

УДК 004.942:681.783.322

[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-13\(54\)-2323-2339](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-13(54)-2323-2339)

Мосіюк Олександр Олександрович кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0003-3530-1359>

ФОТОГРАМЕТРІЯ ТА 3D РЕКОНСТРУКЦІЯ: ОГЛЯД ВІДКРИТИХ МАТЕРІАЛІВ ДОСЛІДЖЕНЬ З НАУКОМЕТРИЧНОЇ БАЗИ SCOPUS

Анотація. Стрімкий розвиток сучасних цифрових технологій та нейронних мереж дозволяє дещо під іншим кутом поглянути на шляхи як застосування фотограмметрії так і програмних рішень для тривимірної реконструкції об'єктів на основі «хмари» високоякісних зображень великої роздільної здатності. Фактично відбувається переосмислення багатьох підходів та напрацювання нових методик для вирішення різноманітних складних задач з різних сфер науки та техніки.

У цьому контексті важливо розуміти основні тренди наукових досліджень відповідної галузі наукового пошуку. Саме тому метою статті є докладний аналіз закордонних матеріалів представлених у вільному доступі в наукометричній базі Scopus з тематики фотограмметрії та тривимірної цифрової реконструкції об'єктів.

У роботі проаналізовано матеріали 41 дослідження, опублікованого у таких виданнях як: Remote Sensing, Drones, Geomatics, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, International Journal of Geo-Information тощо. Загалом до огляду були залучені статті, що вийшли у період з 2018 по 2025 роки.

Важливими результатами представлено дослідження було виокремлення таких трендів: використання фотограмметрії у контексті збереження історичної та культурної спадщини, застосування фотограмметрії у природоохоронній діяльності та спостереженні за екосистемами, фотограмметрія для вирішення задач промисловості та містобудування і, власне, дослідження, пов'язані з удосконаленням вже існуючих методів та засобів фотограмметрії й віднаходженням нових, більш оптимальних підходів. Кожен з них детально характеризувався на основі відкритих матеріалів з бази Scopus.

Ще однією особливістю розглянутих наукових робіт було активне залучення авторами загальнодоступних технологій безпілотної авіації для здійснення фотограмметрії та інструментарію штучного інтелекту при

цифровій тривимірній реконструкції досліджуваної локації чи об'єкту культурної спадщини.

У висновки узагальнюється проведений огляд матеріалів з вибраної тематики та вказується перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: фотограмметрія, тривимірна реконструкція на основі хмари зображень, БПЛА, огляд матеріалів досліджень.

Mosiiuk Oleksandr Oleksandrovyich PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Sciences and Information Technologies, Zhytomyr State Ivan Franko University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0003-3530-1359>

PHOTOGRAMMETRY AND 3D RECONSTRUCTION: REVIEW OF OPEN RESEARCH MATERIALS FROM THE SCOPUS SCIENTOMETRIC DATABASE

Abstract. The rapid development of modern digital technologies and neural networks allows us to look at the application of photogrammetry and software solutions for three-dimensional reconstruction of objects based on a “cloud” of high-quality, high-resolution images from a slightly different angles. In this context, it is essential to understand the main trends in scientific research within the relevant field of scientific inquiry. That is why the purpose of this article is to provide a detailed analysis of foreign materials freely available in the Scopus scientometric database on the subject of photogrammetry and three-dimensional digital reconstruction of objects. The work analyzes materials from 41 studies published in various publications, including Remote Sensing, Drones, Geomatics, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, and the International Journal of Geo-Information, etc. In general, articles published between 2018 and 2025 were included in the review.

The study highlighted the following trends as important results: the use of photogrammetry in the context of preserving historical and cultural heritage, the application of photogrammetry in environmental protection and ecosystem monitoring, photogrammetry for solving industrial and urban planning problems, and, in fact, research related to improving existing methods and means of photogrammetry and finding new, more optimal approaches. Each of them was characterized in detail based on open materials from the Scopus database.

Another feature of the scientific works considered was the authors' active involvement in publicly available unmanned aviation technologies for photogrammetry and the use of artificial intelligence tools for digital three-dimensional reconstruction of the studied location or cultural heritage object.

The conclusions summarize the review of materials on the selected topic and indicate prospects for further research.

Keywords: photogrammetry, three-dimensional reconstruction based on image clouds, UAVs, review of research materials.

Постановка проблеми. Технології, пов'язанні з фіксуванням інформації про фізичні об'єкти та їхнє оточення на основі цифрових образів, що отримуються за допомогою сенсорів, які не мають безпосередньої взаємодії з ними, однозначно стосуються такого напрямку досліджень як фотограмметрія. Історично склалося так, що ця галузь технічних наук бере свій початок з того моменту, як людство стало здатним «зберігати» графічну інформацію шляхом фотографування.

Використання напрацювань науковців, що розглядають важливі питання цієї сфери, напряму стосуються можливості якісно планувати й проєктувати геологорозвідувальні роботи, здійснювати будівництво цивільних та промислових споруд, вивчати рельєф та різні екосистеми. Також фотограмметрія важлива для архітектури й дизайну. Архітектори мають змогу оцифровувати місцевість, а потім використовувати ці дані для власного проєктування.

Навіть у медицині і хірургії є можливість реалізувати досягнення науковців, які працюють над проблемами відповідної галузі науки. Наприклад, генеративне тривимірне моделювання окремих органів людини на основі хмари зображень дозволяє діагностувати пухлини або ж виявляти сторонні предмети при значних ушкодженнях м'яких тканин людини. Це також забезпечує зручність у плануванні оперативного втручання.

Важливим напрямком досліджень в цій галузі є застосування цифрових засобів для програмного формування тривимірних цифрових моделей. Такі 3D об'єкти можуть бути використані при створенні навчальних програм, що використовуються разом з пристроями віртуальної та доповненої реальності. Окрім цього досить часто такі алгоритмічно створені просторові віртуальні моделі застосовуються при розробці комп'ютерних ігор та у кінематографі. Також програмні продукти, створені на основі напрацювань в галузі фотограмметрії, можуть займати важливе місце у збереженні та у подальшому відтворенні культурної спадщини шляхом створення цифрових реалістичних копій існуючих пам'яток архітектури та мистецтва. Ця проблема є особливо актуальною для України, яка потерпає від постійних ракетно-дронових обстрілів усієї території під час тривалої неспровокованої агресії з боку Російської Федерації.

