

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategical adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES
DEPARTMENT OF ELECTROMETALLURGY NAMED AFTER
ACADEMICIAN MYKHAILO GASIK
PRYDNIPROVSKYI SCIENTIFIC CENTER OF THE NAS OF UKRAINE
UKRAINIAN ASSOCIATION OF MANUFACTURERS OF FERROALLOYS AND
OTHER ELECTROMETALURGICAL PRODUCTS
ACADEMY OF SCIENCES OF HIGHER EDUCATION OF UKRAINE



The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategic adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

dedicated to the
100th anniversary of the Department of Electrometallurgy named after Academician
Mykhailo Gasik

22-23 April 2025

DNIPRO

УДК 669:[005.591.6:620.92](082)

I 66

Рекомендовано до друку вченою радою Українського державного університету науки і технологій

(Протокол № 12 від 28.05.2025)

Рецензенти:

Грищенко С. Г. – голова ради директорів об'єднання “Укркольормет”, проф., д.т.н.

Камкіна Л. В. – декан факультету металургійних процесів та хімічних технологій Українського державного університету науки і технологій, проф., д.т.н.

I 66 Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності і сталого розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 квітня 2025 р. / за заг. ред. Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 198 с.

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми розвитку сучасних технологій в металургійному виробництві, на залізничному транспорті, хімічних виробництвах. Значна увага приділена питанням цифрової трансформації, математичному моделюванню, мультидисциплінарним дослідженням.

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)

Recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian State University of Science and Technologies

(Minutes No. 12 dated May 28, 2025)

Reviewers:

Hryshchenko S. G. – Chairman of the Board of Directors of the Association "Ukrkolormet", Professor, Doctor of Technical Sciences

Kamkina L. V. – Dean of the Faculty of Metallurgical Processes and Chemical Technologies, Ukrainian State University of Science and Technology, Professor, Doctor of Technical Sciences

Innovations in Metallurgy and Related Strategic Industries for Energy Efficiency and Sustainable Development : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, April 22–23, 2025 / edited by Yu. S. Proidak, O. V. Zhadanos. – Electronic edition. – Dnipro : USUST, 2025. – 198 p.

The collection presents materials highlighting current issues in the development of modern technologies in metallurgical production, railway transport, and chemical industries. Significant attention is paid to digital transformation, mathematical modeling, and multidisciplinary research.



Цей твір ліцензовано на умовах Ліцензії Creative Commons

[«Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

[\(«Із зазначенням авторства – Некомерційна – Поширення на тих самих умовах» 4.0 Міжнародна\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)
DOI 10.15802/978-617-8314-05-7

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕДМОВА | 14 |
| СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ | 15 |
| ПРОДУВАННЯ ВАННИ КОНВЕРТЕРА ПРИ РАФІНУВАННІ ФЕРОНІКЕЛЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОДНОСОПЛОВИХ ТА ТРИСОПЛОВИХ ФУРМ Акрєєв В.В., Приходько С.В., Мельник С.О., Овчарук А.М. | 15 |
| ОГЛЯД ДОСТУПНИХ ДЖЕРЕЛ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЦТВА МАРГАНЦЕВИХ СПЛАВІВ ПІДПРИЄМСТВАМИ УКРАЇНИ Аносов О.В., Гладких В.А., Рубан А.В., Рябцев О.О. | 21 |
| ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ВИПЛАВКИ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ В УМОВАХ АТ НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОДУ ФЕРОСПЛАВІВ Бабуцький В.І., Зінченко О.М. | 25 |
| РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ СПЛАВІВ МАРГАНЦІУ Величко К.О. | 30 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОГО НАГРІВУ ЗАЛІЗО-РУДО-ВУГІЛЬНОГО БРИКЕТУ В ІНДУКЦІЙНОМУ ПОЛІ Грек О.С. | 35 |
| ІНТЕНСИФІКУЮЧИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЮ НА ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ Гришин О.М., Надточій А.А., Губа Р.М., Хромовський С.А. | 40 |
| ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВУГЛЕГРАФІТОВИХ ВИРОБІВ Дерев'яно І.В., Жаданос О.В., Агєєв О.Г. | 46 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ВУГЛЕЦЬКАРБІДОКРЕМНІЄВИХ БРИКЕТІВ В СТАЛЬ-КОВШІ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛІ Жаданос О.В., Дерев'яно І.В., Шепетяк Є.О., Мацишин В.Г., Петренко М.С. | 49 |
| АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ТА ПРОКАТКИ У МОДУЛЬНИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ СИСТЕМАХ Ціколія А.З., Кононов Д.О. | 54 |
| ХАРАКТЕРИСТИКА ВУГЛЕЦЕВИХ ВІДНОВНИКІВ ДЛЯ ВИПЛАВКИ ФЕРОСИЛІЦІУ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ КРЕМНІЮ Кравченко В.П., Гладких В.А., Рубан А.В., Малий Є.Д. | 59 |

