

МОЖЛИВОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОГО LiDAR СМАРТФОНІВ IPHONE ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТ

КІБИШ Анастасія Володимирівна
студентка 4-го курсу ОС «Бакалавр»
спеціальності «Геодезія та землеустрій»

Науковий керівник
ЯНЧУК Олександр Євгенович
к.т.н., доцент
Національний університет водного
господарства та природокористування
м. Рівне, Україна,
[*o.e.yanchuk@nuwm.edu.ua*](mailto:o.e.yanchuk@nuwm.edu.ua)

Визначення висот є однією з основних задач інженерної геодезії та широко застосовується під час топографічних знімачів, інженерних вишукувань і моделювання рельєфу. Традиційні методи, зокрема геометричне нівелювання, забезпечують високу точність, однак потребують значних часових і трудових затрат. Розвиток цифрових технологій відкриває можливість використання альтернативних методів визначення висот, зокрема мобільного лазерного сканування. Смартфони з вбудованими LiDAR-сенсорами дозволяють формувати цифрові моделі поверхні, з яких можуть бути отримані висотні відмітки. Водночас точність таких визначень потребує додаткового дослідження та порівняння з класичними геодезичними методами.

Метою роботи є оцінка точності визначення висот за даними мобільного LiDAR-сканування смартфона iPhone шляхом порівняння з результатами геометричного нівелювання.

Наукова новизна роботи полягає в експериментальній оцінці точності визначення висот за даними мобільного LiDAR-сканування смартфона iPhone в порівнянні з геометричним нівелюванням на обмеженій ділянці з контрольованими умовами знімання

Дослідження виконано на експериментальній ділянці площею 9×15 м із перепадом висот 0,818 м. LiDAR-сканування проведено за допомогою смартфона iPhone 15ProMax. Збір LiDAR-даних здійснювався з мобільного додатку Scaniverse з подальшим експортом хмари точок для опрацювання. Отримані дані оброблялися у програмному середовищі Cloud Compare, де на основі хмари точок було побудовано цифрову модель поверхні. (рис. 1).