Певним підтвердженням важливості розвитку фотограмметрії є стрімкий розвиток програм, що дозволяють будувати тривимірні об'єкти на основі

великої кількості високоякісних зображень, у тому числі за допомогою інструментарію штучного інтелекту. При чому існують рішення, які безпосередньо встановлюються на комп'ютер або ж працюють як веб- чи мобільні онлайнсервіси (тобто виконують всі критичні розрахунки віддалено – у «хмарі»).

Тут варто згадати про такі програми як: Agisoft Metashape, RealityScan 2.0, Meshroom, OpenDroneMap та інші. Також слід відміти й аналогічні вебрішення – Polycam, Pix4D Cloud, KIRI Engine тощо. Серед згаданих програмних продуктів є як загальнодоступне вільнопоширюване програмне забезпечення так і ПЗ, у ліцензійних угодах якого передбачена можливість вільно (або з мінімальними обмеженнями) працювати з ним учням, студентам, педагогам, науковцям, представникам громадських організацій. Багато рішень, тим не менш, все ж поширюється за допомогою комерційних ліцензій, що говорить про зростаючий попит на такого типу технології, а отже й про стимулювання науково-дослідних робіт з цієї тематики у подальшому.

У цьому контексті важливо розуміти стан та напрямки наукових пошуків, пов'язаних з тематикою фотограмметрії та тривимірної цифрової реконструкції. Особливо важливо розуміти стан досліджень з цієї тематики за кордоном, адже аналіз матеріалів дозволить виокремити важливі напрями подальших пошукових зусиль фахівців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якщо аналізувати загальнодоступні матеріали, присвячені тематиці фотограмметрії, у вітчизняному сегменті освітніх та наукових публікацій, то варто відміти ряд робіт, що безпосередньо пов'язані з забезпеченням викладання освітніх компонент на спеціальностях, які стосуються геодезії, будівництва, архітектури тощо.

Тут варто навести навчальні та навчально-методичні посібники авторства Пенькова В. О. [1], Кочергіна Л. Ю. [2], Білоус В. В., Боднар С. П. [3], Уль А. В., Іванчук О. М., Вакулук Л. А. [4] та інших.

Наукові роботи українських науковців, у першу чергу, пов'язані з актуальною для вітчизняного сьогодення темою оцифрування пам'яток культури і мистецтва з метою їх подальшого збереження. Тут варто згадати роботу Акерман О., Бедріна Н., Мамедов К., які у своїй праці намагаються розкрити питання взаємної інтеграції європейського та українського досвіду застосування методів фотограмметрії у сфері цифровізації історичної спадщини [5].

Перспективи залучення відповідних технологій у систему архітектурної освіти України розглядають Олійник Г. та Василенко К. [6].

Також слід згадати дослідження Іванчука О. М., пов'язані з просторовим моделюванням мікроповерхонь об'єктів на основі даних цифрової РЕМ-фотограмметрії [7].

Фактично можна говорити про дещо обмежену зацікавленість тематикою практичного застосування засобів та технологій фотограмметрії українськими фахівцями.

У цьому контексті **метою статті** є докладний аналіз закордонних матеріалів представлених у вільному доступі в наукометричній базі Scopus з тематики фотограмметрії та тривимірної цифрової реконструкції об'єктів.

Ключовими **методами** наукового пошуку у представленому дослідженні були системний аналіз, порівняння, узагальнення та кількісні методи описової статистики. Вони дозволили виокремити основні напрями сучасних досліджень, пов'язаних з відповідним технологіями на кінець 2025 року.

Виклад основного матеріалу. Для того щоб виділити важливі наукові тенденції пов'язані з темою фотограмметрії було проаналізовано роботи науковців, що були представлені у відкритому доступі в наукових журналах, які індексуються у наукометричній базі Scopus. Загалом вивчалися матеріали 41 статі, що були опубліковані у таких виданнях як: Remote Sensing, Drones, Geomatics, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, International Journal of Geo-Information тощо. Досліджувалися праці, що вийшли у період з 2018 по 2025 роки. Розкриємо результати огляду більш детальноше.

Серед опрацьованих наукових статей присвячених визначеній тематиці, а також підходам, методам та засобам створення тривимірних цифрових моделей, чітко спостерігається чотири основні тенденції: використання фотограмметрії у контексті збереження історичної та культурної спадщини, застосування фотограмметрії у природоохоронній діяльності та спостереженні за екосистемами, фотограмметрія для вирішення задач промисловості та містобудування і, власне, дослідження, пов'язані з удосконаленням вже існуючих методів та засобів фотограмметрії й віднаходженням нових, більш оптимальних підходів. Відсоткове співвідношення між цими трендами ілюструє кругова діаграма, представлена на рисунку 1.

