

УДК 517

к.т.н., доцент Р.В. Шульц,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ТА СУЧАСНОЇ НАЗЕМНОЇ ФОТОГРАММЕТРІЇ

*Виконано аналіз сучасного стану можливостей методу наземної фотограмметрії та лазерного сканування і аналіз методів інтегрування даних фотограмметрії і лазерного сканування. Розглянуто варіанти створення 3D моделей за даними цифрового фотознімання та лазерного сканування місцевості.*

**Постановка проблеми.** Для виконання архітектурних обмірів найчастіше використовують метод наземного фотограмметричного знімання. Цей метод дозволяє отримати повну просторову інформацію про об'єкт знімання без контакту з об'єктом. Задача створення архітектурних креслень виникає при вирішенні цілого ряду задач, серед яких будівництво нових об'єктів в умовах існуючої забудови, реконструкція існуючих будівель, створення інформаційних та пошукових систем та ін. Останнім часом все більшого розповсюдження набувають методи пов'язані з безпосереднім отриманням тривимірних моделей до яких належить метод наземного лазерного сканування [1;2]. За своїм принципом методи наземного фотограмметричного знімання та лазерного сканування суттєво відрізняються і дозволяють отримати різну інформацію про об'єкти архітектури. Головна відмінність полягає у вихідній інформації яку використовують в кожному методі: у методі лазерного сканування – це хмара координат точок, у фотограмметричному методі – це цифрові знімки. Найбільш привабливими для проектування та створення інформаційних систем є методи що базуються на інтегруванні даних лазерного сканування та наземної фотограмметрії.

**Огляд попередніх публікацій.** Використанню методів наземної фотограмметрії в архітектурі присвячено дуже велику кількість публікацій і фактично на сьогоднішній день більшість питань в цьому напрямку вирішені. Фактично нове дихання метод наземної фотограмметрії отримав з появою цифрової фотограмметрії. Найбільш цікавим є використання автоматизованих та автоматичних методів фотограмметрії для створення тривимірних моделей об'єктів. Конкуренцію методам фотограмметрії складає метод наземного лазерного сканування [3;4]. При використанні комбінації методів фотограмметрії з результатами наземного лазерного сканування виникає

можливість отримати найбільш якісні результати які відповідатимуть дійсному стану об'єкту архітектури [5;6].

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є аналіз сучасного стану можливостей методу наземної фотограмметрії та лазерного сканування і аналіз методів інтегрування даних фотограмметрії і лазерного сканування.

**Основний зміст роботи.** Для виконання порівняльного аналізу методу наземної фотограмметрії та лазерного сканування необхідно порівнювати останні розробки в області цих технологій. Стосовно наземної фотограмметрії для порівняння з лазерним скануванням необхідно використовувати метод фотограмметричного сканування, який базується на скануванні поверхонь які мають виражену текстуру.

**Переваги фотограмметричного сканування:**

- невисока вартість обладнання та оброблення;
- устаткування для польового устаткування легке і зручне в транспортуванні;
- зниження часу на польові роботи;
- можливість працювати на нестабільній основі для інструменту;
- можливість сканування рухомих або не стабільних об'єктів або сцен синхронізованими камерами;
- можливість сканування дуже малих об'єктів, якщо вони мають текстуру;
- відстань сканування обмежується текстурою об'єктів;
- отримання високоякісних текстурованих 3D моделей.

**Переваги наземного лазерного сканування:**

- можливість сканування об'єктів без текстури;
- краще виконує сканування поверхонь з великою або раптовою зміною глибини;
- немає необхідності знати попередньо наближене значення глибини;
- не потребує марок або чітких контурів на парі фотознімків;
- можливість сканувати поверхні вночі без додаткового освітлення.

Зрозуміло, що немає методу сканування який-би ідеально підходив для будь-яких типів поверхонь. Природа поверхні визначає наскільки якісно працюватиме метод фотограмметричного сканування або лазерного сканування. Найбільш відомою програмою в якій реалізована така функція, як фотограмметричне сканування є PhotoModeler Scanner. В таблиці наведено порівняння PhotoModeler Scanner та наземного лазерного сканування (НЛС) в залежності від типу поверхні. В третій колонці наведено можливості PhotoModeler Scanner з додатковим устаткуванням – прожектори або проєкційні сітки точок на поверхню.

