

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ІМ. М.С. ПОЛЯКОВА

XXIII МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

Геотехнічні проблеми розробки родовищ

Матеріали конференції



Дніпро, 2025

УДК 622.02:539.3

Геотехнічні проблеми розробки родовищ: Матеріали XXIII Міжнародної конференції молодих вчених (23 жовтня 2025 року, м. Дніпро). – Дніпро: Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, 2025. – 197 с.

Geotechnical problems of mining of mineral deposits: Proceedings of the XXIII International Conference of Young Scientists (October 23, 2025, Dnipro). – Dnipro: M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the NAS of Ukraine, 2025. – 197 p.

Редакційна колегія:

Булат А.Ф., академік НАН України (головний редактор)
Четверик М.С., д-р техн. наук (заступник головного редактора)
Бубнова О.А., канд. техн. наук (редактор видання)
Бабій К.В., чл.-кор. НАН України
Баранов В.А., д-р геол. наук
Безручко К.А., д-р геол. наук
Блюсс Б.О., чл.-кор. НАН України
Мінєєв С.П., д-р техн. наук
Пимоненко Л.І., д-р геол. наук
Семененко Є.В., д-р техн. наук
Шевченко В.Г., д-р техн. наук
Шевченко Г.О., д-р техн. наук

У збірнику містяться матеріали XXIII Міжнародної конференції молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ», яка відбулась 23 жовтня 2025 року в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.

Матеріали опубліковані в авторській редакції. За зміст та достовірність матеріалів, поданих у збірнику, відповідальність несуть автори.

© Інститут геотехнічної механіки
ім. М.С. Полякова НАН України, 2025

Список літератури

1. Булат, А.Ф., Говоруха, В.В., Дырда, В.И. (2003). Закономерность скачкообразного фазового перехода метастабильного состояния эластомеров к лабильному при их циклическом нагружении. *Геотехническая механика*, 43, 3-69.
2. Говоруха, В.В., Дырда, В.И. (2002). Закономерность теплового старения резин в условиях циклического деформирования. *Геотехническая механика*, 39, 63-106.
3. Говоруха, В.В. (2001). Экспериментальные исследования параметров деформирования и разрушения резиновых прокладок рельсового пути. *Геотехническая механика*, 28, 59-89.

МАРКШЕЙДЕРСЬКО-ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО 3D ПЛАНУ ІНФРАСТРУКТУРИ ГІРНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

¹Кириченко І.Г., студент, ¹Бруй Г.В., канд. техн. наук, доцент

¹ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», Запоріжжя, Україна

Анотація. Сучасні гірничі підприємства стикаються з численними викликами, такими як складні геологічні умови, високі вимоги до екологічної безпеки, необхідність оптимізації витрат тощо. У таких умовах інтерактивний 3D план і маркшейдерсько – геодезичний супровід його впровадження стають незамінними інструментами для управління виробництвом.

Вступ. Зростання витрат на видобуток, екологічні вимоги та необхідність підвищення продуктивності – це основні складні питання для пошуку рішень всіх сучасних гірничих підприємств. Інтерактивний 3D план є сучасним інструментом управління, за допомогою якого можливо ефективно планувати та контролювати виробничі процеси на гірничому підприємстві. Використання інтерактивних технологій у створенні 3D плану сприяє підвищенню точності та оперативності прийняття рішень [1, 2].

Інтерактивний 3D план може бути використаний для оптимізації видобутку корисних копалин, планування та контролю виробничих процесів, підвищення безпеки на підприємстві, поліпшення екологічної ситуації, збереження достовірної інформації про фактичний стан виробничих об'єктів промислового майданчика: трубопроводів різного призначення (підземних, наземних, надземних), колодязів, ліній електромереж та зв'язку, будівель та споруд, транспортних комунікацій тощо. І це тільки невеликий перелік завдань, які вирішуються на його основі. Тривимірна візуалізація служить фундаментальним інструментом для розуміння та управління гірничими роботами [3, 4].

Маркшейдерська служба відіграє ключову роль у створенні та впровадженні інтерактивного 3D плану. Вона забезпечує точні геодезичні дані, необхідні для моделювання та аналізу виробничих процесів. Завдяки використанню сучасних технологій, таких як комплекси БПЛА, 3D-сканування та геоінформаційні системи (ГІС) маркшейдери відображають не тільки реальний стан об'єктів інфраструктури, а й безпосередньо сам масив гірських порід. Це дозволяє оперативно вносити корективи в плани, реагуючи на зміни в умовах роботи.

Метою цієї роботи є дослідження основних аспектів маркшейдерсько-геодезичного супроводу робіт під час створення та впровадження у виробничий

процес Інтерактивного 3D плану та його впливу на операційну ефективність гірничого підприємства.