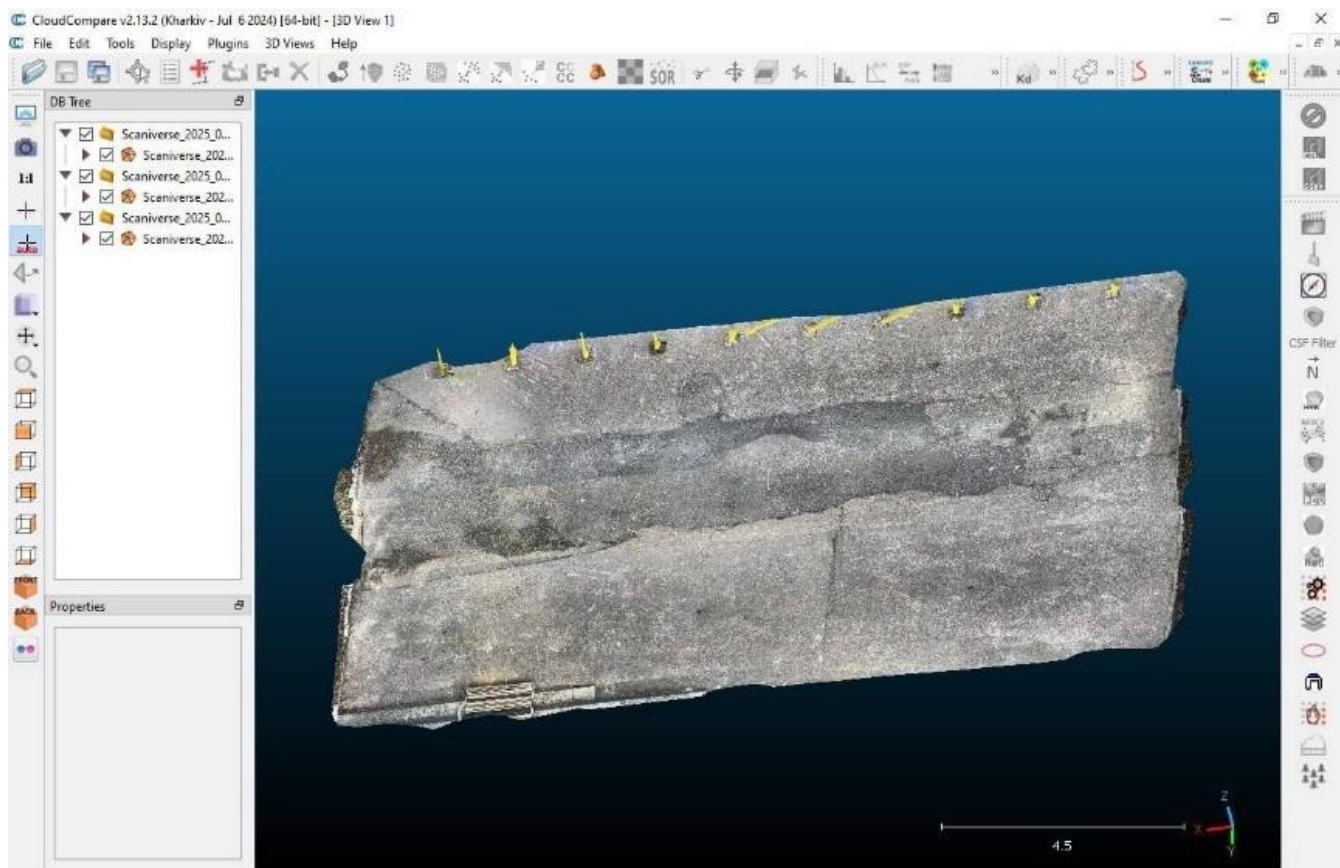


Рисунок 1 – Візуалізація моделі рельєфу у програмі Cloud Compare

Для оцінки точності з моделі були визначені висоти характерних точок – вершин умовної сітки квадратів. Контрольні висоти цих точок отримано методом геометричного нівелювання за квадратами з використанням цифрового нівеліра Stonex D1. Під «проходом сканування» в даному дослідженні розуміється окреме виконання LiDAR-сканування частини ділянки шляхом переміщення смартфона вздовж смуги фіксованої ширини. Сканування всієї ділянки за один прохід виявилось неефективним через однорідний характер поверхні та помилки автоматичного зшивання даних. У зв'язку з цим ділянку було поділено на три окремі смуги шириною приблизно 3 м, для кожної з яких виконувалося незалежне LiDAR-сканування. Отримані хмари точок для кожного проходу оброблялися окремо та використовувалися для подальшої оцінки точності. Оцінку точності визначення висот проводили на основі відхилень між значеннями, отриманими з хмари точок та геометричного нівелювання.

У межах проведеного дослідження були отримані значення середньоквадратичної похибки (СКП) для окремих проходів, які варіюються в межах від 0.040 до 0.060 м. Загальне значення СКП, розраховане за всіма вимірами, становить 0.052 м. Водночас, варто відзначити, що окремі значення відхилень мають досить широкий діапазон – від -0.110 м до +0.180 м. Такі значні коливання свідчать про необхідність проведення додаткових досліджень з метою виявлення та аналізу можливих причин їх виникнення.

Загалом, для досліджуваної ділянки площею 9×15 метрів було досягнуто точності визначення висот із середньоквадратичною похибкою на рівні приблизно 0.05 м. Проте варто зважати на те, що загальний перепад висот на цій ділянці становить 0.818 м, а отже, отримане значення похибки відповідає близько 6% від досліджуваного перевищення.

Зокрема, для підвищення точності та стабільності результатів сканування рекомендовано дотримуватись наступних практичних рекомендацій:

- Розбиття ділянки на смуги. Варто виконувати поділ території сканування на окремі смуги шириною, що дорівнює ширині одного проходу сканера. Це дозволяє уникнути накладання даних з різних кутів та зменшити ймовірність помилок при зшиванні сканів.

- Використання контрольних опорних точок. У випадку роботи з однорідними поверхнями (наприклад, асфальтом), які не мають вираженого рельєфу, використання лише даних сканування без геодезичної прив'язки є ненадійним. Тому обов'язково слід здійснювати прив'язку результатів мінімум до п'яти опорних точок, які мають відомі координати та висоти.

- Якість зшивання для однорідних поверхонь. Встановлено, що автоматичні алгоритми зшивання, які використовуються в мобільних пристроях (зокрема, смартфонах), демонструють низьку ефективність при обробці даних з однотипних поверхонь. Це може зумовлювати появу спотворень у моделі, що погіршує загальну точність.

Основними обмеженнями мобільного LiDAR-сканування є залежність результатів від умов знімання, характеру поверхні та якості алгоритмів зшивання даних [1].

У результаті проведеного дослідження встановлено, що середньоквадратична похибка визначення висот за даними мобільного LiDAR-сканування смартфона iPhone становить близько 0,05 м (6% від досліджуваного діапазону перевищень). Такий рівень точності може бути прийнятним для попередньої оцінки рельєфу та виконання допоміжних інженерно-геодезичних задач. Водночас мобільний LiDAR не може повністю замінити класичні методи геометричного нівелювання без додаткової геодезичної прив'язки та контролю якості вимірювань.

Список використаних джерел:

1. **Glennie C., Lightstone L., Issa T., Chapman M.** Mobile laser scanning systems: recent advances and applications // *Remote Sensing*. 2013. Vol. 5, No 12. P. 6581–6603. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/5/12/6581>



**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