| | |
|--|-----|
| SECTION 2. TRANSPORT AND INDUSTRIAL ENGINEERING | 110 |
| STRATEGIC PRIORITIES AND INNOVATIVE PROSPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS METALLURGICAL MACHINE INDUSTRY IN THE FACTS Kudria Yaroslav | 110 |
| ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF REPAIRING TRACTION ELECTRIC MOTORS AT THE PLANTS OF THE PRIVATE JOINT-STOCK COMPANY UKRZALIZNYTSIA Bobyр D. V., Serdiuk V. N. | 116 |
| INTEGRATION OF IEC/ISO 31010:2009 STANDARD INTO THE RISK MANAGEMENT SYSTEM OF LOCOMOTIVE OPERATIONS Oleksandr Ochkasov, Andriy Desyak, Zhovnirenko Oleksandr | 122 |
| METHODS OF INDICATOR DIAGRAM ANALYSIS FOR DIAGNOSING THE TECHNICAL CONDITION OF DIESEL ENGINES: REVIEW AND APPLICATION PROSPECTS Ochkasov O.B., Studenko O.I. | 129 |
| DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT DRIVING MODES FOR ROLLING STOCK DURING FORCED SPEED REDUCTION Kapica M.I., Bobyr D.V., Kyslyi D.M., Samilyk D.O. | 134 |
| CALCULATION OF PARAMETERS OF SWITCHING UNIT WITH CORRECTIVE LINKS IN THRUSTER DC-DC CONVERTERS Bobyр D.V., Kolodii D.O. | 140 |
| EVALUATION OF COOLING PERFORMANCE IN RADIATORS WITH DIFFERENT TUBE PROFILES Mykhailo Kapitsa, Andriy Desyak | 147 |
| APPLICATION OF RISK-BASED MAINTENANCE APPROACHES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF LOCOMOTIVE FLEET MAINTENANCE SYSTEM Bodnar B.Ye., Ochkasov O.B. | 152 |
| SECTION 3. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY | 158 |
| APPLICATION OF DIMERIC IONIC LIQUIDS OF IONENE TYPE AS A COMPONENT OF SOLAR CELLS Sverdlikovska O., Vovchuk B. | 158 |

ЗАСТОСУВАННЯ ПІДХОДІВ RISK-BASED MAINTENANCE ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ

Боднар Б.Є, проф, зав. кафедрою «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна. b.e.bodnar@ust.edu.ua, ORCID: ORCID 0000-0002-3591-4772

Очкасов О.Б, доцент каф. «Локомотиви», Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна. o.b.ochkasov@ust.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7719-7214>

Анотація. Розглянуто підходи до побудови комбінованої системи технічного обслуговування локомотивного парку з урахуванням оцінки ризиків. Обґрунтовано переваги впровадження Risk-Based Maintenance у поєднанні з CBM та PdM. Запропоновано принципи вибору стратегій утримання для різних підсистем локомотива, наведено обмеження реалізації RBM в умовах Укрзалізниці. Зазначено напрями подальшого розвитку — впровадження моніторингових систем, використання штучного інтелекту та інформаційних технологій.

Ключові слова: утримання локомотивного парку, Risk-Based Maintenance, технічний стан, обслуговування за станом, аналіз ризиків

APPLICATION OF RISK-BASED MAINTENANCE APPROACHES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF LOCOMOTIVE FLEET MAINTENANCE SYSTEM

Bodnar B.Ye., Prof., Head of the Department of "Locomotives", Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine. b.e.bodnar@ust.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3591-4772

Ochkasov O.B. Associate Professor of the Department of "Locomotives Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine, o.b.ochkasov@ust.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7719-7214>

Abstract. The paper considers the formation of a combined locomotive maintenance system based on risk assessment. The advantages of applying Risk-Based Maintenance in conjunction with CBM and PdM are substantiated. The principles for selecting maintenance strategies for locomotive subsystems are proposed. Key implementation limitations under Ukrainian Railways are analyzed. Further development directions include real-time monitoring, artificial intelligence, and IT integration..