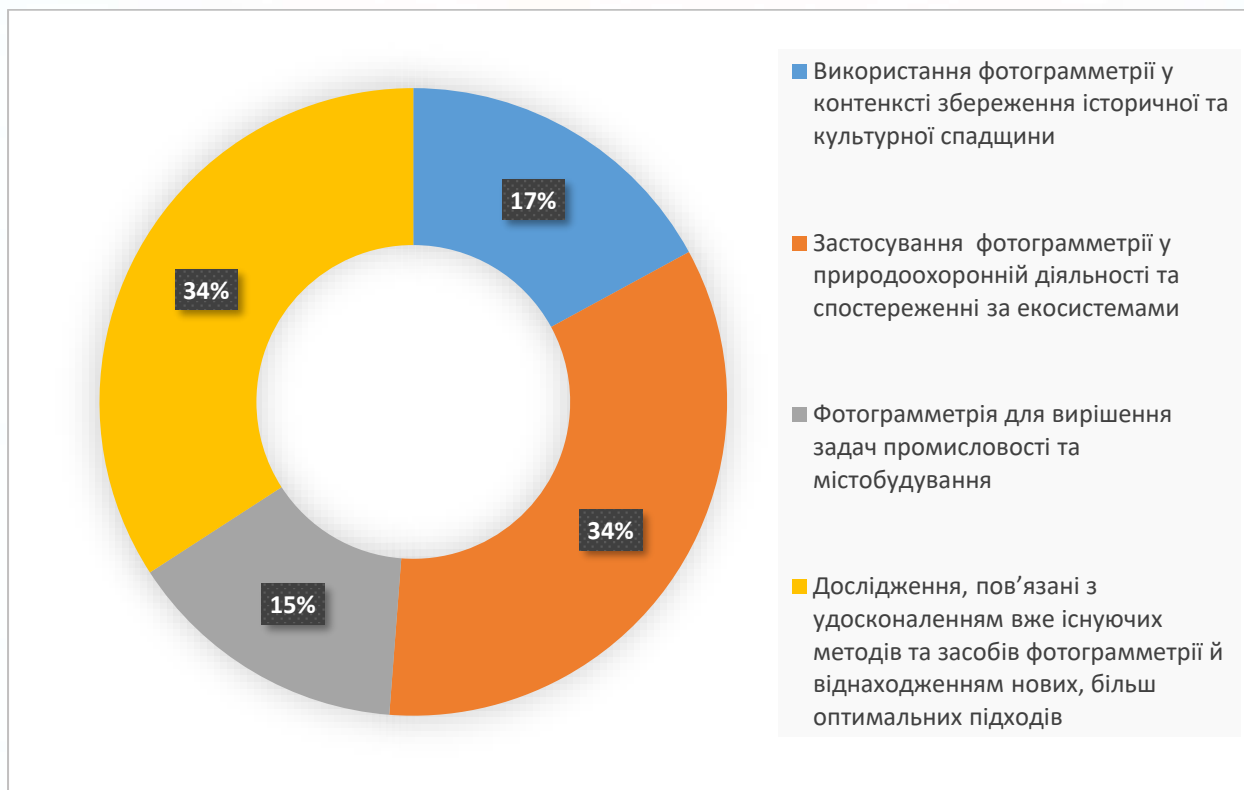


Рис. 1. Діаграма, яка показує співвідношення між основними тенденціями у дослідженнях, пов'язаних з фотограмметрією

Розкриємо кожен з трендів більш докладно.

Так використання фотограмметрії для збереження культурної спадщини й допомоги при археологічних дослідження є важливим трендом світової науки загалом. Зокрема, колектив авторів у складі Федерман А., Шреста С., Кінтеро М. С., Мещіно Д., Грегг Дж., Кретц С., Уїмет С. навели приклади використання БПЛА DJI Phantom для аерофотограмметрії історичних місць (форту Принца Уельського та храмів на площі Таумадхі в Непалі) [8]. Здійснення віртуальної реконструкції історичних будівель на основі даних зібраних за допомогою фотограмметрії розкрито у роботі [9]. Схожі дослідження виконали Луман Т., Чижова М., Горковчук Д., але вже для 3D-реконструкції історичних церков у Грузії [10].

Результат восьмирічної роботи науковця Рекічі Ф. над веборієнтованою інформаційною системою Chimera, що дозволяє одночасно використовувати різні інтегровані дані, такі як 3D-моделі, хмари точок, а також 2D-карти або зображення, представлено у роботі [11]. Система створювалася спеціально для використання у сфері збереження культурної спадщини.

Значення використання технологій, пов'язаних з відтворенням тривимірних моделей та створенням ортофотопланів, для археологічних пошуків описують Орсіні С., Беноцці Е., Вільямс В., Россі П., Манчіні Ф. [12].

Місце моделей машинного навчання для класифікації хмар точок, що використовуються для відтворення тривимірних моделей у сфері збереження культурної спадщини розкривають Гріллі Е. та Ремодіно Ф. [13].

Процес цифровізації міської спадщини за допомогою БПЛА для подальшої інтеграції з імерсивними технологіями віртуальної реальності представили Чжан Ц., Лін Г., Пен Ю., Юу Ю. [14]

Не менш важливі дослідження здійснюються за допомогою інструментарію фотограметрії для моніторингу екосистем та природних середовищ. Зокрема, оцінюється можливість застосування малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА), оснащених багатоспектральними датчиками, для класифікації земного покриву та моніторингу рослинності в колишніх гірничодобувних районах [15], аналізується структура лісових ділянок [16], оцінюються можливості класифікації окремих видів дерев у міських районах [17], описується застосування відповідних технологій для характеристики крони рослин [18], здійснюється оцінка стану терасових ландшафтів у гірській місцевості північно-східної Туреччини [19] та, навіть, досліджується ерозія ґрунтів з використанням класичних кольорових камер [20].

Також вартими уваги є наукові пошуки, пов'язані з дослідженням прибережних зон шляхом тривимірного картографування, що здійснили Каракі А. А., Феррандо І., Федерічі Б., Сгуерсо Д. [21].

Спільною рисою представлених матеріалів є активне використання загальнодоступних безпілотних літальних апаратів оснащених високоякісними камерами для здійснення фото- та відеофіксації об'єктів спостереження для їх подальшого вивчення.

Схожий підхід до фіксації природних явищ здійснювали: Гроос А. Р., Берчінгер Т. Дж., Куммер К. М., Ерльвейн С., Мунц Л., Філіпп А. [22], Занута А., Ламбертіні А., Віттуарі Л. [23], Теппаті Лосе Л., Кьябрандо Ф., Джуліо Тоноло Ф., Лінга А. [24], Туомінен С., Насі Р., Хонкаваара Е., Балазс А., Хакала Т., Вільянен Н., Пьоленен І., Саарі Х., Оянен Х. [25], Цю Ц., Фен Ц., Цзян Ц., Лінь Ю., Сюе С. [26], Креггар К., Козмус Трайковський К. [27], Оріуела А., Моліна-Фахардо М. А. [28] та інші.

Важливе місце займають технології фотограметрії й у спостереженні за промисловими об'єктами. По суті цей напрям досліджень є певним продовженням попереднього тренду, але вже з фокусом на вивчення впливу промислового виробництва на природу.

Так група авторів, у складі Гарсія-Мартос С., Гарсія-Тренса П., Саура-Кампос А., Герреро-Гонсалес А., Ідальго-Кастело Ф., запропонувала поєднати технології наземного лазерного сканування та функціонал безпілотних літальних апаратів для відстежування незначних деформацій у промислових резервуарах [29]. Можливості тривимірного картографування відкритого

кар'єру розглядають у своїй роботі Вассена Г., Клерічі А. [30]. Схожу тему вивчали Йігіт А. Й., Шенол Х. І. [31] Особливості застосування фотограмметрії за допомогою БПЛА та можливостей лідарного сканування при створенні 3D моделей для обслуговування та керування насипними дамбами подають у своїй роботі Кан Дж., Кім Д., Лі Ч., Кан Дж., Кім Д. [32].

Цікавим є дослідження Арройо-Мора Дж. П., Калачка М., Рогані А., Луканус О., яке пов'язане з відслідковуванням рівня води біля залізничних колій [33]. Вони порівнювали можливості проводити аналіз рівня води на основі даних, отриманих з супутникових знімків та за допомогою безпілотної авіаційної системи DJI M300 RTK. Їх результати показали, що на основі аналізу хмари зображень, зроблених за допомогою БПЛА, є цілком реальна можливість відслідковувати рівень води біля залізничних колій з похибкою меншою за 3 см.