Актуальність теми впровадження інтерактивного 3D плану зумовлена можливістю оптимізації управлінських рішень щодо підвищення продуктивності, зменшення витрат і покращенням екологічних показників.

Результати досліджень. Традиційні методи проектування не завжди забезпечують швидку адаптацію до змінних умов, тому інтерактивні рішення (рис. 1) стають критично важливими для успішної діяльності підприємств і оперативного реагування на потреби виробництва.

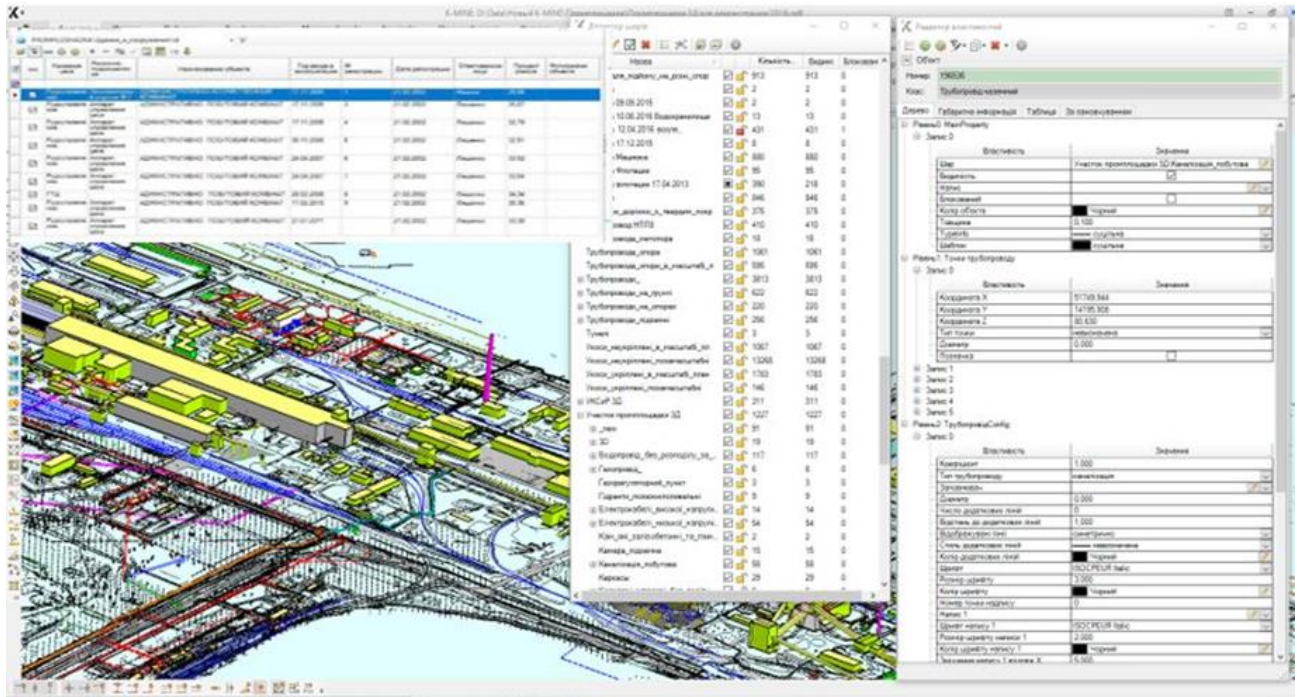


Рисунок 1 – Приклад структурованої інформації: топографічний план промайданчику з 3D об'єктами та введеною семантичною інформацією

Семантична інформація про об'єкт дозволяє повністю відстежити всю історію експлуатації об'єкту, визначити його місцерозташування на плані, виконати швидкий пошук об'єктів по заданим умовам, характеристику та параметри об'єкту, інформацію про ремонти, дані про технічне обслуговування об'єкту, історію виконання різних робіт на об'єкті, паспорти, договори, акти, постанови, розпорядження та ін.

Усі об'єкти Інтерактивного 3D плану розміщуються в окремих тематичних шарах. При роботі з картою реалізується можливість повного або часткового завантаження інформації з шарів та відображення її на зведених картах та планах.

В Інтерактивний 3D план можна завантажити векторні та растрові ескізи, схеми, фотографії підземних споруд. Кожне креслення має зв'язок з місцем розташування на відповідному плані (географічна просторова прив'язка).

Поповнення інформації (редагування існуючої, додавання нової) в Інтерактивному 3D плані виконується з урахуванням розмежувань прав

доступу. Поповнення графічних даних за результатами маркшейдерсько-геодезичного знімання виконується маркшейдерською службою підприємства [2]. Введення семантичних даних виконують всі основні підрозділи підприємства, які мають відповідний рівень доступу до бази даних. Всі інші користувачі системи можуть тільки продивлятися план та отримувати інформацію щодо об'єктів Інтерактивного 3D плану без права редагування.

