

**Крук Д.В., студент, група ГГ-27м**  
**Куницька М.С., ст. викладач кафедри маркшейдерії**  
*Державний університет «Житомирська політехніка»*

## ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗАВДАНЬ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) набувають все більшого поширення в гірничодобувній промисловості завдяки своїм унікальним можливостям ефективного збору та аналізу даних. В умовах активного розвитку технологій дистанційного зондування землі БПЛА стають ключовим інструментом для підвищення точності, оперативності та безпеки маркшейдерських робіт. Їх застосування особливо актуальне для моніторингу великих територій, важкодоступних або небезпечних для традиційних методів зони.

Основні маркшейдерські завдання, які вирішуються:

1. Створення тривимірних моделей кар'єрів та рудників: БПЛА, обладнані високоточними камерами та лідарами, дозволяють отримувати детальні 3D-моделі рельєфу та інфраструктури. Це дає можливість оперативно проводити обміри і відслідковувати обсяги видобутої породи.

2. Моніторинг деформацій поверхні та контролю стабільності схилів: За допомогою БПЛА можна виявляти зміни рельєфу та деформації на об'єктах гірничодобувної діяльності, що мінімізує ризики аварій та підвищує безпеку.

3. Оновлення топографічних карт: БПЛА швидко та з високою точністю збирають дані, необхідні для оновлення картографічних матеріалів, що особливо важливо в умовах інтенсивного видобутку.

4. Контроль обсягів робіт: БПЛА дозволяють швидко обраховувати об'єми видобутої породи та ефективно контролювати виконання запланованих обсягів робіт.

Для вирішення цих завдань необхідною умовою є достатня просторова роздільна здатність фотоматеріалів, які використовуються для візуального аналізу та контролю техногенних і природних об'єктів. Використання лазерних сканерів з БПЛА дозволяє значно розширити обсяги виконуваних робіт, зокрема здійснювати лазерне сканування розвалів підірваної гірської породи та оцінювати якість проведених масових вибухів. Це створює можливості для оперативного внесення коректив у проекти вибухових робіт. Зйомка з БПЛА для цих цілей може проводитися на невеликій висоті (200-600 м), що забезпечує отримання якісних результатів з роздільною здатністю до 3 см. Проаналізувавши переваги та недолки БПЛА, складено таблицю

Таблиця 1.

Переваги та недоліки БПЛА

Критерій	Переваги БПЛА	Недоліки БПЛА
Точність	Висока точність збору даних (до кількох сантиметрів).	Залежність від якості обладнання (камер, лідара) та умов освітлення.
Швидкість збору даних	Швидкий обліт великих територій, скорочення часу на обробку інформації.	Часовий вплив: БПЛА обмежені часом польоту через акумулятор.
Безпека	Мінімізує ризик для людей у небезпечних зонах (обриви, нестабільні схили).	Може вимагати спеціальної підготовки операторів для безпечного управління.
Доступ до важкодоступних місць	Можливість отримання даних у важкодоступних або небезпечних місцях.	Вразливість до погодних умов (дощ, вітер), що обмежує використання.
Ефективність витрат	Зниження витрат на персонал і техніку для наземних вимірювань.	Початкові витрати на придбання БПЛА та обладнання для обробки даних.
Оновлення даних	Можливість частого оновлення топографічних карт, швидкий моніторинг змін.	Вимоги до регулярного технічного обслуговування та оновлення програмного забезпечення.
Тривалість роботи	Автоматизація процесів дозволяє зменшити трудомісткість маркшейдерських робіт.	Обмежена тривалість польоту (залежить від ємності батарей).
Простота візуалізації	Легкість створення 3D-моделей та обробки даних для аналітики.	Необхідність спеціального програмного забезпечення для обробки та аналізу даних.

Застосування БПЛА в маркшейдерії є перспективним напрямом для розвитку гірничодобувної галузі, що забезпечує підвищення точності, безпеки та ефективності робіт. Впровадження БПЛА сприяє оптимізації виробничих процесів і підвищенню рівня технологічної інтеграції у маркшейдерській практиці, що є важливим кроком на шляху до автоматизації й цифровізації гірничих робіт.