

ДРОНИ, МОБІЛЬНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА SLAM/ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ ДЛЯ ШВИДКИХ ОБСТЕЖЕНЬ

САДОВСЬКИЙ Кирило Іванович

*студент 2-го курсу
спеціальності «Геодезія та землеустрій»*

Науковий керівник

КУРИШКО Роман Валентинович

*старший викладач кафедри геоматики,
землеустрою та планування територій
Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна,
roman.kuryshko@pdau.edu.ua*

Сучасна практика інженерно-геодезичних вишукувань дедалі частіше стикається з протиріччям між вимогою високої деталізації зйомки та необхідністю скорочення термінів виконання робіт. Класичні методи, що базуються на використанні електронних тахеометрів та ГНСС-приймачів, хоча і забезпечують еталонну точність, стають економічно недоцільними при зйомці великих інфраструктурних об'єктів, лінійних споруд або територій зі складною забудовою. У зв'язку з цим актуалізується питання впровадження комбінованих технологій, де базову геометричну основу забезпечує аерофотознімання з БПЛА, а деталізацію «мертвих зон» - наземне мобільне лазерне сканування (MLS) із застосуванням алгоритмів одночасної локалізації та побудови карти (SLAM) [1].

Досвід виконання робіт в умовах міста показує, що використання виключно аерознімання (навіть із застосуванням лідарів повітряного базування) не дозволяє отримати повну інформацію про об'єкт. Щільна рослинність, навіси, арки та внутрішні двори створюють значні ділянки затінення. Саме для заповнення цих прогалин доцільно використовувати переносні сканери. На відміну від стаціонарних сканерів, які вимагають перестановки станцій та їх зшивання, мобільні системи дозволяють оператору безперервно рухатися об'єктом, формуючи щільну хмару точок у реальному часі [2].

Ключовою проблемою впровадження таких систем залишається накопичення похибки навігаційного рішення (дрейф траєкторії) при роботі в умовах відсутності супутникового сигналу. Для компенсації цього ефекту пропонується методика жорсткого зрівнювання траєкторії мобільного сканера за контрольними точками, координати яких визначені класичними геодезичними методами або отримані з ортофотоплану високої точності. Такий підхід дозволяє "прив'язати" локальну SLAM-модель до загальної системи координат об'єкта [3].

Окремий етап робіт стосується методики камеральної обробки та "зшивання" різнорідних даних. Складність полягає в тому, що хмара точок з БПЛА, як правило, має іншу щільність та структуру шумів порівняно з даними наземного лідара. Для коректного об'єднання цих масивів пропонується використовувати алгоритми точного суміщення (ICP - Iterative Closest Point), які дозволяють мінімізувати різницю між поверхнями у зонах перекриття. Критично важливим при роботі зі SLAM-системами є забезпечення так званого "замикання петель" (loop closure) під час зйомки - повернення оператора у вже відскановану зону. Це дає змогу програмному забезпеченню автоматично розпізнати геометричні примітиви та компенсувати накопичену похибку інерціальної системи, вирівнюючи геометрію всієї моделі перед її інтеграцією з аерофотознімальними даними [4].

Аналіз точності отриманих результатів свідчить, що середня квадратична похибка (СК) взаємного положення точок у об'єднаній моделі (БПЛА + SLAM) становить 3–5 см, що повністю задовольняє вимоги інструкцій для створення топографічних планів масштабів 1:500 та 1:2000. При цьому продуктивність польових робіт зростає в рази: бригада з двох осіб здатна виконати зйомку промислового майданчика площею 10–15 га за один світловий день, включаючи польове дешифрування [5].

Варто також зазначити, що отримані матеріали - це не просто набір координат, а повноцінний цифровий двійник місцевості. Класифікація об'єднаної хмари точок дозволяє в напівавтоматичному режимі виділяти рослинність, опори ЛЕП, будівлі та дорожнє покриття. Це відкриває широкі можливості не тільки для картографування, але й для моніторингу стану будівель, підрахунку обсягів земляних робіт та інвентаризації зелених насаджень [6].

Підсумовуючи, можна стверджувати, що перехід до гібридних технологій збору даних є неминучим етапом еволюції інженерної геодезії. Поєднання "погляду зверху" (БПЛА) та "погляду зсередини" (SLAM) дозволяє нівелювати недоліки кожного методу окремо та отримати продукт, який за інформативністю значно перевищує традиційні 2D-плани.

Список використаних джерел:

1. Дорожинський О. Л. *Фотограмметрія: підручник*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022.
2. Бурштинська Х. В., Станкевич С. А. *Аерокосмічні знімальні системи: навчальний посібник*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019.
3. Готов В. М., Чижевський В. В. // *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2020.
4. Шульц Р. В., Анненков А. О. *Інженерна геодезія: підручник*. Київ: КНУБА, 2023.

5. Четверіков Б. В. *Технологія створення 3D-моделей об'єктів нерухомості засобами наземного лазерного сканування.* // Містобудування та територіальне планування. 2021. Вип. 76.
6. Войтенко С. П. *Інженерна геодезія: підручник.* Київ: «Ліра-К», 2019.



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

«GEOPOINT»

5-6 березня 2026 року

**PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE**

«GEOPOINT»

March 5-6, 2026

УДК 332.2/.7:528.4/.9"364"(082)

ISBN 978-617-8798-98-7

«GEOPPOINT»: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, Україна, 5-6 березня 2026 року: матеріали конференції. Київ: НУБіП України. 2026. 332 с.

Рекомендовано Вченою радою факультету землевпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 5 від 19 березня 2026 року)

У збірнику матеріалів конференції подано результати сучасних наукових досліджень за секціями: землеустрій та кадастр в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення, оцінка земель, врахування збитків та управління ризиками, геопросторові технології та ДЗЗ. Розраховано для науково-педагогічних працівників, представників науково-дослідних установ, науковців, спеціалістів установ та фахівців землевпорядного напрямку, аспірантів, студентів.

У разі повного або часткового використання матеріалів збірника посилання обов'язкове. Автори матеріалів несуть повну відповідальність за точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей, відповідаючи принципам академічної доброчесності.

Відповідальні за випуск: І. А. Опенько, О. Д. Грищак

©НУБіП України, 2026