

**КРИМІНАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА КРИМІНАЛІСТИКА; СУДОВА ЕКСПЕРТИЗА;  
ОПЕРАТИВНО-РОЗШУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ  
CRIMINAL PROCEDURE AND CRIMINALISTICS; FORENSIC EXAMINATION,  
OPERATIVELY-SEARCH ACTIVITY**

УДК 343.98

DOI: 10.26565/2075-1834-2020-29-34

**ФОТОГРАММЕТРИЧНИЙ МЕТОД СУДОВОЇ ФОТОЗЙОМКИ**

**Коваленко А. В.,**

кандидат юридичних наук,  
старший викладач кафедри  
державно-правових дисциплін  
Луганського державного університету  
внутрішніх справ імені Е.О. Дідоренка,  
м. Сєверодонецьк, вул. Донецька, 1;  
e-mail: new4or@gmail.com  
orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3665-0147>

**АНОТАЦІЯ:** статтю присвячено визначенню сутності та напрямків застосування фотограмметричного методу судової фотозйомки у кримінальному провадженні. Визначено, що фотограмметричний метод судової фотозйомки полягає у фотографуванні об'єктів за спеціальними правилами з метою їх подальшого вимірювання за отриманими зображеннями. Метод вимірювання об'єктів з використанням одиничного знімку називається монофотограмметричним і відомий в теорії судової фотографії як вимірювальний (масштабний); з використанням пари знімків називається стереофотограмметричним (відомий як стереоскопічний); вимірювання за допомогою більшої ніж два кількості знімків – це поліфотограмметричний метод.

В результаті поліфотограмметричної фіксації об'єкта за допомогою серійної цифрової фотокамери та комп'ютерної обробки зображень можна отримати його якісну геометрично точну текстуровану тривимірну модель. Об'єктами поліфотограмметричної фіксації можуть виступати різні за розмірами предмети, від мікрооб'єктів, до цілих будівель чи ділянок місцевості, інтер'єрів приміщень. Реконструйована в результаті поліфотограмметричної фотозйомки та програмної обробки 3D модель сканованого об'єкта може бути збережена у ряді загальноприйнятих форматів в електронному вигляді, переглянута та досліджена з використанням спеціального програмного забезпечення.

Наведено правила та алгоритм здійснення поліфотограмметричної зйомки, описано процес реконструкції 3D моделі за отриманими зображеннями. Переваги дослідженого методу судової фотозйомки полягають у його неінвазійності, наочності та точності отриманих моделей, широких можливостях їх використання та дослідження.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** судова фотографія, методи фотозйомки, фотограмметрія, поліфотограмметричний метод, 3D модель.

**ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД СУДЕБНОЙ ФОТОСЪЕМКИ**

**Коваленко А. В.,**

кандидат юридических наук,  
старший преподаватель кафедры  
государственно-правовых дисциплин  
Луганского государственного университета  
внутренних дел имени Э.А. Дидоренко,  
г. Северодонецк, ул. Донецкая, 1;  
e-mail: new4or@gmail.com  
orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3665-0147>

**АННОТАЦИЯ:** статья посвящена определению сущности и направлений применения фотограмметрического метода судебной фотосъемки в уголовном производстве. Определено, что фотограмметрический метод судебной фотосъемки заключается в фотографировании объектов по специальным правилам с целью их дальнейшего измерения по полученным изображениями. Его разновидностями являются моно-, стерео- и полифотограмметрический методы фотосъемки.

В результате полифотограмметрической фиксации объекта с помощью серийной цифровой фотокамеры и компьютерной обработки изображений можно получить его качественную геометрически точную текстурированную трехмерную модель.

Приведены правила и алгоритм осуществления полифотограмметрической съемки, описан процесс реконструкции 3D модели по полученным изображениями. Освещены преимущества использования данного метода судебной фотосъемки в уголовном производстве.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** судебная фотография, методы фотосъемки, фотограмметрия, полифотограмметрический метод, 3D модель.