Використання геоінформаційних систем дає можливість перевести роботу з електронними картами на якісно новий рівень [5, 6]. ГІС K-MINE дає можливість користувачам працювати не тільки з двовимірними картами, але і з тривимірними (3D) моделями [7, 8]. Для створення 3D моделей об'єктів використовуються спеціальні засоби роботи з просторовими каркасними моделями.

Елементи Інтерактивного 3D плану включають в себе крім зовнішньої поверхні об'єктів підприємства і внутрішню частину виробничих приміщень. На рисунку 2 зображена кольорова хмара точок, автоматично об'єднана векторними лініями. На Рудозбагачувальній фабриці було виконано лазерне сканування за допомогою сканера Leica BLK2GO. Експериментальним шляхом була перевірена можливість використання ручного сканера в екстремальних умовах посиленої вібрації та запиленості і підтвердження заявленої точності автоматичного «зшивання» точок в єдину хмару.



Рисунок 2 – Кольорова хмара точок. Результат лазерного сканування портативним ручним лазерним 3D сканером Leica BLK2GO. Надбункерна ділянка РЗФ-1 ПРАТ ІНГЗК. Автостела конвеєра О-3

В результаті подальшої обробки даних є можливість отримати точні знімальні дані всіх без виключення елементів конструкцій, рейкових шляхів автостел, конвеєрного обладнання для більш ефективного планування ремонтів та недопущення аварійних зупинок виробничих дільниць.

Проведений розгляд результатів комплексної структуризації маркшейдерської, технічної та технологічної інформації відносно об'єктів

підземних і наземних комунікацій в єдиний інформаційний масив вже дозволив зробити низку технологічних покращень, які проаналізовані та систематизовані.

Визначено фактори, за рахунок яких можливо підвищити операційну ефективність гірничого підприємства, та виконано попередні розрахунки ефективності впровадження Інтерактивного електронного плану для умов Інгулецького ГЗК. Результати розрахунків представлені на рис. 3.

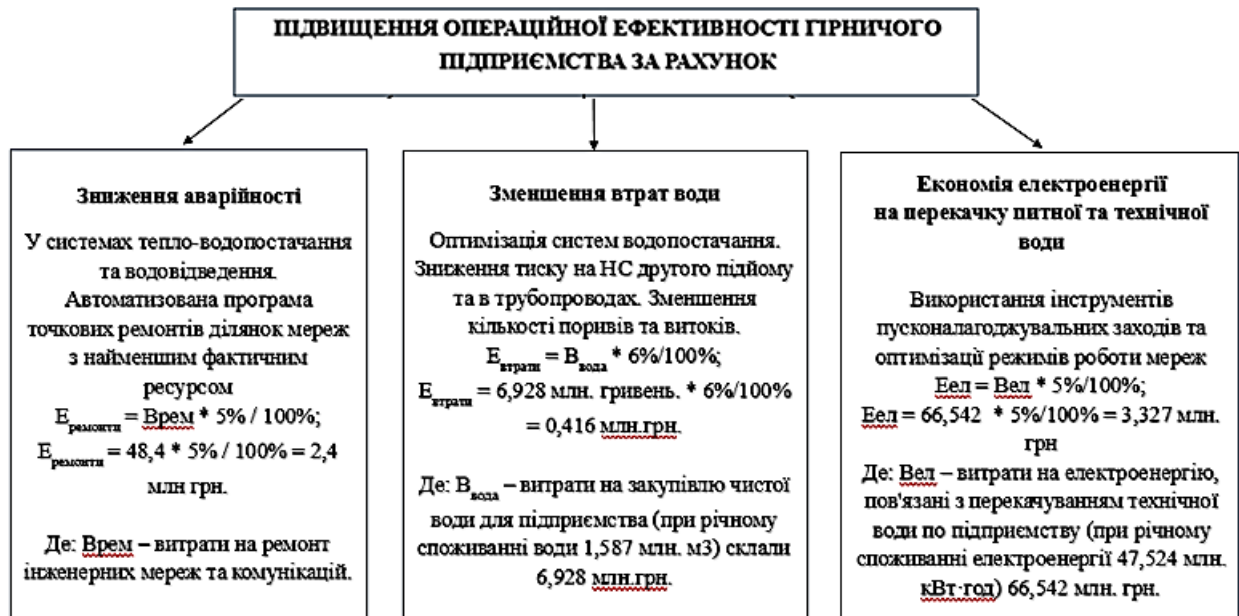


Рисунок 3 – Підвищення операційної ефективності підприємства в частині комунікацій за умови використання Інтерактивного 3D плану

Висновки. Маркшейдерська служба відіграє важливу роль у створенні та впровадженні цього інструменту, забезпечуючи точність та надійність даних.

