

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**Тези доповідей**



22-23 листопада 2022 р., Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 3-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2022

3-я міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 22-23 листопада 2022 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

## ЗМІСТ

### Секція РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ

ОРГАНІЗАЦІЯ ПОДОРОЖЕЙ ПА САЖИРІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ КРАУДСОРСИНГОВИХ ДАНИХ ПРО ТРАФІК Т.В. Бутько, Т. Horsin, Ю.І. Ящук .....	14
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОПУСКУ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ Т.В. Бутько, Д.А. Гайдук, В.С. Гарвона.....	16
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ Т. В. Бутько, А. В. Топчій, К. А. Ступницька.....	18
ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ Г.С. Бауліна, Г.Ю. Прокопенко, О.В. Антонова.....	20
ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ Т.В. Головка, І.С. Демченко.....	21
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СВІТОГО ДОСВІДУ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ДЛЯ ДОСТАВКИ ОСТАННЬОЇ МИЛІ В УКРАЇНІ О.О. Грекова, А.С. Галкін.....	23
ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ П.В. Долгополов, О.Є. Думбасар, М.І. Назаренко.....	26
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ П.В. Долгополов, Ю.М. Бондар, Д.С. Гордієнко.....	27
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ А.М. Кисельова, Ю.С. Мінейкіс, Т.І. Руденко.....	29
АДАПТИВНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ Д.В. Константінов, Д.А. Бєліков, А.А. Кубінський, О.П. Опанасюк.....	30

<p>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ  <b>О.М. Огар, М.М. Мороз, Н.С. Круглова, О.С. Чорний.....</b></p>	169
<p>АНАЛІЗ ВТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА, ЩО ПОСТАЧАЄТЬСЯ ДЛЯ ЕКІПРУВАННЯ ТЕПЛОВОЗІВ  <b>В.Г. Пузир, Ю.М. Дацун, G. Bureika, В.І. Задесенець, В.В. Медвідь....</b></p>	170
<p>ЦИФРОВІЗАЦІЯ МИТНОГО КОНТРОЛЮ ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ СПОЛУЧЕННІ  <b>М.М. Бабаєв, О.С. Пестременко-Скрипка.....</b></p>	173
<p>МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ЛОКОМОТИВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ПОШУКУ АНОМАЛІЙ  <b>Б.Є. Боднар, О.Б. Очкасов.....</b></p>	174
<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАДХОДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ НА ПРИКОРДОННУ СТАНЦІЮ  <b>А.В. Колісник, І.Д. Юрасов.....</b></p>	176
<p>ЗАХОДИ З УТРИМАННЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ ДЕПО ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ  <b>О.С. Крашенінін, О.О. Шапатіна, М.В. Васильєв .....</b></p>	177
<p>ВИЗНАЧЕННЯ УМОВИ ДОЦІЛЬНОСТІ ВВЕДЕННЯ ЧЕРГОВОГО ЕТАПУ РОЗВИТКУ ПАСАЖИРСЬКОЇ ТЕХНІЧНОЇ СТАНЦІЇ  <b>М.Ю. Куценко, Є.Д.Бабак, В.В. Рибак.....</b></p>	178
<p>ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ  <b>М.Ю. Куценко, П.М.Марчишин.....</b></p>	180
<p>ТЕХНОЛОГІЯ МАШИННОГО ЗОРУ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЦІ  <b>М.Ю. Куценко, А.А. Токаренко.....</b></p>	182
<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЛЬМОВИХ ВАЖІЛЬНИХ ПЕРЕДАЧ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ  <b>А.О. Ловська, В.Г. Равлюк.....</b></p>	185
<p>ЗАСТОСУВАННЯ ХРОМАТИЧНИХ КАРТ ДЛЯ АНАЛІЗУ НЕРІВНОМІРНОСТІ ОБРОБКИ ВАНТАЖІВ ПРИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ  <b>В.К. Мироненко, І.О. Усов.....</b></p>	188

планування роботи на терміналах, організації перевезень і для прозорого обслуговування клієнтів [1].