## PHOTOGRAMMETRIC METHOD OF FORENSIC PHOTOGRAPHY

**Artem Kovalenko,**

Ph.D in Law,

senior lecturer of department of state-law disciplines,

Luhansk state university of internal affairs

named after E. Didorenko,

Sievierodonetsk, Donetska str., 1;

e-mail: new4or@gmail.com

orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3665-0147>

**ANNOTATION:** the article is devoted to defining the essence and directions of application of the photogrammetric method of forensic photography in criminal proceedings. It is determined that the photogrammetric method of forensic photography is to photograph objects according to special rules in order to further measure them on the obtained images. It is determined that the photogrammetric method of judicial photography consists in photographing objects according to special rules in order to perform their further measurements using the obtained images. The method of measuring objects using a single image is called monophotogrammetric and is known in the theory of forensic photography as measuring (scale) method; using a pair of images is called stereophotogrammetric (known as stereoscopic); measurement with more than two images is a polyphotogrammetric method.

As a result of polyphotogrammetric fixation of an object with the help of a serial digital camera and computer image processing, it is possible to obtain its high-quality geometrically accurate textured three-dimensional model. Objects of different sizes, from micro-objects, to entire buildings or areas, interiors can be scanned with polyphotogrammetric method. The 3D model of the scanned object reconstructed as a result of polyphotogrammetric photography and software processing can be saved in a number of conventional formats in electronic form, viewed and researched using special software.

The rules and algorithm of polyphotogrammetric scanning are given, the process of reconstruction of 3D model on the basis of received images is described. The advantages of the researched method of forensic photography are its non-invasiveness, clarity and accuracy of the obtained models, wide possibilities of their use and research.

**KEY WORDS:** forensic photography, photography methods, photogrammetry, polyphotogrammetric method, 3D model.

**Постановка проблеми.** Цифрова фотозйомка сьогодні лишається одним із найбільш ефективних та популярних способів фіксації інформації у кримінальному провадженні. Наступним етапом розвитку названої технології має стати 3D сканування криміналістично значущих об'єктів, яке може бути здійснено з використанням фотограмметричного методу судової фотозйомки, що підкреслює актуальність дослідження сутності напрямків його застосування у кримінальному провадженні.

**Актуальність.** Різноманітні методи судової фотозйомки були розглянуті в роботах В. В. Бірюкова, О. О. Бондаренка, С. О. Веремєєва, В. О. Зотчева, Є. П. Іщенко, А. В. Кофанова, В. К. Лисиченка, М. В. Салтєвського, М. Я. Сегая, І. В. Трущенко та інших науковців. Втім, використання фотограмметричного методу судової фотозйомки ще не було на достатньому рівні обґрунтовано в спеціальній літературі, що підкреслює актуальність пропонованого дослідження.

**Формулювання цілей.** Метою статті є визначення сутності та напрямків застосування фотограмметричного методу судової фотозйомки у кримінальному провадженні.

**Виклад основного матеріалу.** Від моменту винайдення фотокамери фотографування стало невід'ємною складовою всіх сфер людської діяльності. Сьогодні фотозйомка активно застосовується і під час розслідування злочинів: як для фіксації ходу та результатів слідчих (розшукових) дій (судово-оперативна), так і у ході проведення експертних досліджень (судово-дослідницька фотозйомка). Науковцями та практиками розроблено ряд методів фотозйомки, специфічних саме для правоохоронної та судово-експертної діяльності.

Вивчення спеціальної літератури а також слідчої та експертної практики показало, що в судово-оперативній фотозйомці найчастіше використовуються вимірвальний (масштабний), панорамний, репродукційний, сигналетичний, макрофотозйомки та інші методи. Вкрай рідко сьогодні застосовується стереоскопічний метод. Під час здійснення судово-дослідницької фотозйомки використовуються фотографічна зміна контрастів, мікрофотозйомка, фотозйомка в невидимій зоні спектра тощо [1, с. 74-77].

Вищезгадані методи вимірвальної (масштабної) та стереоскопічної фотозйомки є різновидами фотограмметричної фотозйомки, якій, на жаль, було присвячено недостатньої уваги у спеціальній криміналістичній літературі.

Фотограмметрия (від грецьких слів photos – світло, gramma – запис, metrio – вимірювання, дослівно – вимірювання за записом світла, або вимірювання за фотознімком) – науково-технічна дисципліна, що досліджує визначення геометричних характеристик об'єктів (їх форми, розмірів, положення у просторі тощо) за їх зображеннями [2, с. 3]. Найбільшого розповсюдження фотограмметрия отримала в сферах

картографії та геодезії, архітектури, інженерії, розробки комп'ютерних ігор, кіновиробництві. З точки зору криміналістики, цікавими є як можливості фіксації криміналістично значущої інформації, так і можливості вимірювання параметрів об'єктів та проведення інших досліджень з використанням даного методу.

