

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій  
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

## **АВТОРЕФЕРАТ кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Інтелектуальні системи управління та робототехнічні комплекси  
в гірничо-металургійному виробництві»  
за спеціальністю 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані  
технології та робототехніка

**на тему «Проектування та дослідження автоматичної системи  
накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення їх  
ефективної роботи в умовах відкритої розробки  
гірничозбагачувального комбінату»**

Здобувач

Владислав СЕРГІЄНКО

Кам'янське 2025

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі автоматизації, електро- та робототехнічних систем.

Керівник:

Суботін Олег Володимирович,  
кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри автоматизації,  
електро- та робототехнічних  
систем.

Захист відбудеться 19 лютого 2025 р. о 15:00 год на засіданні  
екзаменаційної комісії ([https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_YWU2ZTZjMzUtNTAyZi00ZGRiLTk3NzEtY2ViNDc2MTMyNGE2%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2277c2500a-6967-4dab-bab5-8e8029a27710%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YWU2ZTZjMzUtNTAyZi00ZGRiLTk3NzEtY2ViNDc2MTMyNGE2%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2277c2500a-6967-4dab-bab5-8e8029a27710%22%7d)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозиторії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 16 лютого 2025 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Процес накачування шин кар'єрних самосвалів та відслідковування нормативних значень тиску під час експлуатації є надзвичайно важливим для забезпечення їх безпечної та ефективної роботи. Тому проєкт автоматичної системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення ефективної їх роботи в умовах відкритої розробки на фоні промислових завод та складності дистанційного обміну інформацією є актуальною задачею.

**Постановка проблематики.** Недоліками є значна залежність від людського фактора. Оператор повинен володіти високою кваліфікацією, щоб точно визначити необхідний тиск та уникнути помилок. Відсутність автоматичного контролю параметрів, таких як температура і вологість повітря, може призводити до перевищення допустимих значень, що знижує загальну ефективність процесу.

**Мета дослідження.** Проєктування та дослідження автоматичної системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення їх ефективної роботи в умовах відкритої розробки гірничозбагачувального комбінату.

### **Задачі дослідження:**

- аналіз існуючих систем їх недоліки та переваги;
- вибір технічних рішень та їх обґрунтування;
- вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації;
- проєктування системи накачування шин кар'єрних самоскидів;
- оцінка економічної ефективності модернізації.

**Об'єкт дослідження** - шина кар'єрного самоскида у розмірі 33.00 R51.

**Предмет дослідження** - автоматична система накачування шин кар'єрних самоскидів в умовах відкритої розробки гірничозбагачувального комбінату.

**Результати та обґрунтування інноваційності.** У роботі проведено аналіз предметної області, визначено переваги та недоліки існуючих систем накачування шин, запропоновано нові технічні засоби автоматизації. Розроблено алгоритм роботи системи і показані її окремі задачі. В якості прикладу технічного засобу було обрано головний обчислювальний контролер на базі мікропроцесору. Запропоновано технічне рішення передачі інформації з рухомого об'єкта. Виконано економічне обчислення й доведена доцільність проєкту.

**Структура та обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 1 додатку. Загальний обсяг роботи становить 89 сторінок, робота містить 31

рисунок, 14 таблиць. Список використаних джерел складається з 17 джерел.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Проект автоматичної системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення ефективної їх роботи в умовах відкритої розробки на фоні промислових завод та складності дистанційного обміну інформацією є актуальною задачею.

У кваліфікаційній магістерській роботі розглянуте одне з найбільших підприємств України по видобутку залізорудної сировини для металургійного комплексу, де сформована та функціонує автоматизована системи управління технологічними процесами (АСУ ТП), яка забезпечує стабільність і оптимізацію виробничих процесів, що в свою чергу знижує вплив людського фактору. Одним із основних напрямків розвитку сучасних систем автоматизації є створення інтегрованих систем управління виробництвом, які вирішують завдання інтеграції традиційних автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) та автоматизованими системами управління виробництвом (АСУВ), з метою створення єдиного інформаційного простору підприємства для об'єктивної та оперативної оцінки стану підприємства, швидкого прийняття своєчасних та ефективних управлінських рішень, тобто ліквідації інформаційних та організаційних бар'єрів між управлінським та технологічним рівнями.

