

LiDAR-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИСОКОТОЧНОГО ФОРМУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО СЕРЕДОВИЩА

ЧЕРНИХ-ЗУБКІНА Анастасія Вікторівна
студентка 4 курсу ОС Бакалавр
спеціальності «Геодезія і землеустрій»

Науковий керівник
СОРОЧУК Наталія Ігорівна
асистентка кафедри вишукувань та
проектування шляхів сполучення,
геодезії та землеустрою
Українського державного університету
залізничного транспорту,
м. Харків, Україна,
nat.sorochuk50@gmail.com

Лідарні технології відіграють ключову роль у формуванні сучасних цифрових просторових даних, забезпечуючи високоточне сканування місцевості та об'єктів у тривимірному форматі. На відміну від традиційних методів знімання, LiDAR-дослідження дають змогу отримувати детальну та геометрично коректну інформацію незалежно від умов освітлення, густоти рослинності або складності рельєфу. Розвиток апаратних засобів, обчислювальних технологій і алгоритмів автоматизованої обробки хмар точок значно розширює можливості застосування LiDAR у геодезії, картографії, землеустрої, моніторингу довкілля та інженерних роботах [1, 2].

Лідарні комплекси класифікують відповідно до їх конструктивних характеристик та сфер застосування. У контексті геопросторового картографування найбільш поширеними є такі типи [3]:

1) Авіаційний LiDAR використовується на літаках і гелікоптерах. Він характеризується:

- максимальною точністю (до 5–15 см);
- великою швидкістю покриття територій;
- можливістю рельєфних зйомок на складних ділянках.

Застосовується для формування цифрових моделей місцевості та рельєфу (ЦМР, ЦММ), крупномасштабного картографування, дослідження інженерних мереж.

2) БпЛА-лідар (UAV LiDAR) монтується на дронах мультироторного або крилатого типу. Його переваги:

- низька вартість робіт;
- гнучкість та точність;
- можливість застосування в урбанізованих та важкодоступних районах.

UAV LiDAR став ключовою технологією останнього десятиліття, особливо у геодезії та будівництві.

3) Наземний лазерний сканер (TLS) використовується для обмірів інженерних споруд, фасадів, кар'єрів, пам'яток архітектури. Забезпечує міліметрову точність та надвисоку деталізацію, що робить його незамінним для BIM-моделювання.

4) Мобільний LiDAR інсталується на автомобільні платформи.

Він дозволяє оперативно створювати хмари точок уздовж доріг, тунелів, магістралей. Використовується дорожніми службами, муніципальними органами, інженерами-проектувальниками.

Однією із ключових переваг LiDAR є можливість отримання високоточних тривимірних хмар точок, однак їх якісна інтерпретація потребує спеціалізованого програмного забезпечення та ретельної обробки [4].

Етапи обробки:

1) Первинна фільтрація сигналу.

Відсіювання шумів, атмосферних явищ, неправильних відбитків.

Застосовують алгоритми:

- статистичних фільтрів,
- класифікації за інтенсивністю імпульсів,
- видалення одиночних точок.

2) Синхронізація траєкторії польоту.

GNSS/INS-дані поєднуються з лідарними вимірюваннями, що забезпечує точне визначення координат кожного лазерного імпульсу.

3) Класифікація хмари точок. Точки розподіляються на категорії:

- земля,
- рослинність,
- будівлі,
- транспорт,
- споруди.

Основні алгоритми: Progressive TIN Densification (PTD), Cloth Simulation Filtering (CSF), Random Forest.

4) Формування цифрової моделі рельєфу (ЦМР) та цифрової моделі місцевості (ЦММ).

Лідарна модель забезпечує точність на рівні 10–20 см, що значно перевищує точність моделей, отриманих традиційними методами фотограмметрії.

5) Генерація 3D-моделей. На основі хмари точок створюють:

- ортогональні зображення;
- цифрові карти висот;
- 3D-растрування;
- твердотільні моделі.

Завдяки надвисокій точності LiDAR є основою для BIM-проекування, 3D-кадастру та інженерного моніторингу [5].