Метод вимірювання об'єктів із використанням одиничного знімку називається монофотограмметричним, пари знімків – стереофотограмметричним [3, с. 42], а вимірювання за допомогою більшої ніж два кількості знімків, за аналогією можна визначити як поліфотограмметричний метод.

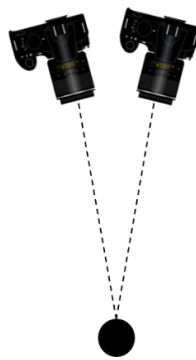
При дотриманні правил монофотограмметричної фотозйомки (мал. 1), відстань між точками на фотографованому об'єкті буде пропорційна відстані між тими самими точками на фотозображенні. Тому, поміщення у кадр поряд із фотографованим об'єктом в тій самій площині еталонного предмету, що має фіксовані розміри, дозволяє вимірювати перший об'єкт за отриманим фотознімком.

Саме названий принцип покладено в основу вимірювального методу судової фотозйомки. В якості еталону використовуються масштабні лінійки, масштаб-рулетки, метричні квадрати тощо, що дає змогу визначати та фіксувати розмір предметів та відстань між ними [4, с. 93].

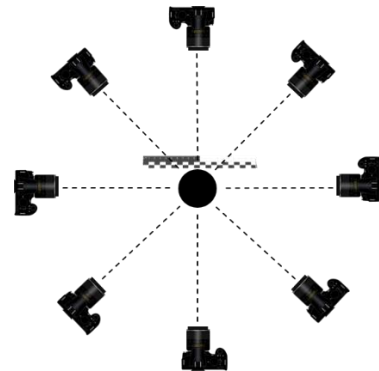
Стереофотограмметричний (стереоскопічний) метод (мал. 2) є ще одним класичним методом вимірювальної фотозйомки. Його сутність полягає в отриманні двох зображень одного об'єкта виконаних з різних точок, що відповідають сприйняттю зображень правим та лівим оком людини. Отримані таким чином знімки (стереопара) математично обробляються для одержання дійсних розмірів об'єктів. М. В. Салтєвський писав, що у 70-х роках минулого століття стереоскопічний метод використовувався у слідчій практиці у вигляді стереофотограмметричної зйомки місць дорожньо-транспортних подій. Він був реалізований на пересувній установці, змонтованій на шасі автомобіля УАЗ з використанням стереокамери SMK-120 [4, с. 94]. Виконання вимірювань за аналоговими стереофотознімками ускладнювалося потребою використання спеціальних оптико-механічних приборів – стереокомпараторів [5, с. 41], та здійснення складних математичних розрахунків, що стало причиною низької популярності такого методу. О. Л. Дорожинський та Т. Я. Ільків зазначають, що незважаючи на нові можливості короткобазисної стереофотограмметрії, які відкриваються із впровадженням цифрових камер, цифрові серійні аналоги таких стереознімальних систем на сьогодні відсутні [6, с. 78].



Мал. 1.  
Монофотограмметрична  
фотозйомка



Мал. 2. Стереофотограмметрична  
фотозйомка



Мал. 3. Поліфотограмметрична  
фотозйомка

Найбільш перспективною сьогодні видається поліфотограмметрична фотозйомка (мал. 3). В результаті комп'ютерного аналізу та перетворення великої кількості зображень об'єкта, що були виконані в однакових умовах та демонструють об'єкт з різних кутів, можна отримати його тривимірну (далі – 3D) модель. По суті, поліфотограмметрія є одним із способів безконтактного пасивного 3D сканування. Оскільки за моно- та стереофотограмметричними методами фотозйомки в теорії судової фотографії вже закріпилися сталі назви (вимірювальна та стереоскопічна, відповідно), термін фотограмметрична фотозйомка пропонуємо застосовувати саме до її поліфотограмметричного різновиду.

Зазвичай метою 3D сканування є створення хмари точок геометричних побудов з поверхні сканованого об'єкта. Така хмара потім може бути використана для екстраполяції його форми (дана процедура називається реконструкцією) [7, с. 52]. Відповідно, чим більше точок було зафіксовано, тим більш близькою до оригіналу буде 3D модель.