А у роботі Ван К., Вей Б., Чжао Т., Ву Г., Чжан Ц., Чжу Л., Ван Л. описується можливість застосування загорткових нейронних мереж й фотограмметрії за допомогою безпілотних апаратів для картографування тріщин, що є наслідком гірничо видобувних робіт [34].

Ще один важливий тренд, який чи не найбільш важливий для цього напряму наукового пошуку, - це удосконалення вже існуючих методів та подальша розробка нових підходів до здійснення, власне, самої фотограмметрії з урахуванням тенденцій до цифровізації процесу як такого. Загалом тут варто виділили два напрями: удосконалення методології застосування фотограмметрії для вирішення задач з різних галузей наукового пошуку та дослідження, які покращують фотограмметрію шляхом впровадження нових математичних підходів, розробки алгоритмів обробки цифрових зображень і побудови на їх основі хмари точок з метою якісного створення тривимірної віртуальної моделі об'єкта, що вивчається.

Так дослідження науковців Хіменес-Хіменес С. І., Охеда-Бустаманте В., Марсіаль-Пабло М. д. Х., Енсисо, Х. [35], Kalacska М., Луканус О., Арройо-Мора Дж. П., Лаліберте Е., Елмер К., Леблан Г., Гроувс А. [36], Шао Р., Чен Х., Лі Ц., Ма М., Ду Ц. [37], Лемюс-Романі Дж., Руеда Е. Дж., Бесерра-Розас М., Кабрера К., Лю Дж., Асторга Г. [38], Дламіні С. М., Оума Й. О. [39], Муртийосо А., Груссенмейер П., Борлін Н., Вандермершен Дж., Фревіль Т. [40] варто віднести до першого напряму.

Більш детально розглянемо праці, які стосуються удосконалення самого процесу фотограмметрії. Так Рончелла Р., Форлані Г., Діотрі Ф. розкривають процес моделювання методом Монте-Карло для дослідження похибок реконструкції поверхні у фотограмметричних блоках БПЛА [41]. Дещо інші задачі вирішували науковці Айт-Ламаллам С., Ламрані Р., Мастарі В., Кечна М. [42]. Їхньою метою було розробити методологію, яка базується на методах

статистичної компенсації, для пом'якшення ефекту «чаші» та підвищення точності і щільності згенерованої хмари точок. Такий ефект спостерігається при використанні фотограмметрії, що здійснюється за допомогою БПЛА при обстеженні ділянок лінійних транспортних інфраструктурних об'єктів (наприклад доріг).

Важливе місце для фотограмметрії займають дослідження пов'язані з використанням інструментарію штучного інтелекту у процесі відтворення просторової віртуальної моделі досліджуваних об'єктів. Зокрема цій тематиці присвятили роботи Яо Ю., Луо Ц., Лі С., Фан Т., Цюань Л. [43], Ван Д., Цуй С., Чен С., Цзоу Ц., Ши Т., Салкудеан С., Ван Ц. Дж., Уорд Р. [44], Юу А., Гуо В., Лю Б., Чень С., Ван С., Цао С., Цзян Б. [45], Юань В., Ран В., Адріано Б., Шибасакі Р., Кошімура С. [46], Хе С., Ян М., Цзян С., Цзян В., Лі Ц. [47], Родрігес-Ліра Д.-К., Кордова-Еспарса Д.-М., Тервен Ж., Ромеро-Гонсалес Ж.-А., Альварес-Альварадо Ж. М., Гонсалес-Барбоса Ж.-Ж., Рамірес-Педраса А. [48].

Висновки. Узагальнюючи результати огляду наукових досліджень з теми фотограмметрії відзначимо, що представлені напрацювання визначають основні тренди наукових пошуків у цій галузі технічних наук. Зокрема відзначимо, що науковці, в першу чергу, використовують вже існуючі та напрацьовують нові методики застосування відповідних технологій для: вирішення важливих задач при цифровізації й вивченні історичної і культурної спадщини, моніторингу стану довкілля та природних екосистем; спостереженням за промисловими ресурсами. Також значних зусиль докладається для розвитку прикладних алгоритмів, які забезпечують високоякісну тривимірну реконструкцію об'єктів на основі вже створених кольорових зображень. Особливо перспективними є пошуки, пов'язані з використанням інструментарію машинного навчання та штучного інтелекту.

Важливо зауважити і ще на одному значимому факті. Переважна більшість опрацьованих наукових статей спирається на застосування засобів малої безпілотної авіації, що в останні часи розвивається надзвичайно активно й стала доступною до використання багатьом науковцям.

Подальші перспективи досліджень варто пов'язувати з докладним вивченням невирішених питань у визначеній сфері на 2025 рік, чіткому їх формулюванні, оцінці наявних технологій здатних посприяти їх вирішенню. Зокрема варто відмітити задачі, пов'язанні з оцінкою точності побудови у згенерованої за хмарию зображень 3D моделі.

Література:

1. Пеньков В. О. *Фотограмметрія : конспект лекцій для бакалаврів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій*. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 100 с.

2. Кочеригін Л. Ю. *Фотограмметрія: навч. посіб. для студ. аграрних закладів вищої освіти галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193, «Геодезія та землеустрій»*. Біла Церква: БНАУ, 2019. 496 с.

3. Білоус В. В., Боднар С. П. *Фотограмметрія. Навчальний посібник*. К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. 137 с.

4. *Фотограмметрія та дистанційне зондування методичні вказівки до лабораторних занять* / А. В. Уль, О. М. Іванчук, Л. А. Вакулюк. Луцьк, 2025. 57 с.

5. Акерман О., Бедріна Н., Мамедов К. Можливості використання фотограмметрії для оцифрування пам'яток культури. *Українська культура : минуле, сучасне, шляхи розвитку : напрям культурологія*, 2023. 47, С. 129–135. DOI: <https://doi.org/10.35619/ucpmk.v47i.735>.

6. Олійник Г., Василенко К. Інтеграція фотограмметрії і технологій Lidar у систему архітектурної освіти України: виклики та перспективи. *Українська академія мистецтв*, 2025. 37, С. 63 – 73. DOI: <https://doi.org/10.32782/2411-3034-2025-37-8>.