Таблиця 1

**Порівняння можливостей НЛС та PhotoModeler Scanner (PMS)**

Характеристики поверхні	PMS	PMS з додатковим устаткуванням	НЛС
Природня поверхня або поверхня з випадковою текстурою	+	+	+
Штучна поверхня з повторенням текстури	Мають місце певні проблеми	+	+
Плоскі поверхні без текстури	-	+	+
Темна поверхня особливо в діапазоні лазерного сканера	+ при освітленні у видимому діапазоні	+ при освітленні у видимому діапазоні	-
Не Ламбертові поверхні з високим коефіцієнтом відбиття	-	Мають місце певні проблеми	Мають місце певні проблеми

Розглянемо основні можливі варіанти інтегрування даних наземної фотограмметрії на лазерного сканування.

*1. Об'єктний рівень інтегрування*

На цьому рівні інтегрування лазерне сканування та фотограмметричні дані обробляються та інтерпретуються окремо. Можливе застосування такої схеми – створення гібридних 3D віртуальних моделей, в яких цифрова модель об'єкту отримана за результатами лазерного сканування, а структурні лінії отримані з фотознімків. Орієнтування в загальну систему найчастіше виконують окремо для сканів та фотознімків.

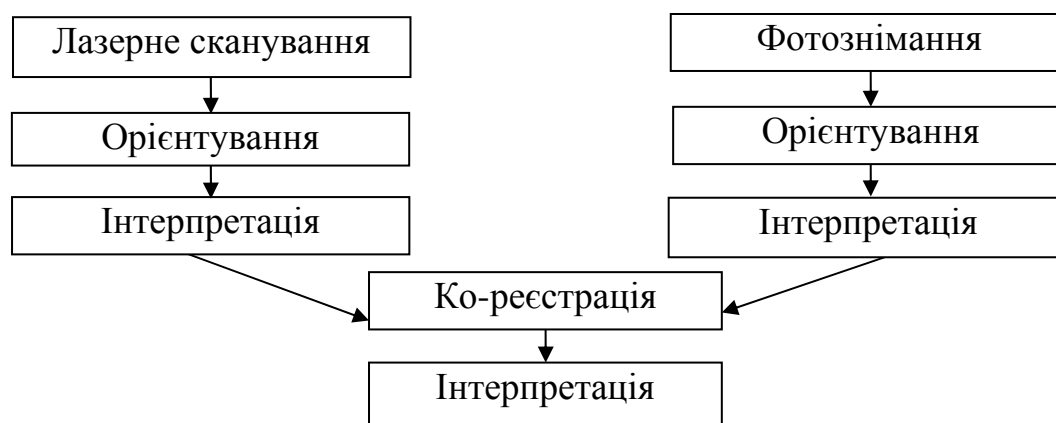


Рис. 1 Об'єктний рівень інтегрування

## 2. Фотограмметрія + лазерне сканування

Головний зміст цього способу покращити фотографічні дані, які є первинними, за допомогою даних лазерного сканування. В цій схемі дані фотознімання та лазерного сканування орієнтуються окремо або разом. Головний продукт при такій схемі інтегрування це високоякісні ортофотозображення. При такій схемі отримують популярний продукт – просторові моно зображення.

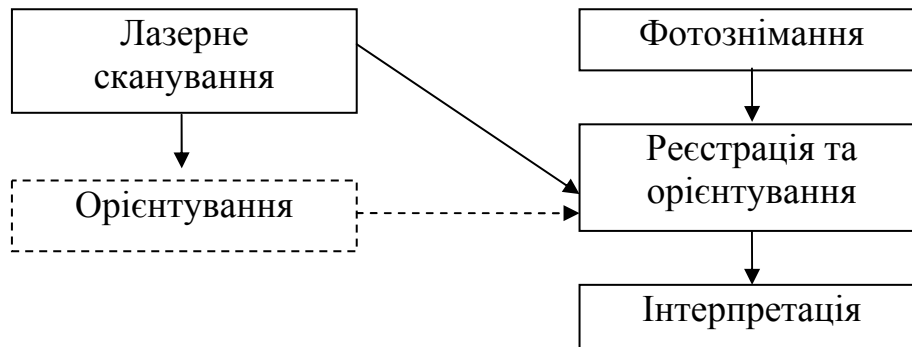


Рис. 2 Фотограмметрія + лазерне сканування

## 3. Лазерне сканування + фотограмметрія

Ідея цієї схеми – це отримати з фотознімків додаткову інформацію для хмари точок. Найчастіше таку схему використовують при кольоровому кодуванні хмари точок. Ця схема корисна при створенні детальних фото реалістичних зображень навіть при не щільному скануванні.