Для оцінки ефективності лідарної технології доцільно порівняти її з традиційними геодезичними та дистанційними методами. Порівняльна характеристика методів одержання геопросторової інформації надана в

таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика методів одержання геопросторової інформації

Метод	Переваги	Недоліки
Лідар	Висока точність, великий обсяг даних, робота під рослинністю, 3D-моделювання	Відносно висока вартість
Фотограмметрія	Низька вартість, висока деталізація зображення	Не працює під рослинністю, залежність від освітлення
GNSS-знімання	Висока точність окремих точок	Тривалість робіт, неможливість суцільного покриття
Наземна геодезія (тахеометр)	Дуже висока точність	Потребує значного часу та фізичного доступу до кожної точки

З таблиці видно, що лідарна технологія є найоптимальнішою для задач, які потребують масового збору просторової інформації, зокрема для створення ЦМР, 3D-моделювання територій, інженерного моніторингу.

Лідар є ключовим інструментом у низці галузей:

- геодезія та землеустрій: створення топографічних карт, 3D-кадастру, визначення меж земельних ділянок;
- будівництво та контроль деформацій: моніторинг інженерних споруд, аналіз просідань і зсувів;
- лісове господарство: визначення висоти дерев, структури крон, біомаси;
- транспортна інфраструктура: аналіз стану доріг, проєктування трас та залізничних ліній;
- охорона навколишнього природного середовища: виявлення руслових змін, ерозії, моніторинг територій, що зазнали впливу стихійних явищ.

Таким чином, лідар став універсальним інструментом геопросторового аналізу, що має унікальне поєднання точності, продуктивності та функціональної гнучкості.

Завдяки постійному вдосконаленню сенсорів та алгоритмів обробки лідарні технології стрімко інтегруються у створення цифрових двійників міст, моніторинг інженерних споруд, прогноз негативних природних процесів, автоматизовані системи управління транспортом, робототехніку та автономні навігаційні системи. LiDAR стає фундаментальною складовою сучасної геоінформаційної інфраструктури та цифрової трансформації територій [6, 7].

Лідарні системи довели свою ефективність у створенні геопросторових моделей високої точності, особливо у складних природних умовах та урбанізованих територіях. Аналіз підтвердив, що лідар є одним із найперспективніших методів одержання геопросторової інформації завдяки високій точності, швидкості та можливості формування детальних 3D-моделей.

Список використаних джерел:

1. Карпінський Ю.О., Лазоренко-Гевел Н.Ю. Формування геопросторових даних у системі державного земельного кадастру. Вісник геодезії та картографії. 2018. №3. С. 34–41. URL: <http://mmi.vntu.edu.ua/index.php/vgk/article/view/523> .
2. Шульц Р.В., Анненков О.А., Білоус М.В. Наземне лазерне сканування: монографія. Київ: КНУБА, 2014. 212 с. URL: <http://library.knuba.edu.ua/node/38146> .
3. Геодезичний моніторинг територій та об'єктів : підручник / І. С. Тревого та ін.; за ред. І.С. Тревого. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2021. 532 с. URL: <https://vlp.com.ua/node/18413> .
4. Байраківський Б.О., Опенько І.В. Особливості застосування БПЛА з лідарними системами для цілей інвентаризації земель. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2020. Вип. 1 (39). С. 115–122. URL: <https://zgt.lpnu.ua/index.php/zgt/article/view/202>.
5. Маліцький А.П. Опрацювання даних дистанційного зондування Землі при створенні цифрових моделей рельєфу. Містобудування та територіальне планування. 2019. Вип. 71. С. 284–293. URL: <http://library.knuba.edu.ua/node/5243> .
6. Innovative Methods of Using Laser Scanning and Geoinformation Systems for Design of Communication Routes / Sergii Panchenko, Ievgeniia Ugnenko; Valentina Yurchenko, Elena Uzhviieva; Nataliia Sorochuk; Yevhen Korostelov / 12th International Conference “Environmental Engineering”, Transportation Science and Technology, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania, April 27–28, 2023, article number: enviro.2023.843, URL: <https://doi.org/10.3846/enviro.2023.843> .
7. Application of Laser Technologies for Scanning Communication Routes While Restoring the Infrastructure of Ukraine / Sergii Panchenko, Yevgeniia Ugnenko, Elena Uzhviieva, Yevhen Korostelov, Nataliia Sorochuk // International Conference TRANSBALTICA: Transportation Science and Technology, TRANSBALTICA 2023: TRANSBALTICA XIV: Transportation Science and Technology, Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure, 2024, pp 3–11. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-52652-7_1 .



**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

«GEOPOINT»: 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