І. В. Берестов, О. С. Пестременко-Скрипка, Т. Т. Берестова. Діджиталізація митного контролю під час здійснення міжнародних вантажних перевезень залізничним транспортом. Економіко-правові та соціально-технічні напрями еволюції цифрового суспільства: матеріали міжнародної науково-практичної конференції: у 2 т. Том 2. : тези доп., Дніпро: Університет митної справи та фінансів, 2022. С. 497-499.

**УДК 629.4.027-047.36:681.518.54**

## **МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ЛОКОМОТИВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ПОШУКУ АНОМАЛІЙ**

### **MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF LOCOMOTIVE NODES BY ANOMALY DETECTION METHODS**

*д.т.н. Б.Є. Боднар, к.т.н О.Б. Очкасов.  
Український державний університет науки і технологій.*

***B. Bodnar, O.Ochkasov**  
Ukrainian State University of Science and Technologies*

Моніторинг технічного стану локомотива – це безперервне спостереження за його технічним станом і процесами, що відбуваються в експлуатації. Основною перевагою моніторингу є можливість раннього виявлення несправності, що зароджується, без необхідності виключення локомотива з експлуатації. Використання інформації, отриманої від засобів моніторингу при плануванні ремонтів та розробці системи утримання дозволяє уникнути таких суперечностей як: недостатній обсяг зібраної статистики, постійна зміна умов експлуатації, неприпустимість виникнення відмов критичних об'єктів, скорочення терміну експлуатації об'єкта, що контролюється, при виникненні відмови. Застосування моніторингу з метою контролю технічного стану локомотивів є більш актуальним для локомотивів, обладнаних бортовими системами діагностування [1], оскільки дозволяє виявляти приховані несправності та контролювати стан вузлів локомотива у всіх режимах експлуатації. Також можливе використання моніторингу при проведенні обкатки та випробування вузлів та агрегатів локомотивів.

Основним завданням моніторингу є виявлення аномалій у роботі обладнання. В даний час розроблено безліч методів та алгоритмів пошуку аномалій для різних типів даних. Пошук аномалій у наборі даних, отриманих від датчиків, встановлених устаткуванні, є класичним завданням, для вирішення якої використовуються модельні методи (Digital twin), методи машинного навчання, методи статистичного аналізу, нейронних мереж та інших. Як вихідні дані для пошуку аномалій можуть використовуватися як значення параметрів, без додаткових перетворень, так і значення після

додаткової обробки. Крім використання сигналів датчиків як контрольних величин у низці робіт використовується поняття індексу технічного стану устаткування (індексу здоров'я устаткування) [2].

Найбільш поширеними методами виявлення аномалій з використанням підходів машинного навчання є метод опорних векторів для одного класу (OneClassSVM), ізолюючий ліс (Isolation Forest), еліпсоїдальна апроксимація даних (Elliptic Envelope). Також успішно для виявлення аномалій використовуються алгоритми кластеризації DBSCAN, k-NN та інших. Всі методи, що розглядаються, відносяться до методів *unsupervised learning*. Завданням методів виявлення аномалій є відповідь на питання, якого класу відносяться результати моніторингу: нормальний чи аномальний. Віднесення результатів моніторингу до аномального стану може свідчити про початок процесів деградації параметрів обладнання.

Авторами розглянуто можливість застосування методів пошуку аномалій для контролю технічного стану тягового електродвигуна локомотива при стендових випробуваннях. Як контрольований параметр використовується сигнал датчика частоти обертання валу якоря. Вимірювання частоти обертання виконується за допомогою високоточного інкрементального оптичного датчика кутового переміщення (енкодер). Вимірювання проводились в режимі вибігу якоря.

