

О.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц.,
П.В. ЛІЩИНСЬКИЙ, Є.О. ОНИЩЕНКО, А.А. ДАЦЕНКО, Л.О. МАКАРУК, студенти
Криворізький національний університет

ФОТОГРАММЕТРИЧНІ СПОСОБИ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ

Останнім часом в маркшейдерії широко використовуються сучасні дистанційні методи зйомок з використанням: лазерного сканування; цифрових і супутникових технологій; електронних тахеометрів з безвідбивним режимом, що дозволило весь комплекс маркшейдерських робіт на гірничодобувних підприємствах підняти на більш високий рівень ефективності. Аерознімання з БПЛА з використанням цифрових камер, на сьогодні є одним з найбільш ефективних дистанційних методів зйомки об'єктів відкритої розробки родовищ, а також територій деформацій та зсувів, що актуально і для гірничодобувних підприємств Кривбасу, з великими площами під об'єктами підземної та відкритої розробки родовищ та ділянками зі зсувами та провалами.

Для виконання аерозйомок за допомогою БПЛА використовуються різні моделі: DJI Mavic, Phantom, eBee та інші. Для опрацювання матеріалів зйомки використовуються програмні засоби, такі як: Pix4D, Agisoft Metashape, 3Dsurvey, 3Dflow 3DF Zephyr, nFrames SURE, Menci Software APS. Кожен з програмних продуктів характеризується здатністю опрацьовувати весь технологічний процес зйомки, виконувати роботи від проектування зйомки й опрацювання знімків до вирішення різних інженерних задач. Практично у всіх цих програмах, за результатами опрацювання знімків, можна отримати хмару точок, ортофотоплан, цифрову модель місцевості чи об'єкта або фотореалістичні 3D-зображення. Слід підкреслити, що всі процеси виконуються в автоматичному режимі, крім польових робіт з визначення координат та маркування опорних і контрольних точок. На сьогодні, таких точок, які потребують визначення координат у полі, невелика кількість, так як координати більшості точок визначаються з фототріангуляції. Маркування точок можна замінити розпізнаванням їх, шляхом знаходження ідентичних контурів на різних знімках.

На кар'єрах Кривого Рогу успішно використовується аерознімання з БПЛА з подальшим опрацюванням знімків за відповідним програмним забезпеченням. Кам'яна поверхня та практично відсутня рослинність дозволяють виконувати зйомки цілий рік. Опрацьовані хмари точок використовуються для подальшого визначення об'ємів виконаних гірничих робіт. Координати пунктів вихідного обґрунтування визначаються супутниковими методами з використанням режиму RTK або швидкої статистики. Для зйомок об'єктів, вкритих рослинністю, ці методи неефективні, або придатні лише частково, наприклад, для створення оглядового матеріалу. Створений ортофотоплан може використовуватися як метод візуального контролю, при якому здійснюється порівняння ситуації за різні дати. Прикладом цього є дослідження провалів та воронок, спричинених дією підземних гірничих робіт. На території шахті імені Колачевського до 90 відсотків воронок вкрито деревами, висота яких сягає до 10 метрів. При цьому, автоматично побудована хмара точок буде проходити по верхах дерев, що значно спотворює реальну ситуацію. При аерозніманні території зі щільною рослинністю, навіть в осінній та весняний періоди, коли на деревах немає листя, ця проблема лишається. Зазвичай рослинність відсутня на нових вторинних воронках, або на дуже крутих скельних схилах, що полегшує роботу.

У випадку, коли досліджувана ділянка вкрита рослинністю, набір пікетних точок здійснюється «вручну», за допомогою стереоскопа або стереоокулярів. На відміну від автоматичної побудови хмари 3D-точок, процес набору пікетів та контурів може зайняти декілька днів, залежно від площі досліджуваної ділянки. Як показує досвід, навіть для ділянок зі щільною рослинністю, у весняний та осінній періоди, можливо набрати як мінімум один пікет на 10 м². Влітку на таких ділянках можливість набору пікетів зменшується. Щільність пікетів 1 на 10 м² дозволяє досліджувати загальні тенденції зсувних процесів та визначити об'єми нових погашених пустот. З практичного досвіду встановлено, що різниця об'ємів, отриманих підрахунком за автоматично побудованою хмарию точок та за поверхнею, побудованою «вручну», суттєва і складає 300 тис. м³ на об'єм 9 млн. м³, на площі 25 га. Отримані результати доводять, що у таких випадках, необхідно відмовитись від сучасного автоматичного способу отримання результату і використовувати класичний фотограмметричний спосіб.