Для створення хмари точок можна використати серію фотознімків, виконаних фотограмметричним методом. Інформація про кожний знімок записується в спеціальний exif-файл: висота, кут повороту

камери, дані довготи і широти, дані про саму камеру та її налаштування. Фотограмметричне програмне забезпечення аналізує такі дані і використовує технології машинного зору та фотограмметрії для знаходження спільних точок на багатьох фотографіях. В результаті для кожного пікселя на фотографії знаходиться колірна відповідність на інших фотографіях. Кожна відповідність стає ключовою точкою. Якщо ключова точка знайдена на трьох фотографіях і більше, програма вираховує її координати в тривимірному просторі. Результат – хмара точок, яку можна перетворити в 3D-сітку [8, с. 60]. Отримана 3D-сітка заповнюється полігонами – базовими трикутними фігурами, які можуть вимальовувати графічні процесори сучасних комп'ютерів. У результаті таких дій генерується обезбарвлена 3D модель сканованого об'єкта, на яку може бути накладена кольорова текстура.

При здійсненні поліфотограмметричної фотозйомки рекомендується дотримуватися наступних загальних правил.

Розробники фотограмметричного програмного забезпечення для здійснення такої фотозйомки радять використовувати цифрові камери із високою роздільною здатністю сенсора (5 Мпікс та вище) та можливістю збереження фотографій в форматі .raw, об'єктиви із фіксованою фокусною відстанню (оптимально – 50 мм) [9, с. 8]. Не рекомендується використання ультраширокоформатних об'єктивів (лінз) через викривлення зображення, які виникають біля країв кадру (сферична аберация). Для максимального ефекту всі фотографії бажано виконати в ручному режимі при однаковому освітленні, з однаковою фокусною відстанню, налаштуваннями експозиції.

Поряд із сканованим об'єктом бажано розмістити масштабну лінійку або інший еталон із заздалегідь відомими розмірами для подальшого налаштування масштабу. В ряді програмних додатків для фотограмметрії є можливість вказати фіксовану відстань між контрольними маркерами на такому еталоні, що в результаті дозволить здійснювати точні виміри сканованого об'єкта за його 3D моделлю.

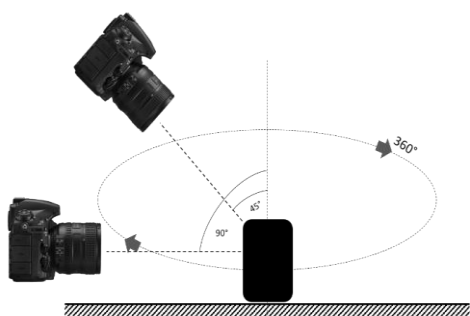
Сканований об'єкт має бути сфотографований із всіх боків. Кількість виконаних фотознімків залежить від його розміру, та за загальним правилом має бути не менше 20. Кожна частина сканованого у такий спосіб об'єкта має знаходитися у фокусі не менш ніж на двох різних кадрах (чим більше, тим краще). Відповідно, перекриття наступного та попереднього кадру має бути 60-80%. Для точної реконструкції важливо уникати «сліпих зон», які не відображені хоча б на двох знімках.

Об'єктами поліфотограмметричної фіксації можуть виступати різні за розмірами предмети, від мікрооб'єктів, до цілих будівель чи ділянок місцевості, інтер'єрів приміщень. За умови використання сучасних цифрових мікроскопів з високим коефіцієнтом збільшення та низьким рівнем сферичної аберация, можливе отримання 3D моделей найменших об'єктів, як-то трас на стріляній кулі тощо. За допомогою аерофотограмметрії з використанням безпілотних літальних апаратів можлива побудова 3D моделей значних за розміром місць події. При цьому неможливим із застосуванням такого методу вважається сканування повністю плоских, дзеркальних об'єктів, ускладненим є реконструювання обезбарвлених.