Key words: locomotive fleet maintenance, Risk-Based Maintenance, technical condition, condition-based maintenance, risk analysis

Управління технічним станом локомотивного парку є одним із ключових завдань у забезпеченні безпеки, надійності та ефективності залізничного транспорту. Зважаючи на зростання вартості експлуатації та обслуговування рухомого складу, а також на суттєві фінансові втрати від простоїв і аварій, виникає об'єктивна потреба у впровадженні сучасних підходів до організації системи утримання локомотивів.

Традиційні стратегії обслуговування, що базуються на календарному плануванні або напрацюванні, не забезпечують необхідної гнучкості та часто призводять до надлишкових

витрат на регламентні роботи, що не враховують фактичного технічного стану обладнання. Альтернативою є підхід до технічного обслуговування на основі оцінки ризиків (Risk-based Maintenance), що набуває дедалі більшої актуальності у транспортній галузі.

Традиційні стратегії не враховують варіативність умов експлуатації локомотивів, що призводить до двох основних проблем:

- надмірне обслуговування справного обладнання, що зумовлює необґрунтовані витрати ресурсів;
- пропуск ранніх ознак деградації критичних компонентів, що створює ризики аварійних відмов між регламентними роботами.

На відміну від цього, система risk-based maintenance (RBM) базується на постійній оцінці технічного стану обладнання та аналізі ризиків його відмов. Це дозволяє адаптувати графіки обслуговування відповідно до реальних потреб рухомого складу та фокусувати ресурси на найбільш критичних елементах.

Концепція RBM передбачає пріоритетність технічного обслуговування та ремонту залежно від рівня ризику відмови обладнання та наслідків таких відмов для безпеки руху і експлуатаційної ефективності. В основі підходу лежить системна оцінка технічного стану компонентів локомотива, аналіз їхньої критичності, а також моделювання потенційних сценаріїв відмов.

В умовах зростання складності конструкції локомотивів, збільшення вимог до безпеки руху та необхідності оптимізації витрат на обслуговування, застосування підходів RBM відкриває нові можливості для підвищення ефективності системи утримання локомотивного парку. Особливу актуальність така стратегія має для підприємств залізничного транспорту України, де поєднання застарілих типів локомотивів із сучасними моделями вимагає диференційованого підходу до організації технічного обслуговування.

Управління технічним станом рухомого складу є однією з ключових складових забезпечення надійності та безпеки залізничного транспорту. Традиційно система утримання рухомого складу базувалася на календарних регламентах та пробігових нормативах, які визначали періодичність технічного обслуговування та ремонту незалежно від фактичного технічного стану обладнання.

Однак із розвитком аналітичних методів і засобів контролю технічного стану з'явилася можливість гнучкішого управління технічним обслуговуванням локомотивів на основі реальних експлуатаційних даних. Сучасні концепції управління технічним станом передбачають поєднання таких підходів, як обслуговування за станом (Condition-based Maintenance), обслуговування за прогнозом (Predictive Maintenance) та обслуговування на основі ризику (RBM).

Як зазначено у [1], саме поєднання цих підходів дозволяє оптимізувати витрати на обслуговування та підвищити ефективність використання локомотивного парку. Використання даних моніторингу технічного стану у режимі реального часу, а також застосування алгоритмів діагностування і прогнозування відмов дає змогу більш обґрунтовано планувати обслуговування та ремонт рухомого складу.

RBM базується на систематичній ідентифікації потенційних відмов, аналізі їхніх наслідків і розрахунку рівня ризику для кожного компонента. У результаті формується

карта ризиків, яка служить основою для ухвалення рішень щодо технічного обслуговування [5,6]. Для локомотивного парку особливу увагу приділяють аналізу критичних компонентів — тягових електродвигунів, силових установок.

У практичному аспекті RBM дозволяє організувати диференційований підхід до обслуговування, за якого найбільше уваги приділяється обладнанню з високим рівнем ризику, тоді як менш критичні компоненти обслуговуються за спрощеними схемами. Як зазначається у [5], застосування RBM у транспортному секторі сприяє зниженню витрат на технічне обслуговування на 20–30% та зменшенню ймовірності аварійних відмов на 40–50%.

На міжнародному рівні застосування RBM у транспортній галузі вже стало усталеною практикою, особливо в сегменті високошвидкісного залізничного транспорту та вантажних перевезень. Провідні оператори залізничного транспорту впроваджують системи ранньої діагностики, цифрові двійники та системи управління життєвим циклом обладнання для підтримки RBM-стратегій.

