

**Захарчук В.О., студент 3 курсу, група РР-53,
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Остафійчук Н.М., ст. викладач
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ ГІРНИЧИМ ТРАНСПОРТОМ: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Для України, де працюють масштабні гірничі підприємства з видобування руд заліза, марганцю, титану, урану та будівельної сировини, впровадження дистанційних технологій має високу стратегічну важливість. Геополітичні ризики, дефіцит кадрів, високі витрати на експлуатацію техніки та потреба в підвищенні безпеки робіт роблять дистанційне керування одним із ключових напрямів інноваційного розвитку.

Інноваційні технології, що визначають розвиток дистанційного керування гірничим транспортом включають комп'ютерний зір та машинне навчання (алгоритми аналізують дорожні умови, перешкоди, техніку попереду, геометрію трас, стан відкосів та бортів кар'єру); автономні модулі руху, які приймають рішення щодо підтримання швидкості, утримання маршруту, уникнення зіткнень; корекції траєкторії; інтегрована 3D-модель кар'єру, що оновлюється у реальному часі та відображає транспортні потоки, геометрію уступів, стан доріг, черги на навантаженні та розвантаженні.

Впровадження дистанційного керування гірничим транспортом може суттєво трансформувати роботу українських кар'єрів, а саме:

1. Зменшити експлуатаційні операційні витрати: зниження витрат на паливо на 8-15 %, оптимізація циклів навантаження, зменшення зношування шин, менша кількість простоїв.
2. Підвищити коефіцієнт використання техніки: можливість роботи цілодобово у безпечному режимі без необхідності зміни операторів безпосередньо на робочому місці.
3. Створити безпечні умови праці: виведення оператора з небезпечної зони, тобто усунення ризику, пов'язаного з обвалами, пилом, шумом та вібрацією, а також робота операторів в комфортних та ергономічних умовах диспетчерського центру.
4. Оптимізація видобутку: вбудовані алгоритми дозволяють автоматично обирати найкращий маршрут та швидкість, що веде до зростання продуктивності.
5. Прогнозоване технічне обслуговування: збір великого масиву даних про роботу техніки дозволяє переходити до прогнозованого обслуговування.

Незважаючи на значні переваги, існують об'єктивні перешкоди для швидкого та масового впровадження, а саме: висока вартість переобладнання парку техніки, розгортання високошвидкісних мереж зв'язку (4G/5G/LTE-private) та будівництво центрів дистанційного керування; для керування в реальному часі потрібна надійна мережа з низькою затримкою; необхідність перекваліфікації та підготовки операторів-диспетчерів та інженерів з обслуговування автономних систем; необхідність адаптації норм та правил безпеки праці до експлуатації дистанційно керованої та автономної техніки.

Першими етапами реалізації дистанційного керування гірничим транспортом на вітчизняних кар'єрах є: впровадження на великих гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК), де обсяги видобутку виправдовують високі інвестиції; стимулювання інвестицій через пільгові програми та співпраця між гірничими підприємствами, IT-компаніями та виробниками обладнання (наприклад, Caterpillar, Komatsu); розробка галузевих стандартів для безпечної інтеграції автономних систем у загальну технологічну схему кар'єру.

Дистанційне керування гірничим транспортом є ключовим інноваційним напрямом, що здатний радикально підвищити ефективність кар'єрів України. Впровадження цих технологій дозволить: скоротити виробничі ризики; підвищити продуктивність; знизити собівартість видобутку; інтегрувати українські підприємства в Індустрію 4.0. З огляду на наявні технічні передумови та стратегічні потреби, українські кар'єри мають потенціал стати одними з провідних майданчиків для впровадження дистанційних і автономних систем гірничого транспорту в Європі.

Список використаної літератури:

1. Денисюк О.Г., Панасюк А.В. Цифровізація гірничих підприємств в умовах розвитку індустрії 4.0. Інвестиції: практика та досвід. №4. 2023. С.64-71 <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.4.64>.
2. Bourafa R., Siegfried P. A review of the automated guided vehicle systems: dispatching systems and navigation concept. Common problems of automobile transport. (52). 2023. P. 80-88. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2023.52.0.09>
3. <https://machineryline.ua/blog/tekhnika-caterpillar>.