

Янович О.А., PhD, 2 курс
 Горшкальов С.А., PhD, 3 курс
 Науковий керівник: Левицький В.Г., к.т.н., доц.
 Державний університет «Житомирська політехніка»

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИКОНАННЯ КВАРТАЛЬНОЇ ЗЙОМКИ ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ

Квартальна зйомка видобувних уступів є важливим етапом обліку обсягів гірничих робіт. Вибір методу впливає на точність, оперативність та економічну ефективність виконання зйомки. У дослідженні порівнюються два методи: GPS-метод з використанням RTK і дрона з наземними контрольними точками.

GPS-метод із RTK

GPS-метод із використанням RTK є традиційним підходом до виконання зйомки. У дослідженні використовувався приймач Alpha GEO L2, що підтримує RTK-режим. Перед початком зйомки пристрій був відкалібрований, а для забезпечення коректної роботи використовувалася базова станція RTK.

Під час виконання зйомки було виконано зйомку 40 точок по маршруту загальною довжиною 750 м. Ці точки включали верхню і нижню бровки уступу, а також точки на його поверхні. Зібрані дані використовувалися для моделювання поверхні площею 4640 м².

Обробка зібраної інформації здійснювалася за допомогою програмного забезпечення Civil 3D, у якому були створені моделі поверхонь і виконано підрахунок об'єму гірничих робіт.

Критерій	GPS-метод із RTK	Зйомка дроном
Точність	±10 мм (RTK)	±10 мм (з використанням GCPs)
Щільність точок	0,008 точок/м ²	7,46 точок/м ²
Довжина маршруту	750 м	450 м
Час виконання	40хв	6 хв 40 с
Обладнання	Alpha GEO L2	DJI Mini 3 Pro + Alpha GEO L2
Площа поверхні	4640 м ²	13 900 м ²
Обробка даних	Civil 3D	Metashape + Civil 3D

Зйомка дроном з контрольними точками

Зйомка БПЛА із застосуванням наземних контрольних точок демонструє сучасний підхід до збору геоданих. Для виконання цього методу використовувався дрон DJI Mini 3 Pro із вбудованою 48-мегапіксельною камерою. Перед початком зйомки на місцевості було встановлено 5 наземних контрольних точок, координати яких визначалися за допомогою того ж GPS-приймача Alpha GEO L2, що використовувався у GPS-методі. Точки розташовувалися по периметру ділянки та в її центрі, щоб забезпечити високу точність геоприв'язки моделі.

Маршрут польоту планувався заздалегідь, враховуючи відому площу ділянки. Дрон виконував зйомку з висоти 50 метрів, а перекриття кадрів становило 80% у поздовжньому та 70% у поперечному напрямках. Зйомка тривала лише 6 хвилин 40 секунд, протягом яких було зроблено 114 фотографій. Цей підхід дозволив покрити площу 13 900 м² і значно підвищити щільність точок моделювання – 7,46 точок/м² у порівнянні з 0,008 точок/м² у GPS-методі.

Отримані зображення оброблялися у програмі Agisoft Metashape, де були створені тривимірні моделі і цифровий рельєф ділянки. Подальший аналіз і підрахунок об'ємів також виконувалися у Civil 3D за аналогією з GPS-методом.

Порівняння результатів вимірювання об'єму гірничої маси:

- GPS-метод із RTK: об'єм гірничої маси становить 4271,49 м³.
- Зйомка дроном : об'єм – 4071,96 м³.

Різниця між результатами складає 199,53 м³ або 4,7%.



Рис. 1. Ділянка виконання підрахунку вийнятої гірничої маси

Причини різниці

Щільність точок – GPS-метод мав лише 0,008 точок/м² із 40 точок, тоді як зйомка БПЛА забезпечила 7,46 точок/м², відображаючи дрібні нерівності рельєфу.

Методи збору – GPS-метод залежав від ручного збору точок, що ускладнювало доступ до деяких ділянок. Дрон покривав всю зону рівномірно.

Обробка даних – у GPS-методі об'єм міг бути завищеним через інтерполяцію, тоді як дронева модель із більшою деталізацією дала точніші результати.

Висновки:

Точність і деталізація: зйомка виконана дроном забезпечує значно вищу щільність точок, що підвищує деталізацію моделей.

Ефективність: дрон дозволяє швидко покривати великі ділянки з меншими витратами часу.

Рекомендації: для квартальної зйомки рекомендується метод зйомки БПЛА, зокрема для великих площ. GPS-метод із RTK залишається актуальним для локальних і бюджетних задач.