

ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА В УМОВАХ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Завдяки можливості безпілотних літальних апаратів (БПЛА) літати в небезпечних місцях і повертатися з них, при перевезенні приладів (камер, датчиків тощо) вони можуть стати універсальним інструментом для маркшейдерів і геологів при підземному видобутку корисних копалин. БПЛА стали звичайними інструментами в гірничодобувній промисловості відкритого способу видобування корисних копалин, але вони до сих пір не повністю використані в інших умовах, якими є і підземні гірничі виробки.

Маркшейдерське забезпечення гірничих робіт при відкритій розробці родовищ корисних копалин може використовувати різні БПЛА, бортові прилади, пристрої GPS та спеціальне програмне забезпечення. Спостерігається великий вибір такого устаткування для виконання маркшейдерсько-геодезичних зйомок, моніторингу небезпечних територій, геологічного та геотехнічного картування. Існує кілька БПЛА і інструментів, які призначені для використання їх в умовах підземної розробки корисної копалини, які, як правило, мають умови низької видимості, магнітні перешкоди та відсутність GPS-покриття. Вони, як правило, не призначені для роботи в таких умовах. Сучасні технології у вигляді відкритих платформ БПЛА, камер високої роздільної здатності, світлодіодного освітлення і зручного програмного забезпечення дозволяють маркшейдерській службі підприємства отримати необхідну інформацію в районах, які небезпечні для знаходження робітників шахти [1].

Для використання БПЛА в підземних умовах, в роботі [2] авторами було досліджено можливість позиціонування на основі застосування ехолокаційної системи для картування підземних пустот. Датчики ехолокації не потребують додаткового освітлення, тому можуть застосовуватися в підземних умовах. Авторами запропоновано поєднання візуальних та інерційних даних 6 датчиків, що забезпечило більшу продуктивність. Для захисту від шуму пропелерів коптера використовувались спеціально надрукованих на 3D-принтері корпуси з вібраційною ізоляцією з отворами лише в бік зондування. Даний тип датчиків показав свою відносну повільність в застосуванні, оскільки їм потрібен час для усереднення отриманих даних. Запропонований метод показав похибку позиціонування в ± 1 см, що обмежує його використання для точних та високоточних робіт.

У якості готової системи виявлення перешкод, яка може бути використана для забезпечення польоту БПЛА в приміщеннях та в місцях, де повністю відсутнє GPS покриття, можливо використати IPS (система інтегрального позиціонування) [3]. Дана система розроблена на базі Німецького аерокосмічного центру (DLR) в 2012 році. Вона зарекомендувала себе як надійний інструмент, який ґрунтується на мультисенсорному підході із застосуванням внутрішнього генератора годинників, при якому кожній вхідній інформації надається точне визначення проміжку часу, який відповідає моменту фотографування. Експериментальні дослідження показали похибку позиціонування в межах ± 2 мм. Перевагою даного методу є підвищена точність синхронізації БПЛА з датчиками та пультом управління, що забезпечується використанням спеціального програмного забезпечення для можливості захоплення фотограмметричних даних, їх ефективної попередньої (вирівнювання фото) та камеральної обробки знімків з можливістю 3D-реконструкції об'єкта зйомки. Керований та автоматизований процес виконання маркшейдерських робіт зменшує час на їх виконання та камеральну обробку.

Список літератури

1. Turner R.M., Bhagwat N.P., Galayda L.J., Knoll C.S., Russell, E.A., MacLaughlin, M.M. Geotechnical Characterization of Underground Mine Excavations From UAV-Captured Photogrammetric & Thermal Imagery. Paper presented at the 52nd U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, Seattle, Washington, June 2018. pp. 508-518.
2. Azhari F., Kiely S., Sennersten C., Lindley C., Matuszak M., Hogwood S. A comparison of sensors for underground void mapping by unmanned aerial vehicles, in M Hudyma & Y Potvin (eds), *Proceedings of the First International Conference on Underground Mining Technology*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 419-430.
3. Griebach D., Baumbach D., Börner A., Buder M., Ernst I., Funk E., Wohlfeil J., Zuev, S. IPS – A System for Real-Time Navigation and 3D-Modeling. ISPRS – *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXIX-B5*, pp. 21–26.