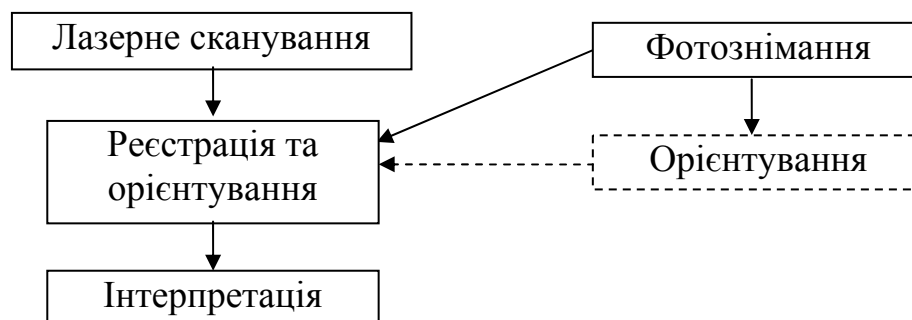


Рис. 3 Лазерне сканування + фотограмметрія

## 4. Глибоко інтегрована схема лазерного сканування і фотограмметрії

Головна відмінність цієї схеми інтегрування в тому, що після отримання даних відповідає необхідність у реєстрації. Найчастіше лазерний сканер і цифрова камера жорстко з'єднані в один блок. Після калібрування такого комплексу відомі зв'язки між системами координат лазерного сканера і цифрової камери. Схема дозволяє отримати одночасно хмару точок і фото зображення в єдиній системі координат.



Рис. 4 Глибоко інтегрована схема лазерного сканування і фотограмметрії

На завершення наведемо можливі перспективи подальшого об'єднання методів фотограмметрії і наземного лазерного сканування табл. 2.

Таблиця 2

### Можливості при синтезуванні методів

Метод \ Етап	Окрема точка	Кути, ребра	Нерегулярні поверхні	Опорні точки
Фотограмметрія	X	X	X	0
Лазерне сканування	X	X	X	X
Метод \ Етап	Ректифікація		Профіль	Точність
	Знімок	Координати		
Фотограмметрія	X	побічно	відповідає	відповідає
Лазерне сканування	0	X	X	

X – існує/можливо; 0 – невдало/неможливо/складно

**Висновки.** Виконано аналіз сучасного стану можливостей методу наземної фотограмметрії та лазерного сканування і аналіз методів інтегрування даних фотограмметрії і лазерного сканування. Розглянуто варіанти створення 3D моделей за даними цифрового фотознімання та лазерного сканування місцевості. Відповідно до розглянутих варіантів в подальшому буде розроблено відповідні технологічні схеми виконання робіт.

### Список літератури

1. *Murphy M., McGovern E., Pavia S.* Parametric Vector Modelling of Laser Surveys of 17<sup>th</sup> Century Classical Architecture in Dublin. // The 8<sup>th</sup> International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST 2007.
2. *Balis V., Karamitsos S., Kotsis I., Liapakis C., Simpas N.* 3D Laser Scanning: Integration of Point Cloud and CCD Camera Video Data for the Production of High

Resolution and Precision RGB Textured Models: Archaeological Monuments Surveying Application in Ancient Ilida. // FIG Working Week 2004, Athens, Greece 22-27 May 2004.

3. *Boehler W., Marbs A.* 3D Scanning and Photogrammetry for Heritage Recording: a Comparison. // Proceeding 12<sup>th</sup> International Conference on Geoinformatics, University of Gavle, Sweden 7-9 June 2004.

4. *Ronnholm P., Honkavaara E., Litkey P., Нуурпа Н., Нуурпа J.* Integration of Laser Scanning and Photogrammetry. // IAPRS Volume XXXVI, Part 3, 2007.

5. *Дишлик О., Марков С., Тревого І.* Підхід до побудови тривимірних моделей складних просторових об'єктів при комплексному використанні технологій лазерного сканування та фотограмметрії. // Сучасні досягнення геодезичної науки і техніки (II), Львів, 2008 р. – С. 101-105.

6. *Белоус Н., Горб А., Ковтун В.* Лазерное 3D сканирование в дальних и варяжских пещерах Свято-Успенской Киево-Печерской Лавры. // Сучасні досягнення геодезичної науки і техніки (I), Львів, 2008 р. – С. 139-144.

### АННОТАЦИЯ

Выполнен анализ современного состояния возможностей метода наземной фотограмметрии и лазерного сканирования и анализ методов интегрирования данных фотограмметрии и лазерного сканирования. Рассмотрены варианты создания 3D моделей по данным цифровой фотосъемки и лазерного сканирования местности.

### SUMMARY

The analysis of the modern state of possibilities of close-range photogrammetry and terrestrial laser scanning and analysis of information integration methods of photogrammetry and terrestrial laser scanning is executed. The variants of creation of 3D models are considered from data of digital photography and terrestrial laser scanning.