7. Іванчук О. М. *Теоретичні та методологічні основи просторового моделювання мікроповерхонь об'єктів за даними цифрової РЕМ-фотограмметрії* : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.24.01 «Геодезія, фотограмметрія і картографія» / О. М. Іванчук; Нац. ун-т «Львівська політехніка». Львів, 2018. 304 с.

8. Federman A. Shrestha S., Quintero M. S., Mezzino D., Gregg J., Kretz S., Ouimet C. Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Photogrammetry in the Conservation of Historic Places: Carleton Immersive Media Studio Case Studies. *Drones*, 2018. 2(2), P. 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones2020018>.

9. Carvajal-Ramírez F., Martínez-Carridondo P., Yero-Paneque L., Agüera-Vega F. UAV Photogrammetry and HBIM for the virtual reconstruction of heritage. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2019. XLII-2/W15, P. 271–278. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-271-2019>.

10. Luhmann T., Chizhova M., Gorkovchuk D. Fusion of UAV and Terrestrial Photogrammetry with Laser Scanning for 3D Reconstruction of Historic Churches in Georgia. *Drones*, 2020. 4(3), P. 53. <https://doi.org/10.3390/drones4030053>.

11. Rechichi F. Chimera: a BIM+GIS system for cultural heritage, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2020. XLIII-B4-2020, P. 493–500. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-493-2020>.

12. Orsini C., Benozzi E., Williams V., Rossi P., Mancini F. UAV Photogrammetry and GIS Interpretations of Extended Archaeological Contexts: The Case of Tacuil in the Calchaquí Area (Argentina). *Drones*, 2022. 6(2), P. 31. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones6020031>

13. Grilli E., Remondino F. Machine Learning Generalisation across Different 3D Architectural Heritage. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020. 9(6), P. 379. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi9060379>.

14. Zhang C., Lin G., Peng Y., Yu Y. A Workflow for Urban Heritage Digitization: From UAV Photogrammetry to Immersive VR Interaction with Multi-Layer Evaluation. *Drones*, 2025. 9(10), P. 716. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9100716>

15. Reinprecht V., Kieffer D. S. Application of UAV Photogrammetry and Multispectral Image Analysis for Identifying Land Use and Vegetation Cover Succession in Former Mining Areas. *Remote Sensing*, 2025. 17(3), P. 405. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17030405>

16. Fakhri A., Latifi H., Mohammadi Samani K., Fassnacht F. E. Improving the Accuracy of Forest Structure Analysis by Consumer-Grade UAV Photogrammetry Through an Innovative Approach to Mitigate Lens Distortion Effects. *Remote Sensing*, 2025. 17(3), P. 383. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17030383>

17. Man Q., Yang X., Liu H., Zhang B., Dong P., Wu J., Liu C., Han C., Zhou C., Tan Z., Yu Q. Comparison of UAV-Based LiDAR and Photogrammetric Point Cloud for Individual Tree Species Classification of Urban Areas. *Remote Sensing*, 2025. 17(7), P. 1212. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17071212>

18. Bing Q., Zhang R., Zhang L., Li L., Chen L. UAV-SfM Photogrammetry for Canopy Characterization Toward Unmanned Aerial Spraying Systems Precision Pesticide Application in an Orchard. *Drones*, 2025. 9(2), P. 151. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9020151>

19. Karahan A., Gökçe O., Demircan N., Özgeriş M., Karahan F. Integrating UAV Photogrammetry and GIS to Assess Terrace Landscapes in Mountainous Northeastern Türkiye for Sustainable Land Management. *Sustainability*, 2025. 17(13), P. 5855. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17135855>

20. González-Moreno M. T., Rodrigo-Comino J. Geostatistical Vegetation Filtering for Rapid UAV-RGB Mapping of Sudden Geomorphological Events in the Mediterranean Areas. *Drones*, 2025. 9(6), P. 441. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9060441>

21. Karaki A. A., Ferrando I., Federici B., Sguerso D. Bridging Disciplines with Photogrammetry: A Coastal Exploration Approach for 3D Mapping and Underwater Positioning. *Remote Sensing*, 2025. 17(1), P. 73. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17010073>

22. Groos A. R., Bertschinger T. J., Kummer C. M., Erlwein S., Munz L., Philipp A. The Potential of Low-Cost UAVs and Open-Source Photogrammetry Software for High-Resolution Monitoring of Alpine Glaciers: A Case Study from the Kanderfirn (Swiss Alps). *Geosciences*, 2019. 9(8), P. 356. DOI: <https://doi.org/10.3390/geosciences9080356>

23. Zanutta A., Lambertini A., & Vittuari L. UAV Photogrammetry and Ground Surveys as a Mapping Tool for Quickly Monitoring Shoreline and Beach Changes. *Journal of Marine Science and Engineering*, 2020. 8(1), P. 52. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse8010052>

24. Teppati Losè L., Chiabrando F., Giulio Tonolo F., Lingua A.: UAV photogrammetry and vhr satellite imagery for emergency mapping. The October 2020 flood in Limone Piemonte (Italy). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2021. XLIII-B3-2021, P. 727–734, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-727-2021>

25. Tuominen S., Näsi R., Honkavaara E., Balazs A., Hakala T., Viljanen N., Pölönen I., Saari H., Ojanen H. Assessment of Classifiers and Remote Sensing Features of Hyperspectral Imagery and Stereo-Photogrammetric Point Clouds for Recognition of Tree Species in a Forest Area of High Species Diversity. *Remote Sensing*, 2018. 10(5), P. 714. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10050714>

26. Qiu Z., Feng Z., Jiang J., Lin Y., Xue S. Application of a Continuous Terrestrial Photogrammetric Measurement System for Plot Monitoring in the Beijing Songshan National Nature Reserve. *Remote Sensing*, 2018. 10(7), P. 1080. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10071080>

27. Kregar K., Kozmus Trajkovski, K. Combining UAV Photogrammetry and TLS for Change Detection on Slovenian Coastal Cliffs. *Drones*, 2025. 9(4), P. 228. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9040228>

28. Orihuela A., Molina-Fajardo M. A. UAV Photogrammetry Surveying for Sustainable Conservation: The Case of Mondújar Castle (Granada, Spain). *Sustainability*, 2021.13(1), P. 24. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13010024>

29. García-Martos S., García-Trenza P., Saura-Campos A., Guerrero-González A., Hidalgo-Castelo F. UAS Photogrammetry and TLS Technology: A Novel Approach to Predictive Maintenance in Industrial Tank Systems. *Drones*, 2024. 8(6), P. 215. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones8060215>

30. Vassena G., Clerici A. Open pit mine 3D mapping by tls and digital photogrammetry: 3d model update thanks to a slam based approach. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2018. XLII-2, P. 1145–1148, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-1145-2018>.