В Україні підходи RBM поступово знаходять практичне застосування, насамперед на рівні впровадження локальних систем моніторингу технічного стану критичних компонентів локомотивів. Власні дослідження авторів [1-4] підтверджують доцільність використання таких методик у контексті українських умов експлуатації рухомого складу.

Метою даного дослідження є формування моделі системи утримання локомотивного парку із використанням методів оцінки ризиків для визначення пріоритетності та обсягів технічного обслуговування.

Розробка ефективної системи технічного обслуговування локомотивного парку передбачає поєднання декількох стратегій — від класичного планово-попереджувального ремонту до інтелектуального обслуговування на основі технічного стану та прогнозування відмов. Застосування підходу, що базується на оцінці ризиків, дозволяє інтегрувати ці стратегії в єдину комбіновану модель, орієнтовану на мінімізацію експлуатаційних витрат і зменшення ймовірності відмов критичних компонентів.

У межах комбінованої системи утримання вибір стратегії технічного обслуговування для окремих підсистем локомотива здійснюється з урахуванням їхньої критичності, доступності даних про технічний стан та рівня ризику відмов. Це передбачає виділення допустимих підходів організації ТОiP для кожної підсистеми — планового, за станом або прогнозного.

Планово-попереджувальне обслуговування (ППР). ППР реалізується як система регламентних робіт із заданими міжремонтними інтервалами. Вибір здійснюється або через модифікацію періодичності технічного обслуговування за незмінного обсягу робіт, або через коригування переліку робіт при сталому інтервалі. Формально це означає оптимізацію обсягів або інтервалів ремонтів з урахуванням мінімізації витрат без перевищення прийнятного рівня ризику.

Обслуговування за станом (Condition-Based Maintenance, CBM): CBM базується на моніторингу контрольних параметрів технічного стану локомотива (наприклад, вібрації, опору ізоляції, товщини бандажу). Для кожного параметра визначаються допустимі граничні значення, при досягненні яких настає потреба в

технічному втручанні. Оцінка ризику продовження експлуатації базується на інтеграції ризиків за кожним параметром. Це дозволяє адаптивно управляти моментом проведення ТОіР без фіксованих інтервалів.

Прогнозне обслуговування (Predictive Maintenance):
Визначається не лише факт досягнення граничного значення, але й прогнозований інтервал до цього моменту. Система оцінює залишковий ресурс до настання критичного стану, що дозволяє заздалегідь планувати обслуговування й оптимізувати графіки.

Усі підходи об'єднуються за допомогою RBM, що формує основу інтегрованої системи управління утриманням. У межах цієї системи для кожного компонента визначаються: рівень критичності, імовірність відмови, наслідки відмови.

Запропонований підхід до організації системи утримання локомотивного парку на основі оцінки ризиків забезпечує ряд переваг.

Оптимізація обсягів технічного обслуговування. Застосування RBM дозволяє зменшити частку робіт ТОіР, що виконуються за регламентом, без фактичної технічної потреби. При використанні RBM обслуговування орієнтується на фактичний стан обладнання та його критичність, що дозволяє скоротити надлишкові операції ТОіР.

Зниження витрат на ремонт та утримання. Завдяки ранньому виявленню ознак деградації та концентрації ресурсів на обслуговуванні компонентів із високим рівнем ризику, зменшується загальний обсяг затрат на технічне обслуговування. Досвід впровадження RBM демонструє потенційне зниження витрат на рівні 20–30%.

Підвищення експлуатаційної готовності рухомого складу. Ідентифікація критичних елементів та гнучке планування ТОіР дозволяють скоротити кількість непланових простоїв. Це сприяє підвищенню коефіцієнта технічної готовності локомотивного парку.

Зниження ймовірності відмов у міжремонтний період. Врахування ризиків при формуванні графіків ТОіР забезпечує своєчасне втручання у потенційно небезпечні точки деградації обладнання, що дозволяє зменшити частоту аварійних відмов на 40–50%.

Підвищення прозорості прийняття рішень в експлуатації. Формування карти ризиків, що базується на кількісних показниках, дозволяє аргументовано планувати роботи та обґрунтовувати необхідність зміни стратегії утримання для окремих локомотивів або їх складових.

Гнучкість системи при експлуатації парку локомотивів з різним рівнем технічного зносу. Комбінування підходів (ППР, CBM, PdM) у межах єдиної системи дозволяє ефективно обслуговувати як нові локомотиви з розвиненими системами діагностування, так і застарілий рухомий склад без необхідності негайної модернізації.