Об'єкт дослідження включає в себе три кар'єри, основна задача яких полягає у видобутку відкритим способом корисних копалин, де для транспортування використовується спеціальна техніка та механізми, які призначені для перевезення видобутої руди. Наша задача полягає в тому щоб створити систему автоматизації деяких ключових факторів з якими кожен день зіштовхуються працівники всіх рівнів управління. У сучасному світі автоматизація виробничих процесів стає ключовим фактором для підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств.

Відомо, що автоматизація процесів у гірничо-металургійному виробництві базується на традиційних методах. Це означає, що основа побудови структури автоматизації конкретного технологічного процесу складається з простих, перевірених часом та надійних рішень, які переважно визначаються технічними аспектами, але ми живемо в епоху автоматизації процесів, тому на підприємствах вводяться нові стандарти, щоб бути конкурентноспроможними.

Виконавши аналіз об'єкту дослідження, приділено увагу темі експлуатації великогабаритних шин, а саме підвищення їх ефективної роботи в умовах відкритої розробки. Тому проведено дослідження існуючих систем, їх переваги та недоліки.

Велику увагу приділено дослідженню системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою зробити цей процес автоматичним, що дасть змогу покращити експлуатаційні показники та збільшити ходимість великогабаритної шини.

Тому метою даної роботи стало проектування та дослідження автоматичної системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення їх ефективної роботи в умовах відкритої розробки гірничозбагачувального комбінату із застосуванням інформаційних технологій.

Удосконалення структури автоматизованої системи управління кар'єром із застосуванням інформаційних технологій забезпечить підвищення ефективності його роботи.

Визначено, що вдосконалення існуючих рішень дає можливість контролювати поточний стан, проводити аналіз під час експлуатації та у після експлуатаційний період, прогнозувати ходимість, а також планувати своєчасну заміну великогабаритних шин.

Проаналізована предметна область процесів автоматизації в гірничо-металургійному виробництві. Надана загальна характеристика технологічного процесу та наявної системи автоматизації. Приведено аналіз рішень на аналогічних об'єктах. В результаті визначена необхідність модернізації наявної системи та сформульована невирішена частина проблеми. Також визначені задачі управління системи накачування шин, задачі автоматичного контролю та регулювання відповідних технологічних параметрів, які планується досліджувати та вирішувати в рамках кваліфікаційної роботи.

Обґрунтовано вибір технічних засобів для всіх рівнів автоматизації, спроектовано САР, розроблено алгоритм роботи системи. У роботі ми побачили у відсотковому відображенні залежність впливу тиску на ходимість шин.

Також було запропоновано проектування системи передачі даних в заданому просторі, а саме кар'єру, на основі GSM-каналу.

Такі зміни та доопрацювання обладнання і створення алгоритмів роботи дозволять значно зменшити затрати та досягти економічну доцільність після впровадження.

Відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої системи автоматизації, яка дозволяє зменшити витрати на закупівлю та експлуатацію шин на 1 відсоток.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано дослідження та проектування автоматичної системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення їх ефективної роботи в

умовах відкритої розробки гірничого комбінату. Визначено, що вдосконалення існуючих рішень дає можливість контролювати поточний стан, проводити аналіз під час експлуатації та у після експлуатаційний період, прогнозувати ходимість, а також планувати своєчасну заміну великогабаритних шин.

Повне автоматизоване планування та управління гірничим виробництвом, зокрема контроль технологічних процесів на кар'єрах, а саме в гірничотранспортних цехах, базується не лише на розширенні застосування автоматизованих систем управління на основі супутникових технологій, а й на розширенні їхніх функціональних можливостей.

Також було запропоновано проектування системи передачі даних в заданому просторі, а саме кар'єру, на основі GSM-каналу.

Після дослідження та проектування було визначено, що на основі аналізу якості перехідних процесів визначається оптимальний регулятор. В даному випадку було вибрано ПІД-регулятор з відповідними налаштуванням, так як він має найкращі показники якості в порівнянні з ПІ-регулятором.