31. Yiğit A. Y., Şenol H. İ. Surface Change and Stability Analysis in Open-Pit Mines Using UAV Photogrammetric Data and Geospatial Analysis. *Drones*, 2025. 9(7), P. 472. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9070472>

32. Kang J., Kim D., Lee C., Kang J., Kim D. Efficiency Study of Combined UAS Photogrammetry and Terrestrial LiDAR in 3D Modeling for Maintenance and Management of Fill Dams. *Remote Sensing*, 2023.15(8), P. 2026. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15082026>

33. Arroyo-Mora J. P., Kalacska M., Roghani A., Lucanus O. Assessment of UAS Photogrammetry and Planet Imagery for Monitoring Water Levels around Railway Tracks. *Drones*, 2023. 7(9), P. 553. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones7090553>

34. Wang K., Wei B., Zhao T., Wu G., Zhang J., Zhu L., Wang L. An Automated Approach for Mapping Mining-Induced Fissures Using CNNs and UAS Photogrammetry. *Remote Sensing*, 2024.16(12), P. 2090. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs16122090>.

35. Jiménez-Jiménez S. I., Ojeda-Bustamante W., Marcial-Pablo M. d. J., Enciso J. Digital Terrain Models Generated with Low-Cost UAV Photogrammetry: Methodology and Accuracy. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2021. 10(5), P. 285. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi10050285>

36. Kalacska M., Lucanus O., Arroyo-Mora J. P., Laliberté É., Elmer K., Leblanc G., Groves A. (2020). Accuracy of 3D Landscape Reconstruction without Ground Control Points Using Different UAS Platforms. *Drones*, 4(2), 13. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones4020013>

37. Shao R., Chen H., Li J., Ma M., Du C. DualRecon: Building 3D Reconstruction from Dual-View Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, 2025. 17(23), P. 3793. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17233793>

38. Lemus-Romani J., Rueda E. J., Becerra-Rozas M., Cabrera C., Liu J., Astorga G. Optimization of UAV Flight Parameters for Urban Photogrammetric Surveys: Balancing Orthomosaic Visual Quality and Operational Efficiency. *Drones*, 2025. 9(11), P. 753. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9110753>

39. Dlamini S. M., Ouma Y. O. Large-Scale Topographic Mapping Using RTK-GNSS and Multispectral UAV Drone Photogrammetric Surveys: Comparative Evaluation of Experimental Results. *Geomatics*, 2025. 5(2), P. 25. DOI: <https://doi.org/10.3390/geomatics5020025>

40. Murtiyoso A., Grussenmeyer P., Börlin N., Vandermeersch J., Freville T.. Open Source and Independent Methods for Bundle Adjustment Assessment in Close-Range UAV Photogrammetry. *Drones*, 2018. 2(1), P. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones2010003>

41. Roncella R., Forlani G., Diotri F. A monte carlo simulation study on the dome effect. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2021. XLIII-B2-2021, P. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-53-2021>.

42. Ait-Lamallam S., Lamrani R., Mastari W., Kechna M. Effective Strategies for Mitigating the «Bowl» Effect and Optimising Accuracy: A Case Study of UAV Photogrammetry in Corridor Projects. *Drones*, 2025. 9(6), P. 387. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9060387>

43. Yao Y., Luo Z., Li S., Fang T., Quan L. MVSNet: Depth Inference for Unstructured Multi-view Stereo. In: Ferrari V., Hebert M., Sminchisescu C., Weiss Y. (eds) *Computer Vision – ECCV 2018. ECCV 2018. Lecture Notes in Computer Science*, 2018. 11212, P. 785 – 801. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01237-3_47

44. Wang D., Cui X., Chen X., Zou Z., Shi T., Salcudean S., Wang Z. J., Ward R. Multi-view 3D reconstruction with transformers. *In Proceedings of the 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2021. P. 5702–5711. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCV48922.2021.00567>.
45. Yu A., Guo W., Liu B., Chen X., Wang X., Cao X., Jiang B. Attention aware cost volume pyramid based multi-view stereo network for 3D reconstruction. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2021. 175, P. 448 – 460. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.03.010>
46. Yuan W., Ran W., Adriano B., Shibasaki R., Koshimura S. The Performance of the Optical Flow Field based Dense Image Matching for UAV Imagery. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2024. X-4-2024, P. 433–440. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-4-2024-433-2024>.
47. He X., Yang M., Jiang S., Jiang W., Li Q. Stereo Matching of High-Resolution Satellite Images via Hierarchical ViT and Self-Supervised DINO. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2025. X-G-2025, P. 357–364. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-G-2025-357-2025>
48. Rodríguez-Lira D.-C., Córdova-Esparza D.-M., Terven J., Romero-González J.-A., Alvarez-Alvarado J. M., González-Barbosa J.-J., Ramírez-Pedraza A. Recent Developments in Image-Based 3D Reconstruction Using Deep Learning: Methodologies and Applications. *Electronics*, 2025. 14(15), P. 3032. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics14153032>.

References:

1. Penkov, V. O. (2019). *Fotogrametriia : konspekt leksii dlia bakalavriv spetsialnosti 193 – Heodeziia ta zemleustrii* [Photogrammetry: Lecture notes for bachelor students majoring in geodesy and land management]. O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.
2. Kocheryhin, L. Yu. (2019). *Fotogrametriia: navch. posib. dlia stud. ahrarnykh zakladiv vyshchoi osvity haluzi znan 19 «Arkhitektura ta budivnytstvo» spetsialnosti 193, «Heodeziia ta zemleustrii»* [Photogrammetry: A textbook for students of agricultural higher education institutions in architecture and construction (Geodesy and land management)]. Bila Tserkva National Agrarian University.
3. Bilous, V. V., & Bodnar, S. P. (2021). *Fotogrametriia* [Photogrammetry]. Taras Shevchenko National University of Kyiv.
4. Ul, A. V., Ivanchuk, O. M., & Vakuliuk, L. A. (2025). *Fotogrametriia ta dystantsiine zonduvannia metodychni vkazivky do laboratornykh zaniat* [Photogrammetry and remote sensing: Methodological guidelines for laboratory classes]. Lutsk.
5. Akerman, O., Bedrina, N., & Mamedov, K. (2023). Mozhlyvosti vykorystannia fotogrametrii dlia otsyfruvannia pamiatok kultury. [Possibilities of using photogrammetry for digitization of cultural heritage objects]. *Ukrainska kultura : mynule, suchasne, shliakhy rozvytku : napriam kulturolohiia* [Ukrainian Culture: Past, Modern, Ways of Development (Cultural Studies)], 47, 129–135. DOI: <https://doi.org/10.35619/ucpmk.v47i.735>
6. Oliinyk, H., & Vasylenko, K. (2025). Intehratsiia fotogrametrii i tekhnolohii Lidar u systemu arkhitekturnoi osvity Ukrainy: vyklyky ta perspektyvy [Integration of photogrammetry and LiDAR technologies into the architectural education system of Ukraine: Challenges and prospects]. *Ukrainska akademiia mystetstv* [Ukrainian Academy of Arts], 37, 63–73. DOI: <https://doi.org/10.32782/2411-3034-2025-37-8>.
7. Ivanchuk, O. M. (2018). *Teoretychni ta metodolohichni osnovy prostorovoho modeliuvannia mikropoverkhon ob'ektiv za danymy tsyfrovoy REM-fotogrametrii* [Theoretical