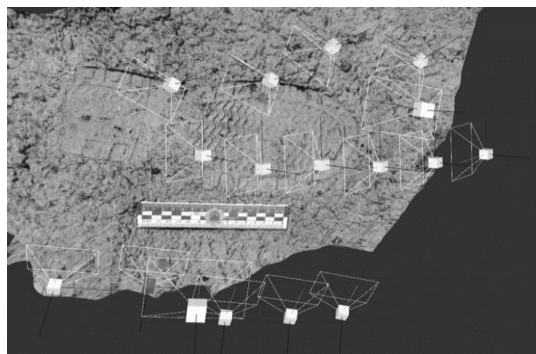
При поліфотограмметричному скануванні одиничного об'єкту, який може бути переміщений, його доцільно помістити на білу матову поверхню, яка маркується опорними точками чи метричною шкалою, рівномірно освітлити та сфотографувати за наступним алгоритмом.

Перша група фотознімків об'єкта виконується із оптичною віссю фотоапарата спрямованою перпендикулярно центральній осі об'єкта, на рівні його середини. Друга група фотознімків виконується з вищої позиції під кутом 45°. У кожному випадку потрібно виконати приблизно 30 знімків (12° на кожне фото) поки коло не замкнеться (360°) (мал. 4). «Маршрут» зйомки по колу доцільно закінчувати на тому місці, з якого він був розпочатий. Після цього, об'єкт може бути поміщений в інше положення так, щоб камера могла зафіксувати його раніше недоступні частини і за описаною вище процедурою виконуються нова серія фотознімків.

При поліфотограмметричному скануванні об'єкта, що не може бути відділений від навколишньої обстановки, алгоритм в цілому є таким самим, з урахуванням форми та розміру об'єкта (мал. 5). Серії знімків виконуються під різними кутами до площини, на якій розміщено такий об'єкт. У випадку фотографування великого за розміром об'єкта, виконується потрібна кількість серій знімків, поки всі його частини не будуть зафіксовані.



Мал. 4. Поліфотограмметричне сканування об'єкта, що може бути переміщений



Мал. 5. Орієнтовні позиції камери при поліфотограмметричному скануванні об'єкта, що не може бути відділеним від обстановки

Отримані фото із формату .raw рекомендується без втрати інформації та внесення будь-яких змін конвертувати у формат .tiff та імпортувати у спеціальне фотограмметричне програмне забезпечення. Після цього, кожна серія знімків перетворюється на щільну хмару точок (dense cloud). Хмари мають бути очищені від зайвих точок, приведені до єдиного масштабу, вирівняні між собою за ключовими точками та об'єднані в єдину хмару, яка в подальшому трансформується у 3D сітку, на яку накладається кольорова текстура.

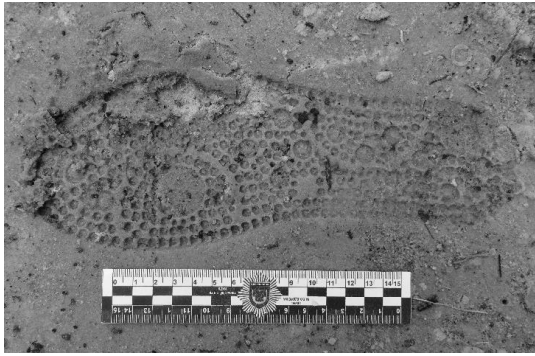
Описаний програмний алгоритм може бути виконаний як із використанням безкоштовного програмного забезпечення (наприклад Meshroom [10] – для побудови щільної хмари точок, 3D сітки та текстурування моделі; MeshLab [11] – для обробки, вирівнювання та поєднання хмар точок), так і з використанням комплексного платного ПЗ, яке дозволяє більш тонко налаштувати процес реконструкції та автоматизувати деякі його етапи (наприклад Agisoft Metashape [12]).

Реконструйована в результаті поліфотограмметричної фотозйомки та програмної обробки 3D модель сканованого об'єкта може бути збережена у ряді загальноприйнятих форматів в електронному вигляді, переглянута та досліджена з використанням спеціального програмного забезпечення. В залежності від кількості фотографій сканованого об'єкта та обраних у фотограмметричному додатку налаштувань можна отримати тривимірну модель з дуже деталізованими геометрією та текстурою. Всі основні просторові параметри побудованої моделі в подальшому можуть бути виміряні. Наприклад, додаток Agisoft Metashape 1.6.2 дозволяє задати параметри масштабної лінійки, та після цього вимірювати відстань між будь-якими точками на моделі. Вимірювання просторових параметрів 3D моделі, за умови її реконструкції із дотриманням масштабу, доступне і в безкоштовному ПЗ (наприклад, Blender [13], MeshLab тощо).