Також було розглянуто основні зміни та доопрацювання обладнання і алгоритмів його роботи. Оцінено фінансову складову, а саме економічну доцільність після впровадження, у відсотковому відображенні ми побачили залежність впливу тиску на ходимість шин. Вирішення цього завдання, вдалося домогтися збільшення частки природного зносу шин до 85%.

Результат виконаної роботи відповідає пред'явленим вимогам у технічному завданні.

## ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Суботін О.В., Петрухін Я.І., Сергієнко В.Ю. Особливості керування промисловим обладнанням бездротовим способом на фоні виробничих завод // 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", 2024. Vol. 2. Pp. 92 - 95. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-146>.

## АНОТАЦІЯ

Сергієнко Владислав Юрійович. Проектування та дослідження автоматичної системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення їх ефективної роботи в умовах відкритої розробки

гірничозбагачувального комбінату. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». ОПП «Інтелектуальні системи управління та робототехнічні комплекси в гірничо-металургійному виробництві» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кам'янське, 2025р.

Об'єктом дослідження є автоматична системи накачування шин кар'єрних самоскидів з метою підвищення їх ефективної роботи в умовах відкритої розробки гірничозбагачувального комбінату.

Предметом дослідження є створення структури автоматизованої системи управління кар'єром із застосуванням інформаційних технологій, що забезпечить оперативне прийняття своєчасних та ефективних рішень, що ліквідує інформаційні та організаційні бар'єри між рівнями управління, це забезпечить безпечну експлуатацію обладнання і безпеку працівників.

У першому розділі проаналізована предметна область процесів автоматизації в гірничо-металургійному виробництві. Надана загальна характеристика технологічного процесу та наявної системи автоматизації. Приведено аналіз рішень на аналогічних об'єктах. В результаті визначена необхідність модернізації наявної системи та сформульована невирішена частина проблеми, яку планується досліджувати та вирішувати в рамках кваліфікаційної роботи.

У другому розділі проведено аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматизації, визначено параметри об'єкту автоматизації, визначені задачі управління системи накачування шин, задачі автоматичного контролю та регулювання відповідних технологічних параметрів, обґрунтована запропонована структура системи автоматизації, визначено розподіл основних задач, які вирішуються на рівнях автоматизації, наведено перелік основних функціональних задач та опис схеми їхнього взаємозв'язку.

У третьому розділі обґрунтовано вибір технічних засобів для всіх рівнів автоматизації, спроектовано САР, розроблено алгоритм роботи системи.

У четвертому розділі відповідними розрахунками підтверджено економічну доцільність впровадження запропонованої системи автоматизації.

Ключові слова: шини, параметри, датчики, алгоритм, безпека, автоматизація, передача сигналу

## ABSTRACTS

Sergienko Vladyslav Yuriyovych. Design and research of an automatic system for pumping tires of quarry dump trucks in order to

increase their effective operation in the conditions of open-pit mining and processing plant. - Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics". Educational Programme "Intelligent control systems and robotic complexes in mining and metallurgical production" - LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNIC", Kamianske, 2025.

The object of the study is an automatic system for pumping tires of quarry dump trucks in order to increase their effective operation in the conditions of open-pit mining and processing plant.

The subject of the study is the creation of a structure of an automated quarry management system using information technologies, which will ensure the prompt adoption of timely and effective decisions, which will eliminate information and organizational barriers between management levels, this will ensure the safe operation of equipment and the safety of employees.

The first section analyzes the subject area of automation processes in mining and metallurgical production. A general characteristic of the technological process and the existing automation system is provided. An analysis of solutions at similar facilities is presented. As a result, the need to modernize the existing system is identified and the unresolved part of the problem is formulated, which is planned to be investigated and solved within the framework of the qualification work.

In the second section, the technological process as an automation object is analyzed, the parameters of the automation object are determined, the tasks of controlling the tire inflation system, the tasks of automatic control and regulation of the corresponding technological parameters are determined, the proposed structure of the automation system is substantiated, the distribution of the main tasks that are solved at the automation levels is determined, a list of the main functional tasks and a description of the scheme of their interconnection are given.

In the third section, the choice of technical means for all automation levels is justified, the ACS is designed, the system operation algorithm is developed.

In the fourth section, the economic feasibility of implementing the proposed automation system is confirmed by relevant calculations.

Keywords: buses, parameters, sensors, algorithm, safety, automation, signal transmission