Усі ці переваги формують передумови для впровадження RBM як стратегічної компоненти системи утримання локомотивного парку, здатної адаптуватися до умов експлуатації, наявних ресурсів й технічного стану рухомого складу без втрати контролю над надійністю та безпекою перевізного процесу.

Попри переваги, впровадження RBM у локомотивному господарстві супроводжується низкою обмежень.

Залежність від якості даних. Для ефективної оцінки ризиків необхідні повні й достовірні дані про технічний стан, історію відмов і умови експлуатації. У більшості депо

ці дані фрагментовані, знаходяться у неструктурованому вигляді на паперових носіях.

Обмежена інструментальна база. Відсутність систем моніторингу у застарілих локомотивах ускладнює реалізацію CBM і PdM. Використання стаціонарних та переносних засобів діагностування також обмежено.

Неадаптованість існуючих моделей. Більшість моделей RBM потребують адаптації до умов залізничної галузі, оскільки розроблені для інших секторів.

Висока вартість впровадження. Реалізація RBM вимагає інвестицій у програмне забезпечення, підготовку персоналу, інтеграцію з IT-системами.

Організаційні бар'єри. Зміна стратегії ТОiP потребує перегляду управлінських процедур, що може викликати опір у персоналу.

Подальше вдосконалення системи технічного утримання локомотивного парку потребує переходу до ризик-орієнтованої моделі з використанням цифрових інструментів оцінки технічного стану. Ключовими напрямками є впровадження систем моніторингу в реальному часі, використання методів штучного інтелекту для діагностики та прогнозування, а також інтеграція інформаційних технологій в управління ремонтним процесом. Застосування системного підходу дозволить узгодити структуру обслуговування з фактичними технічними і ресурсними характеристиками локомотивів, забезпечивши обґрунтоване планування втручань і підвищення експлуатаційної надійності без зростання витрат.

Бібліографічний список

1. Впровадження Risk Based Maintenance для підвищення ефективності експлуатації тепловозів на промисловому транспорті / Очкасов О.Б., Мухіна Н. А., Жовніренко О. С., Петренко В. // Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств : тези 13-ї Міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 28–29 листоп. 2024 р. / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т науки і технологій, Навч.-наук. ін-т «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.». – Дніпро, 2024. – С. 65–67.
2. Ochkasov, O. Approaches to Improving the Locomotive Maintenance Organization System Through the Introduction of Reliability Centered Maintenance / Ochkasov O., Ocheretniuk M., Petrenko V. // Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. – Cham, 2024. – Pt. F2296 : TRANSBALTICA XIV: Transportation Science and Technology : Proc. of the 14th Intern. Conf., Sept. 14–15, 2023, Vilnius, Lithuania. – P. 604–613. – DOI: 10.1007/978-3-031-52652-7_60.
3. Боднар, Б. Є. Вибір стратегій утримання та експлуатації локомотивного парку з використанням теорії управління ризиками / Боднар Б. Є., Очкасов О. Б. // Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг : зб. доп. Міжнар. наук.-метод. конф., Маріуполь, 20–21 січ. 2021 р. / М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Приазов. держ. техн. ун-т», Варшав. політехн. ун-т (Польща), Техн. ун-т Берліну (Німеччина). – Маріуполь, 2021. – С. 311–315.
4. Ochkasov, O. Approaches to the Improving the Locomotive Fleet Management System / O. Ochkasov, M. Ocheretniuk, R. Skvireckas // Transport Means 2021 : Proceedings of the 25th International Conference (October 06–08, 2021) / Kaunas University of Technology [et al.]. –

Kaunas, Lithuania, 2021. – Pt. III. – P. 1054–1058.

5. Jardine A. K. S., Lin D., Banjevic D.
A Review on Machinery Diagnostics and Prognostics Implementing Condition-Based Maintenance. — Mechanical Systems and Signal Processing, 2006, Vol. 20(7), P. 1483–1510.

6. Moubray J. Reliability-centered maintenance. New York : Industrial Press Inc., 2001. 408 p.

Наукове видання

Загальна редакція Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса

**ІННОВАЦІЇ В МЕТАЛУРГІЇ І СУМІЖНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ГАЛУЗЯХ ДЛЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Електронне видання

Відповідальні за випуск: Пройдак Ю. С., Жаданос О. В.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Жаданос О. В.

*Відповідальність за достовірність інформації, представленої в збірнику,
несуть автори*

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, ауд. 263 (наукова бібліотека)
м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022