Двигун m1 – знаходився у справному стані після виконання капітального ремонту. Результати вимірювання частоти обертання якоря цього тягового електродвигуна використані як еталонний сигнал при навчанні моделей виявлення аномалій. Двигуни m2 та m3 вимагали капітального ремонту та мали несправності. При розбиранні несправних двигунів виявлено такі дефекти і несправності: ослаблення в посадці на валу передньої натискної шайби, мікротріщини в зварному з'єднанні передньої натискної шайби з валом якоря (двигун m2), корозія поверхні тіл кочення, перевищення допустимого радіального зазору якірних роликів підшипників (двигун m3). У електродвигуна m4 радіальний зазор підшипників дорівнював 0,13 мм і 0,17 мм при граничному значенні 0,20 мм, тобто цей двигун не мав пошкоджень механічної частини.

Результати вимірювання частоти обертання валу якоря 4х тягових електродвигунів, які знаходилися в різних технічних станах, оброблені за допомогою розглянутих раніше методів виявлення аномалій. Кожен з методів виявлення аномалій визначив наявність аномалій у сигналах частоти обертання двигунів m2-m4, що свідчить про несправності підшипників та механічної частини двигуна. Виявлення аномальних складових сигналу двигуна m4, радіальний зазор підшипників якого наближався до максимально допустимої межі, дозволяє говорити про можливість раннього виявлення несправності.

Для оцінки точності моделей розпізнавання аномалій, виконано пошук аномалій для сигналу, що відповідає двигуну m1. В результаті обробки сигналу двигуна m1 алгоритм OneClassSVM забезпечив точність розпізнавання аномалій 99.9%, Elliptic Envelope – 99.5%, алгоритм DBSCAN – 99.1%, алгоритм Isolation Forest – 98%. Під помилкою розпізнавання розуміємо

віднесення нормальних значень до аномального класу. Порівняння методів виявлення аномалій показало, що OneClassSVM та Elliptic Envelope мають більш вузький діапазон нормальних значень. Найбільшу ширину діапазону допустимих (нормальних значень) має алгоритм DBSCAN, при цьому алгоритм DBSCAN частину значень аномальної зони визначає як нормальні значення.

Для визначення причини аномалії необхідно виконувати обробку сигналу частоти обертання з метою виділити додаткові інформаційні ознаки сигналу, а також застосовувати методи машинного навчання з учителем.

1 Bodnar, B.; Ochkasov, O. 2017. System Choice of the Technical Maintenance of Locomotives Equipped with on-Board Diagnostic Systems, Transport Means: Proceedings of 21st International Scientific Conference, September 20–22, 2017, Kaunas University of Technology Klaipėda University [and others], Juodkrante, Kaunas, Lithuania, I: 43-47.

2 Bodnar, B. Devising a procedure for calculating the technical condition index of locomotive nodes based on monitoring results / Bodnar B., Ochkasov O., Ochkasov M. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Vol. 5, Iss. 3 (113). – P. 37–45. – DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242478.

**УДК:656.213.073.235(477)**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАДХОДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ НА ПРИКОРДОННУ СТАНЦІЮ**

### **STUDY OF THE PROCESS OF CONTAINER FLOWS ARRIVAL TO THE BORDER STATION**

***А.В. Колісник<sup>1</sup> канд. техн. наук, І.Д. Юрасов<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту(м. Харків)*

***A.V. Kolisnyk<sup>1</sup>, PhD (tech.), I.D. Yurasov<sup>1</sup>***

*Ukrainian State University of Railway Transport, (Kharkiv)*

Надходження контейнеропотоків на прикордонну станцію для подальшого прямування у міжнародному сполученні дуже складний процес, який несе в собі безліч випадковостей таких як кількість контейнерів, що можуть надходити на станцію, а також спосіб транспортування цих контейнерів від вантажовідправників. Під час війни, коли практично всі морські порти закриті, значний потік надходження вантажів за участю залізниць припав на прикордонні станції, що призвело до збільшення часу простоїв вагонів та фітінгових платформ з контейнерами на прикордонних станціях.