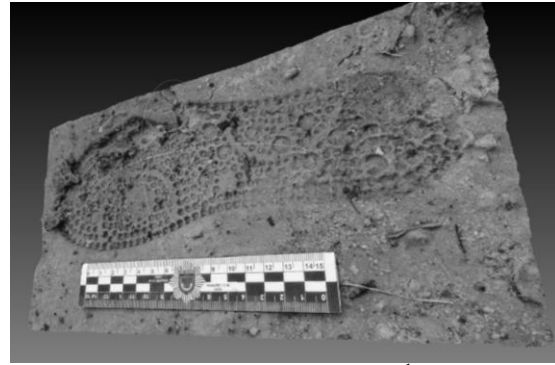


Відскануйте запропонований QR-код, щоб переглянути 3D модель

З використанням фотокамери Sony DSC-HX60 та trial версії додатку Agisoft Metashape 1.6.2 за описаним вище алгоритмом нами було здійснено фотограмметричну зйомку та реконструкцію 3D моделі сліду взуття людини (мал. 6, 7). Отримана модель є об'ємною, пропорційною оригінальному сліду, текстурованою зображенням високої роздільної здатності. Результати вимірювання 3D моделі відповідають результатам ручного вимірювання оригінального сліду.



Мал. 6. Детальний фотознімок сліду, виконаний вимірвальним (монофотограмметричним) методом

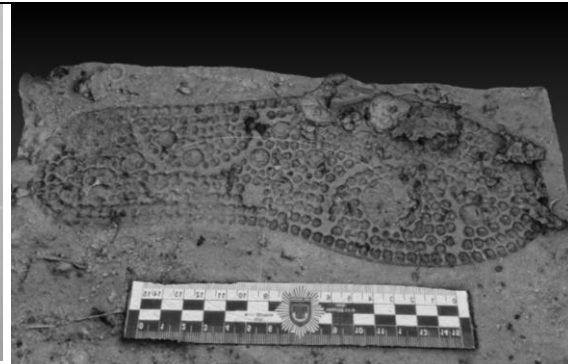


Мал. 7. 3D модель сліду<sup>1</sup>

Зворотний бік отриманої моделі являє собою «цифровий зліпок» із оригінального сліду, тобто пряме відображення підошви взуття, яке залишило слід, та може використовуватися для проведення порівняльних досліджень (мал 8, 9).



Мал. 8. Детальний фотознімок підошви взуття, яке залишило слід



Мал. 9. Зворотний бік 3D моделі сліду

Поліфотограмметрична фотозйомка може бути застосована й у інших криміналістичних сценаріях. Наприклад, бразильські дослідники пропонують використовувати такий метод фотозйомки в процесі відтворення обличчя людини за формою черепа для її подальшої ідентифікації. Досліджуваний череп фотографується у двох положеннях за близьким до описаного вище алгоритмом. Після цього, з використанням безкоштовного додатку PPT-Gui, дослідники перетворюють серії знімків на дві щільні хмари, які очищуються від зайвих точок, приводяться до єдиного масштабу, вирівнюються відносно одна одної та трансформуються у єдину 3D сітку. На отриману тривимірну модель накладається кольорова текстура сканованого черепа, після чого, з використанням додатку Blender, дослідники шар за шаром накладають на модель м'які тканини та шкіру з метою відтворення обличчя загиблої людини [14, с. 79-80].

Сьогодні у фотограмметрії застосовуються не тільки фотознімки, а й зображення отримані з використанням радіолокаційних, лазерно-локаційних, рентгенівських та інших зйомочних систем [2, с. 3]. Сучасні мобільні безконтактні лазерні 3D сканери дозволяють отримувати хмари точок з поверхні об'єкта у реальному часі, що значно спрощує та пришвидшує процес сканування. За кордоном такі сканери вже використовуються під час огляду місця події та здійснення експертних досліджень. З'являються і спеціалізовані криміналістичні прилади для 3D сканування. Так, німецькі спеціалісти здійснюють розробку та сертифікацію програмно-апаратного комплексу [15] для 3D сканування криміналістично значущих об'єктів та дослідження їх тривимірних моделей. Але головним недоліком таких сканерів є їх висока вартість – від 10000 доларів США за найпростіші базові моделі.