and methodological foundations of spatial modeling of object micro-surfaces based on digital SEM photogrammetry] (Doctoral dissertation, Lviv Polytechnic National University).

8. Federman, A., Shrestha, S., Quintero, M. S., Mezzino, D., Gregg, J., Kretz, S., & Ouimet, C. (2018). Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Photogrammetry in the Conservation of Historic Places: Carleton Immersive Media Studio Case Studies. *Drones*, 2(2), 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones2020018>.

9. Carvajal-Ramírez, F., Martínez-Carridondo, P., Yero-Paneque, L., & Agüera-Vega, F. (2029) UAV Photogrammetry and HBIM for the virtual reconstruction of heritage. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W15, 271–278. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-271-2019>.

10. Luhmann, T., Chizhova, M., & Gorkovchuk, D. (2020). Fusion of UAV and Terrestrial Photogrammetry with Laser Scanning for 3D Reconstruction of Historic Churches in Georgia. *Drones*, 4(3), 53. <https://doi.org/10.3390/drones4030053>.

11. Rechichi, F. (2020) Chimera: a BIM+GIS system for cultural heritage, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B4-2020, 493–500. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-493-2020>.

12. Orsini, C., Benozzi, E., Williams, V., Rossi, P., & Mancini, F. (2022). UAV Photogrammetry and GIS Interpretations of Extended Archaeological Contexts: The Case of Tacuile in the Calchaquí Area (Argentina). *Drones*, 6(2), 31. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones6020031>.

13. Grilli, E., & Remondino, F. (2020). Machine Learning Generalisation across Different 3D Architectural Heritage. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 379. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi9060379>.

14. Zhang, C., Lin, G., Peng, Y., & Yu, Y. (2025). A Workflow for Urban Heritage Digitization: From UAV Photogrammetry to Immersive VR Interaction with Multi-Layer Evaluation. *Drones*, 9(10), 716. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9100716>.

15. Reinprecht, V., & Kieffer, D. S. (2025). Application of UAV Photogrammetry and Multispectral Image Analysis for Identifying Land Use and Vegetation Cover Succession in Former Mining Areas. *Remote Sensing*, 17(3), 405. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17030405>.

16. Fakhri, A., Latifi, H., Mohammadi Samani, K., & Fassnacht, F. E. (2025). Improving the Accuracy of Forest Structure Analysis by Consumer-Grade UAV Photogrammetry Through an Innovative Approach to Mitigate Lens Distortion Effects. *Remote Sensing*, 17(3), 383. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17030383>.

17. Man, Q., Yang, X., Liu, H., Zhang, B., Dong, P., Wu, J., Liu, C., Han, C., Zhou, C., Tan, Z., & Yu, Q. (2025). Comparison of UAV-Based LiDAR and Photogrammetric Point Cloud for Individual Tree Species Classification of Urban Areas. *Remote Sensing*, 17(7), 1212. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17071212>.

18. Bing, Q., Zhang, R., Zhang, L., Li, L., & Chen, L. (2025). UAV-SfM Photogrammetry for Canopy Characterization Toward Unmanned Aerial Spraying Systems Precision Pesticide Application in an Orchard. *Drones*, 9(2), 151. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9020151>.

19. Karahan, A., Gökçe, O., Demircan, N., Özgeriş, M., & Karahan, F. (2025). Integrating UAV Photogrammetry and GIS to Assess Terrace Landscapes in Mountainous Northeastern Türkiye for Sustainable Land Management. *Sustainability*, 17(13), 5855. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17135855>.

20. González-Moreno, M. T., & Rodrigo-Comino, J. (2025). Geostatistical Vegetation Filtering for Rapid UAV-RGB Mapping of Sudden Geomorphological Events in the Mediterranean Areas. *Drones*, 9(6), 441. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9060441>.

