

## **ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ОРТОФОТОПЛАНІВ ПІД ЧАС ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД ВІДКРИТІ ГІРНИЧІ РОЗРОБКИ**

**Актуальність:** Актуальність створення ортофотопланів під час відведення земельних ділянок під відкриті гірничі розробки пов'язана в першу чергу зі швидкістю та ефективністю застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) для отримання ортофотопланів. Ортофотоплани створені за допомогою БПЛА мають високу роздільну здатність, оскільки сучасні дрони оснащені сучасними камерами і сенсорами, які забезпечують таку високу роздільну здатність. Також даний спосіб створення ортофотопланів допомагає мінімізувати ризики і витрати, такі як підняття на висоту, найм пілотів, тощо. Також це допоможе гірничим розробкам (кар'ерам) підвищити ефективність розробки та зменшити витрати при веденні господарської діяльності, адже орієнтуючись на актуальні ортофотоплани можна визначати напрямки планування ведення діяльності, визначати потреби з розширення земельної ділянки.

**Постановка задач:** Головною метою даної роботи було дослідження процесу створення ортофотоплану кар'єру в системі координат, що однозначно зв'язана з Державною геодезичною референційною системою координат УСК-2000, у місцевій системі координат МСК-18 та ідентифікувати усі аспекти, які можуть впливати на якість отриманих результатів.

**Викладення матеріалу:** Для відновлення земельної ділянки під діючим кар'єром Іршицького родовища габро, що знаходиться в Житомирському районі Житомирської області, необхідно було створити актуальний ортофотоплан для врахування існуючого положення гірничих виробок та фактичного положення адміністративно-побутових і виробничих об'єктів на території економічної діяльності підприємства. Площа інтересів складала 32 га, хоча сама земельна ділянка під кар'єром має площу 4,18 га.

Під час дії воєнного стану не функціонує Публічна кадастрова карта, яка відображала відомості Державного земельного кадастру (далі - ДЗК), серед яких були ортофотоплани, якими переважно всі користувалися. Однак, варто зазначити, що ортофотоплани, наявні в Публічній Кадастровій карті України М 1 : 10 000, створені в рамках виконання Угоди про позику (Проект «Видача державних актів на право власності на землю у сільській місцевості та розвиток системи кадастру») між Україною та Міжнародним банком реконструкції та розвитку від 17 жовтня 2003 року. Хоча угода датується 2003 роком, роботи в різних областях України та районах проводилася в різні роки. Ортофотоплан, наявний в ДЗК для нашого об'єкту був сформований в 2011 році, що не влаштувало нас для врахування даних вихідних даних під час визначення фактичного використання земельної ділянки для її відновлення в ДЗК.

Кращим вихідним матеріалом для таких задач може слугувати ортофотоплан з Google Maps, адже для нашого об'єкту, матеріали були актуальними станом на 21 вересня 2018 року. Однак, їх фактичне застосування для практичної діяльності завершується на рівні ознайомлення, адже незрозуміло з якою точністю був виконаний процес формування ортофотоплану, а також роздільна здатність таких знімків є невисокою. Це можна зрозуміти, адже для комерційного використання такі знімки продаються з високою роздільною здатністю, а невисока роздільна здатність знімків в публічному доступі дає можливість зменшити розмір даних файлів й не обмежувати трафік, дає можливість швидкої взаємодії з даними користувачам.

Для створення ортофотоплану був використаний наявний дрон Phantom 4 pro v2 з встановленим на нього додатково РРК модулем. Даний модуль дає можливість під час польоту в момент фотографування в середині витримки записувати RINEX дані. В той самий час встановлена наземна базова станція, у якості якої був South S660P, координати якої були визначені наземним способом в режимі RTK, теж записувала RINEX дані, урівнювання в подальшому цих даних між собою під час постобробки дала можливість забезпечити необхідну точність для прив'язки отриманого ортофотоплану до місцевої системи координат МСК-18.

План польоту дрону був завчасно запланований з врахуванням місяця старту та оптимальних витрат часу для самого польоту в програмному забезпеченні DJI GS Pro. Висота польоту була 120 метрів, покриття повздовжнє та поперечне 80% / 70% відповідно, а швидкість була встановлена на рівні 8 м/с. Швидкість вітру на момент зйомки становила 7 м/с для запланованої висоти і була в межах допуску, адже максимально можлива по регламентним характеристикам пристрою є 10 м/с. Швидкість вітру на місцевості визначалася мобільним застосунком Windy.

Обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою RTKLIB (урівнювання RINEX даних) та в програмному забезпеченні PIX4Dmatic (Trial version).

Для додаткової перевірки та оцінки точності проведених робіт були закладені 5 опорних точок «опознаків» рівномірно віддалених один від одного на місцевості, координати яких були визначені наземно. Дані опорні точки дали змогу перевірити точність отриманих даних, похибка визначення координат опорних точок з ортофотоплану відповідно до отриманих наземним шляхом складала від 1,12 см по X, до 4,99 см по Y.

За результатами було отримано цифрову модель місцевості з розширенням 14,2 см/пікс, щільність точок складала 49,7 точок/м<sup>2</sup>. Було опрацьовано 187 знімків, з яких сформована хмара точок з 17,7 млн. точок.



Рис. 1. Фактичний та проєктний план ділянки з сучасним відображенням стану гірничих виробок (Червона – ліцензійна ділянка надр, Синя – межа ділянки вихідна, Помаранчова – запроєктована межа ділянки).

**Висновки:** Отриманий в результаті знімання та постобробки ортофотоплан дав змогу врахувати усі особливості фактичного стану гірничих виробок, фактичного положення адміністративно-побутових та промислових об'єктів та суміжних земельних ділянок (рис. 1). Крім того це також дало змогу запроєктувати необхідні проєктні під'їзди для ефективного використання земельних ресурсів. В результаті інформація про земельну ділянку була відновлена та дає можливість суб'єкту господарювання поновити договір оренди згідно чинного законодавства та продовжувати здійснювати господарську діяльність. Додатково за результатами аналізу ортофотоплану та фактичного використання гірничої розробки було рекомендовано додатково відвести земельну ділянку у східному напрямку.

Враховуючи, що для створення актуального ортофотоплану достатньо 2-3 дні, від підготовки до обробки даних, вважаємо за доцільне здійснювати такі заходи систематично, що надає суб'єктам господарювання можливість спостерігати за динамікою гірничих виробок, та контролю за дотримання проєктних рішень під час освоєння Іршицького родовища габро.