Очевидно що в майбутньому, з масовим розповсюдженням 3D сканерів в арсеналі правоохоронних органів, описана нами процедура фотограмметричного 3D сканування з використанням цифрових камер втратить свою актуальність. Втім, на сьогодні такий метод судової фотозйомки видається перспективним. Крім того, описані у статті правила та алгоритми фотографування є застосовними і для сканування з використанням спеціалізованих сканерів. Тим більше, що, як свідчать дослідники [14], точність фотограмметричного сканування та реконструкції моделі навіть з використанням безкоштовного ПЗ наближується до точності лазерних сканерів.

Серед переваг використання фотограмметричного методу судової фотозйомки можна навести такі:

- як і будь-який інший фотографічний метод, є неінвазійним та повністю виключає ризик пошкодження фіксованого об'єкта;
- дозволяє отримувати та використовувати в слідчій та експертній діяльності точні 3D моделі одиничних об'єктів, ділянок місцевості, навколишньої обстановки;
- забезпечує можливість точного вимірювання просторових характеристик об'єкта за його 3D моделлю, використання моделей для здійснення порівняльних та інших видів досліджень;
- забезпечує якісно новий, порівняно із класичною фотозйомкою, рівень наочності отриманих матеріалів;
- можливість організації інформаційно-довідкових колекцій тривимірних об'єктів, використання 3D моделей та моделювання в освітній діяльності тощо.

**Висновки.** Таким чином, фотограмметричний метод судової фотозйомки полягає у фотографуванні об'єктів за спеціальними правилами з метою їх подальшого вимірювання за отриманими зображеннями. Метод вимірювання об'єктів з використанням одиничного знімку називається монофотограмметричним і відомий в теорії судової фотографії як вимірювальний (масштабний); з використанням пари знімків називається стереофотограмметричним (відомий як стереоскопічний); вимірювання за допомогою більшої ніж два кількості знімків – це поліфотограмметричний метод.

В результаті поліфотограмметричної фіксації об'єкта за допомогою серійної цифрової фотокамери та комп'ютерної обробки зображень можна отримати його якісну геометрично точну текстуровану тривимірну модель. Реконструйована таким чином модель може бути збережена у ряді загальноприйнятих форматів в електронному вигляді, переглянута, оброблена та досліджена з використанням спеціального програмного забезпечення. Об'єктами такої фіксації можуть виступати різні за розмірами предмети, від мікрооб'єктів, до цілих будівель чи ділянок місцевості. Переваги дослідженого методу судової фотозйомки полягають у його неінвазійності, наочності та точності отриманих моделей, широких можливостях їх використання та дослідження.

#### ПРИМІТКИ

1. Переглянути дану 3D модель також можна за посиланням: <https://p3d.in/NN9Lc>

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Криміналістика : підручник : у 2 т. Т. 1 ; За заг. ред. В.Ю. Шепітька. Харків : Право, 2019. 456 с.
2. Михайлов А.П., Чибунічев А.Г. Фотограмметрия: Учебник для вузов. Под общ. ред. А.Г. Чибунічева. Москва: Изд-во МИИГАиК, 2016. 294 с.
3. Fetisov, Vadim & Makarov, I. & Gusarov, A. & Lorents, A. & Smirenin, S. & Stragis, V.. (2016). The modern possibilities for the application of photogrammetry in the forensic medical practice and scientific researches. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 6 (59). 41-47. Doi: 10.17116/sudmed201659641-47.
4. Салтевський М.В. Криміналістика. Підручник: У 2-х ч. Ч.1. Харків : Консум, Основа, 1999. 416 с.
5. Авдеев А. И., Шишканінец Н. И., Лопатин К. В. О возможности и целесообразности применения в судебной медицине цифровой стереофотографии. *Проблемы экспертизы в медицине*. 2008. Т. 8. №. 29-1. С. 41-42.
6. Дорожинський О. Л., Ільків Т. Я. Теоретичні основи цифрової короткобазисної стереофотограмметрії. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. Вип. 76. 2012. С. 77-80.
7. Babuca N.I., Ciolac V. Using 3D scan architecture. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 2011. Vol. 15(2). P. 52-56.
8. Завтур А., Гришина Н., Чалый Ю. Трехмерная фотограмметрия, или от фотографии к 3d-модели. *САПР и графика*. 2016. № 2 (232). С. 58-61. URL: <https://sapr.ru/article/25136>
9. Agisoft Metashape User Manual Professional Edition, Version 1.6. Agisoft LLC. 2020. URL: [https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro\\_1\\_6\\_en.pdf](https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_6_en.pdf)
10. Meshroom. Open source photogrammetry software. URL: <https://github.com/alicevision/meshroom>
11. MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool. URL: <http://www.meshlab.net/>.
12. Metashape – photogrammetric processing of digital images and 3D spatial data generation. URL: <https://www.agisoft.com/>
13. Blender. Free and open source 3D creation suite. URL: <https://www.blender.org/>
14. da Costa Moraes C. A., Dias P. E. M., Melani R. F. H. Demonstration of protocol for computer-aided forensic facial reconstruction with free software and photogrammetry. *Journal of Research in Dentistry*. 2014. Vol. 2. №. 1. 77-90. Doi: 10.17116/sudmed201659641-47 [in Russian].
15. 3D-Forensics/FTI. Mobile high-resolution 3D-Scanner and 3D data analysis for forensic evidence. URL: <https://www.3d-forensics.de/>

