекриття смуг для руху транспортних засобів через необхідність документування ДТП, а це має певні економічні вигоди – 3D реконструкція події дає змогу встановити причинно-наслідкові зв'язки, вирішувати ситуаційні завдання в рамках експертизи	[30]
8	<b>Гейміфікація підготовки поліцейських –</b> візуалізація, анімація	– 3D технології у поєднанні зі штучним інтелектом дають змогу симулювати у віртуальному середовищі гри (1) ситуацію огляду (різні умови, різні місця події, різні сліди, які повинні виявити, зафіксувати, вилучити, проаналізувати учасники гри); (2) ситуацію допиту (різних осіб, з якими має взаємодіяти учасник гри і виявляти знання та навички тактики допиту залежно від реакцій, поведінки аватара свідка, неповнолітнього свідка, потерпілого, підозрюваного, особи з суїцидальними нахилами і т.д.)	[31–32]

у криміналістичну діяльність, адже сьогодні надскладним завданням є навчання всіх криміналістів у територіальних органах поліції якісно та ефективно застосовувати дрони та 3D сканери у «польових» умовах, а разом з тим і забезпечення технічним засобами цих усіх підрозділів. Натомість вузька спеціалізація персоналу та оснащення регі-

онального (обласного) підрозділу ймовірно викликатиме менше труднощів [36, с. 311–312].

**Висновки.** Запропонована стаття є запрошенням до широкої дискусії про виокремлення нової галузі криміналістичної науки і практики – 3D криміналістики. Безумовно, формування концепції – справа не одного дня

і вона аж ніяк не вичерпується проведеним дослідженням. Проте запропонований огляд потенційних можливостей та напрямів застосування 3D технологій, вивчення кращих зарубіжних практик, формулювання теоретичних підвалин дає підстави для оптимістичних прогнозів. Цілком очевидно, що з урахуванням світових глобальних трендів