Аналіз впровадження Інтерактивного 3D плану Інгулецького ГЗК вказує на можливість скорочення бюджетних коштів на проведення ремонтних та відновлювальних робіт для будівель та споруд, зниження ризиків аварійних ситуацій, пов'язаних із неузгодженими діями інженерних служб, а також зниження витрат на відновлювальні роботи.

Окрім розглянутих факторів, провадження Інтерактивного 3D плану дозволить:

- забезпечити актуальною та найбільш повною інформацією про об'єкти інфраструктури підприємства;
- миттєво отримувати необхідні відомості;
- прискорити процеси виконання проектно-конструкторських та ремонтно-будівельних робіт завдяки зниженню трудовитрат та часу на підготовку документації;
- забезпечити безпечне зберігання даних про інфраструктуру підприємства з розмежуванням прав доступу та контролем дій користувачів.

Список літератури

1. Бруй, Г.В., Кириченко, І.Г. (2024). Інтерактивний генеральний план - як інструмент підвищення операційної ефективності гірничого підприємства. *International scientific conference*

“MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”: conference proceedings (November 28–29, 2024. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 1, 262-265. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-87>

2. Кириченко, І.Г., Бруй, Г.В. (2024). Маркшейдерсько-геодезичний супровід розробки інтерактивного генерального 3d плану гірничого підприємства. «Молодь: наука та інновації» 2024: матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 13-15 листопада 2024 року (у 3-х томах). Дніпро: НТУ «ДП», 1, 212-213.

3. Quansheng Liu, Xinyu Wang, Xing Huang & Xin Yin. (2020). Prediction model of rock mass class using classification and regression tree integrated AdaBoost algorithm based on TBM driving data. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 106, 103595. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103595>

4. Liang, R., Zhang, C., Li, B., Saydam, S. & Canbulat, I. (2024). Data-driven visual model development and 3D visual analytics framework for underground mining. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 153, 106054. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2024.106054>

5. Xueqin Liao, Wei Li & Jinxiang Hou. (2013). Application of GIS Based Ecological Vulnerability Evaluation in Environmental Impact Assessment of Master Plan of Coal Mining Area. *Procedia Environmental Sciences*, 18, 271-276. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.04.035>

6. Choi, Y., Baek, J. & Park, S. (2020). Review of GIS-Based Applications for Mining: Planning, Operation and Environmental Management. *Appl. Sci*, 10(7), 2266. <https://doi.org/10.3390/app10072266>

7. Рудько, Г.І., Назаренко, М.В. (2011). Геоінформаційні технології в надрокористуванні: на прикладі ПС К-MINE: монографія. К.: “Академпрес”, 2011.

8. Комплексні рішення для гірничодобувної промисловості. URL: <https://k-mine.com/wp-content/uploads/2023/01/uaModules2023.pdf>

ОБґРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ УРІЗАННЯ КОНВЕЄРНИХ СТІЧОК

¹Лисиця М.І., ¹Агальцов Г.М., ¹Новікова А.В., ¹Калганков Є.В.

¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Дніпро, Україна

Анотація. В доповіді розглядається питання захисту конвеєрних стрічок від поздовжніх порізів при попаданні випадкових сторонніх предметів в матеріал, який транспортується. Розглядаються конструктивні особливості та розрахунок параметрів пристроїв, що виключають наскрізний пробій та поріз стрічок. Параметри пристроїв (допустима маса столу, жорсткість пружних опор) визначені з урахуванням допустимої енергії удару для конвеєрних стрічок.

Вступ. Досвід експлуатації стрічкових конвеєрів (кар’єрних, конвеєрів збагачувальних фабрик, шахт) показав, що переважна більшість поздовжніх порізів стрічок відбувається випадковими сторонніми предметами, що потрапляють у матеріал, який транспортується [1]. Ці предмети (зуби екскаваторів, металеві прутки тощо) у пункті завантаження конвеєра пробивають стрічку, а зачепившись за роликкоопору, ріжуть її вздовж.

Розроблені досі пристрої [2, 3] передбачають зупинку конвеєра у початковій стадії порізу по зміні подовження конвеєрної стрічки при порушенні її цілісності з використанням складних моніторингових пристроїв. Використання таких пристроїв не виключає порізу і в кращому випадку зменшує його довжину, що призводить до виникнення аварійної ситуації. Крім того, зберігається необхідність зупинки конвеєра для заміни порізаної ділянки стрічки з необхідністю виготовлення двох стиків.

Для запобігання урізанню конвеєрних стрічок пропонується пристрій, який складається з металевого столу, що встановлюється на спеціальних гумових