21. Karaki, A. A., Ferrando, I., Federici, B., & Sguerso, D. (2025). Bridging Disciplines with Photogrammetry: A Coastal Exploration Approach for 3D Mapping and Underwater Positioning. *Remote Sensing*, 17(1), 73. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17010073>
22. Groos, A. R., Bertschinger, T. J., Kummer, C. M., Erlwein, S., Munz, L., & Philipp, A. (2019). The Potential of Low-Cost UAVs and Open-Source Photogrammetry Software for High-Resolution Monitoring of Alpine Glaciers: A Case Study from the Kanderfirn (Swiss Alps). *Geosciences*, 9(8), 356. DOI: <https://doi.org/10.3390/geosciences9080356>
23. Zanutta, A., Lambertini, A., & Vittuari, L. (2020). UAV Photogrammetry and Ground Surveys as a Mapping Tool for Quickly Monitoring Shoreline and Beach Changes. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1), 52. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse8010052>
24. Teppati Losè, L., Chiabrando, F., Giulio Tonolo, F., & Lingua, A.: UAV photogrammetry and vhr satellite imagery for emergency mapping. The October 2020 flood in Limone Piemonte (Italy). (2021) *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B3-2021, 727–734, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-727-2021> .
25. Tuominen, S., Näsi, R., Honkavaara, E., Balazs, A., Hakala, T., Viljanen, N., Pölönen, I., Saari, H., & Ojanen, H. (2018). Assessment of Classifiers and Remote Sensing Features of Hyperspectral Imagery and Stereo-Photogrammetric Point Clouds for Recognition of Tree Species in a Forest Area of High Species Diversity. *Remote Sensing*, 10(5), 714. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10050714>
26. Qiu, Z., Feng, Z., Jiang, J., Lin, Y., & Xue, S. (2018). Application of a Continuous Terrestrial Photogrammetric Measurement System for Plot Monitoring in the Beijing Songshan National Nature Reserve. *Remote Sensing*, 10(7), 1080. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10071080>
27. Kregar, K., & Kozmus Trajkovski, K. (2025). Combining UAV Photogrammetry and TLS for Change Detection on Slovenian Coastal Cliffs. *Drones*, 9(4), 228. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9040228>
28. Orihuela, A., & Molina-Fajardo, M. A. (2021). UAV Photogrammetry Surveying for Sustainable Conservation: The Case of Mondújar Castle (Granada, Spain). *Sustainability*, 13(1), 24. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13010024>
29. García-Martos, S., García-Trenza, P., Saura-Campos, A., Guerrero-González, A., & Hidalgo-Castelo, F. (2024). UAS Photogrammetry and TLS Technology: A Novel Approach to Predictive Maintenance in Industrial Tank Systems. *Drones*, 8(6), 215. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones8060215>
30. Vassena, G. & Clerici, A. (2018) Open pit mine 3D mapping by tls and digital photogrammetry: 3d model update thanks to a slam based approach. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2, 1145–1148, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-1145-2018> .
31. Yiğit, A. Y., & Şenol, H. İ. (2025). Surface Change and Stability Analysis in Open-Pit Mines Using UAV Photogrammetric Data and Geospatial Analysis. *Drones*, 9(7), 472. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9070472>
32. Kang, J., Kim, D., Lee, C., Kang, J., & Kim, D. (2023). Efficiency Study of Combined UAS Photogrammetry and Terrestrial LiDAR in 3D Modeling for Maintenance and Management of Fill Dams. *Remote Sensing*, 15(8), 2026. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15082026>
33. Arroyo-Mora, J. P., Kalacska, M., Roghani, A., & Lucanus, O. (2023). Assessment of UAS Photogrammetry and Planet Imagery for Monitoring Water Levels around Railway Tracks. *Drones*, 7(9), 553. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones7090553>

34. Wang, K., Wei, B., Zhao, T., Wu, G., Zhang, J., Zhu, L., & Wang, L. (2024). An Automated Approach for Mapping Mining-Induced Fissures Using CNNs and UAS Photogrammetry. *Remote Sensing*, 16(12), 2090. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs16122090>.
35. Jiménez-Jiménez, S. I., Ojeda-Bustamante, W., Marcial-Pablo, M. d. J., & Enciso, J. (2021). Digital Terrain Models Generated with Low-Cost UAV Photogrammetry: Methodology and Accuracy. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5), 285. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi10050285>
36. Kalacska, M., Lucanus, O., Arroyo-Mora, J. P., Laliberté, É., Elmer, K., Leblanc, G., & Groves, A. (2020). Accuracy of 3D Landscape Reconstruction without Ground Control Points Using Different UAS Platforms. *Drones*, 4(2), 13. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones4020013>
37. Shao, R., Chen, H., Li, J., Ma, M., & Du, C. (2025). DualRecon: Building 3D Reconstruction from Dual-View Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, 17(23), 3793. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17233793>
38. Lemus-Romani, J., Rueda, E. J., Becerra-Rozas, M., Cabrera, C., Liu, J., & Astorga, G. (2025). Optimization of UAV Flight Parameters for Urban Photogrammetric Surveys: Balancing Orthomosaic Visual Quality and Operational Efficiency. *Drones*, 9(11), 753. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9110753>
39. Dlamini, S. M., & Ouma, Y. O. (2025). Large-Scale Topographic Mapping Using RTK-GNSS and Multispectral UAV Drone Photogrammetric Surveys: Comparative Evaluation of Experimental Results. *Geomatics*, 5(2), 25. DOI: <https://doi.org/10.3390/geomatics5020025>
40. Murtiyoso, A., Grussenmeyer, P., Börlin, N., Vandermeersch, J., & Freville, T. (2018). Open Source and Independent Methods for Bundle Adjustment Assessment in Close-Range UAV Photogrammetry. *Drones*, 2(1), 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones2010003>
41. Roncella, R., Forlani, G., & Diotri, F. (2021) A monte carlo simulation study on the dome effect. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B2-2021, 53–60. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-53-2021> .
42. Ait-Lamallam, S., Lamrani, R., Mastari, W., & Kechna, M. (2025). Effective Strategies for Mitigating the «Bowl» Effect and Optimising Accuracy: A Case Study of UAV Photogrammetry in Corridor Projects. *Drones*, 9(6), 387. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones9060387>
43. Yao, Y., Luo, Z., Li, S., Fang, T., & Quan, L. (2018). MVSNet: Depth Inference for Unstructured Multi-view Stereo. In: Ferrari, V., Hebert, M., Sminchisescu, C., Weiss, Y. (eds) *Computer Vision – ECCV 2018. ECCV 2018. Lecture Notes in Computer Science*, 11212, 785 – 801. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01237-3_47
44. Wang, D., Cui, X., Chen, X., Zou, Z., Shi, T., Salcudean, S., Wang, Z. J., & Ward, R. (2021). Multi-view 3D reconstruction with transformers. In *Proceedings of the 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 5702–5711. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCV48922.2021.00567>.
45. Yu, A., Guo, W., Liu, B., Chen, X., Wang, X., Cao, X., & Jiang, B. (2021). Attention aware cost volume pyramid based multi-view stereo network for 3D reconstruction. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 175, 448 – 460. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.03.010>
46. Yuan, W., Ran, W., Adriano, B., Shibasaki, R., & Koshimura, S. (2024) The Performance of the Optical Flow Field based Dense Image Matching for UAV Imagery. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, X-4-2024, 433–440. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-4-2024-433-2024>.

47. He, X., Yang, M., Jiang, S., Jiang, W., & Li, Q. (2025) Stereo Matching of High-Resolution Satellite Images via Hierarchical ViT and Self-Supervised DINO. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, X-G-2025, 357–364. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-G-2025-357-2025>

48. Rodríguez-Lira, D.-C., Córdova-Esparza, D.-M., Terven, J., Romero-González, J.-A., Alvarez-Alvarado, J. M., González-Barbosa, J.-J., & Ramírez-Pedraza, A. (2025) Recent Developments in Image-Based 3D Reconstruction Using Deep Learning: Methodologies and Applications. *Electronics*, 14(15), 3032. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics14153032>.