ближчим часом ці інновації разом із засобами штучного інтелекту, біометрією, ДНК та дронами будь далі розвиватися, а разом з цим посиляться увага і до розробки як теоретико-методологічних основ, так і практичних рекомендацій щодо їх застосування для забезпечення справедливого правосуддя.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дуфенюк О. Ковальська М. Новітні технології у практиці досудового розслідування на прикладі використання 3D сканерів та смартфонів при огляді місця події. *Порівняльно-аналітичне право*. 2014. № 2. С. 302–305.
2. Данець С. В. Застосування новітніх технологій лазерного сканування під час огляду місця дорожньо-транспортної пригоди. *Криміналістичний вісник*. 2014. № 2 (22). С. 166–171.
3. Непорада А. С. Нові технології в криміналістиці: 3D сканування під час огляду місця події *Криміналістичний вісник*. 2016. № 2 (26). С. 141–143.
4. Терешкевич А. І. Застосування методу 3D-сканування об'єктів в Експертній службі МВС України. *Криміналістичний вісник*. 2014. № 2. С. 158–160.
5. Шевчук О. О. Сучасні проблеми застосування засобів дистанційного сканування при розкритті злочинів. *Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ*. 2006. № 34. С. 134–138.
6. Шехавцов Р. М. Можливості використання технологій 3D сканування під час розслідування злочинів. *Вісник Луганського державного університету внутрішніх справ ім. Е. О. Дідоренка*. 2010. Вип. 3. С. 247–251.
7. Дуфенюк О. М., Марко О. І. Інноваційні технології 3D сканування у криміналістичній діяльності. *Порівняльно-аналітичне право*. 2018. № 1. С. 313–315.
8. Blahuta R. I., Blikhar V. S., Dufeniuk O. M. Transfer of 3D scanning technologies into the field of criminal proceedings. *Sci. innov.* 2020. № 16 (3). P. 88–95. DOI: <https://doi.org/10.15407/scine16.03.084>
9. Carew R. M., French J., Morgan R. M. 3D forensic science: a new field integrating 3D imaging and 3D printing in crime reconstruction. *Forensic Science International: Synergy*. 2021. № 3. 100205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2021.100205>
10. Colwill S. Low-cost crime scene mapping: reviewing emerging freeware, low-cost methods of 3D mapping and applying them to crime scene investigation and forensic evidence. Doctoral dissertation. Murdoch University, 2016.
11. Kottner S., Thali M. J., Gascho D. Using the iPhone's LIDAR technology to capture 3D forensic data at crime and crash scenes. *Forensic Imaging*. 2023. № 32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fri.2023.200535>
12. Ospina-Bohórquez A., Del Pozo S., Courtenay L. A., González-Aguilera D. Handheld stereo photogrammetry applied to crime scene analysis. *Measurement*. 2023. № 216. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112861>
13. Adamczyk M., Hołowko E., Lech K., Michoński J., Mączkowski G., Bolewicki P., Januszkiewicz K., Sitnik R. Three-dimensional measurement system for crime scene documentation. *Counterterrorism, Crime Fighting, Forensics, and Surveillance Technologies*. 2017. № 10441. P. 88–99. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2278489>
14. Tredinnick R., Smith S., Ponto K. A cost-benefit analysis of 3D scanning technology for crime scene investigation. *Forensic Sci. Int.: Reports*. 2019. № 1. 100025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsr.2019.100025>
15. Bostanci E. 3D Reconstruction of Crime Scenes and Design Considerations for an Interactive Investigation Tool. *International Journal of Information Security Science*. Vol. 4. No. 2. P. 50–58.
16. Kozmiński L., Brzozowska M., Kościuk J., Kubisz W. Wykorzystanie możliwości skanowania 3D w oględzinach i dokumentowaniu miejsca zdarzenia. *Problemy Kryminalistyki*. 2010. № 267. S. 47–56
17. Elhaw A. E., Alshehhi D. J. Using Virtual Reality in (Investigating-Simulating-Reconstructing) the Crime Scene. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2024. № 12 (5s). P. 530–555.
18. Urbanová P., Jurda M., Vojtišek T., Krajsa J. Using drone-mounted cameras for on-site body documentation: 3D mapping and active survey. *Forensic Sci. Int.* 2017. № 281. P. 52–62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.10.027>
19. Kottner S., Ebert L. C., Ampanozi G., Braun M., Thali M. J., Gascho D., VirtoScan – a mobile, low-cost photogrammetry setup for fast post-mortem 3D full-body documentations in x-ray computed tomography and autopsy suites. *Forensic Sci., Med. Pathol.* 2017. № 13. P. 34–43. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-016-9837-2>
20. Thompson T. J. U., Norris P. A new method for the recovery and evidential comparison of footwear impressions using 3D structured light scanning. *Science & Justice*. 2018. № 58 (3). P. 237–243.
21. Carew R. M., Erickson D. An overview of 3D printing in forensic science: the tangible third-dimension. *J. Forensic Sci.* 2020. № 65 (5). P. 1752–1760. DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14442>
22. Villa C., Olsen K. B., Hansen S. H. Virtual animation of victim-specific 3D models obtained from CT scans for forensic reconstructions: living and dead subjects. *Forensic Sci. Int.* 2017. № 278. P. 27–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.06.033>
23. Hołowko E., Januszkiewicz K., Bolewicki P., Sitnik R., Michoński J. Application of multi-resolution 3D techniques in crime scene documentation with bloodstain pattern analysis. *Forensic Sci. Int.* 2016. № 267. P. 218–227.
24. Lee R., Liscio E. The accuracy of laser scanning technology on the determination of bloodstain origin. *Canadian Society of Forensic Science Journal*. 2016. № 49 (1). P. 38–51.
25. Buck U., Naether S., Räss B., Jackowski C., Thali M. J. Accident or homicide–virtual crime scene reconstruction using 3D methods. *Forensic Sci. Int.* 2013. № 225(1-3). P. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.05.015>
26. Benz L., Ampanozi G., Franckenberg S., Massini F., Sieberth T. Forensic examination of living persons in 3D models. *Forensic Sci. Int.* 2022. № 335. 111286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2022.111286>
27. dos Santos Vargas B. F., Coutinho M. A., Coutinho F. S. 3D printing in forensic medicine and crime-solving: integrative literature review. *Rev. Med. (São Paulo)*. 2021. № 100 (1). P. 62–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v100i1p62-69>
28. Brüscheiler W., Braun M., Dirnhofer R., Thali M. J., Analysis of patterned injuries and injury-causing instruments with forensic 3D/CAD supported photogrammetry (FPHG): an instruction manual for the documentation process. *Forensic Sci. Int.* 2003. № 132. P. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(03\)00006-9](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(03)00006-9)
29. Villa C. Forensic 3D documentation of skin injuries. *Int. J. Legal Med.* 2017. № 131. P. 751–759, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1499-9>
30. Buck U., Naether S., Braun M., Bolliger S., Friederich H., Jackowski C., Aghayev E., Christe A., Vock P., Dirnhofer R., Thali M. J. Application of 3D documentation and geometric reconstruction methods in traffic accident analysis: with high resolution surface scanning, radiological MSCT/MRI scanning and real data based animation. *Forensic Sci. Int.* 2007. № 170. P. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.08.024>
31. CORDIS. An Interactive, Collaborative Digital Gamification Approach to Effective Experiential Training and Prediction of Criminal Actions. Grant agreement ID: 101021714. DOI: 10.3030/101021714
32. LAW–GAME. URL: <https://lawgame-project.eu/objects/>
33. Кайку М. Фізика майбутнього / перекл. з англ. А. Кам'янець. Львів : Літопис, 2013. 432 с.
34. Матола В. Міжнародна підтримка розслідувань воєнних злочинів. *Юридична газета*. 29.03.2023. URL: <https://jur-gazeta.com/publications/practice/mizhnarodne-pravo-investitsiyi/mizhnarodna-pidtrimka-rozsliduvan-voennih-zlochiviv.html>
35. Поліція застосовуватиме 3D-сканери для фіксації наслідків воєнних злочинів росіян. *Українформ*. 25.11.2023. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3791667-policia-zastosovuvatime-3dskaneri-dla-fiksacii-naslidkiv-voennih-zlochiviv-rosian.html>
36. Дуфенюк О. М. Баланс у кримінальному провадженні: інституційний, правозастосовний, особистісний рівні : монографія. Львів : Растр-7, 2023. 508 с.