#### REFERENCES

1. Kryminalistyka : pidruchnyk [Forensics: a textbook] (2019). Vol. 1. Kharkiv : Pravo. 456 [in Ukrainian].
2. Mikhailov, A. & Chibunichev, A. (2016) Fotogrammetriia: Uchebnik dlia vuzov [Photogrammetry: Textbook for high schools]. Moskva: Izd-vo MIIIGAik. 294 [in Russian].
3. Fetisov, Vadim & Makarov, I. & Gusarov, A. & Lorents, A. & Smirenin, S & Stragis, V. (2016). The modern possibilities for the application of photogrammetry in the forensic medical practice and scientific researches. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 6 (59). 41-47. Doi: 10.17116/sudmed201659641-47 [in Russian].
4. Saltevskiy, M. (1999) Kryminalistyka. Pidruchnyk [Forensics. Textbook]: U 2-kh ch. Ch.1. Kharkiv : Konsum, Osnova. 416 [in Ukrainian].
5. Avdeev, A. & Shishkaninets, N. & Lopatin, K. (2008) O vozmozhnosti i tselesoobraznosti primeneniia v sudebnoi medicene tsvifrovoi stereofotografii [On the possibility and expediency of using digital stereo photography in forensic medicine]. *Problemy ekspertizy v medicene*. 8. 29-1. 41-42 [in Russian].

6. Dorozhynskiy, O. & Ilkiv, T. (2012) Teoretychni osnovy tsyfrovoy korotkobazysnoi stereofotogrametrii [Theoretical bases of digital short-base stereophotogrammetry]. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia*. 76. 77-80. [in Ukrainian].
7. Babuca, N. & Ciolac, V. (2011) Using 3D scan architecture. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 15(2). 52-56.
8. Zavtur, A., Grishina, N. & Chalyi, Iu. (2016) Trekhmernaia fotogrammetriia, ili ot fotografii k 3d-modeli [Three-dimensional photogrammetry, or from photography to a 3D model]. *SAPR i grafika*. 2 (232). 58-61. URL: <https://sapr.ru/article/25136> [in Russian].
9. Agisoft Metashape User Manual Professional Edition, Version 1.6. Agisoft LLC. 2020. URL: [https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro\\_1\\_6\\_en.pdf](https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_6_en.pdf)
10. Meshroom. Open source photogrammetry software. URL: <https://github.com/alicevision/meshroom>
11. MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool. URL: <http://www.meshlab.net/>.
12. Metashape – photogrammetric processing of digital images and 3D spatial data generation. URL: <https://www.agisoft.com/>
13. Blender. Free and open source 3D creation suite. URL: <https://www.blender.org/>
14. da Costa Moraes C. A., Dias P. E. M., Melani R. F. H. Demonstration of protocol for computer-aided forensic facial reconstruction with free software and photogrammetry. *Journal of Research in Dentistry*. 2014. Vol. 2. №. 1. 77-90.
15. 3D-Forensics/FTI. Mobile high-resolution 3D-Scanner and 3D data analysis for forensic evidence. URL: <https://www.3d-forensics.de/>