

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ITT2025

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 6-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2025

6-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 24–26 листопада 2025 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – 300 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.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2025

ПРЕСКРИПТИВНИЙ ПІДХІД ДО КЕРУВАННЯ СТАНОМ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДАНИХ ШІ

A PRESCRIPTIVE APPROACH TO ROLLING STOCK CONDITION MANAGEMENT BASED ON AI DATA ANALYSIS

канд. техн. наук П.О. Харламов

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

P.O. Kharlamov, PhD (Tech)

Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)

Безпека та ефективність залізничних перевезень залежать від технічного стану рухомого складу. Традиційні регламентні підходи до обслуговування є неефективними проти раптових відмов. У роботі пропонується комплексна концепція переходу до предиктивного та прескриптивного обслуговування. Вона базується на трьох стовпах: 1) аналіз даних з бортових сенсорів, 2) діагностування на основі комп'ютерного зору, 3) інтелектуальний аналіз архіву аварійних випадків та інцидентів для виявлення першопричин та прогнозування ризиків.

Традиційна система технічного обслуговування (ТОiP) рухомого складу, що базується на планово-попереджувальних ремонтах, не враховує реальний стан вузлів, що призводить до надлишкового обслуговування або, навпаки, до раптових відмов [1].

Рішенням є впровадження інтелектуальної системи керування станом, що використовує AI для аналізу даних з трьох ключових джерел:

1. Діагностування на основі даних з сенсорів (Sensor-driven Analytics). Аналіз часових рядів (вібрації, температури, акустичних шумів) від ключових вузлів (напр., буксових). Моделі машинного навчання (наприклад, LSTMs) в реальному часі виявляють аномальні патерни, що передують несправності, та класифікують її тип [2].

2. Діагностування на основі комп'ютерного зору (Computer Vision Analytics). Використання стаціонарних порталів огляду або бортових камер. Моделі глибокого навчання (CNN, YOLO) автоматично детектують візуальні дефекти: тріщини на рамах візків, знос гальмівних колодок, дефекти профілю колісних пар [3].

3. Аналіз архіву інцидентів та проекція ризиків (Historical Incident Analysis). Цей напрямок додає до системи історичний контекст. Створюється єдина база знань з усіх минулих аварійних випадків, відмов та інцидентів. Це зумовлює:

- Аналіз першопричин (RCA): Системи обробки природної мови (NLP) та інтелектуального аналізу даних (Data Mining) обробляють звіти про інциденти, журнали обслуговування та дані "чорних скриньок" для виявлення прихованих

кореляцій та першопричин (наприклад, поєднання конкретної моделі компонента, певних погодних умов та порушення регламенту обслуговування) [4].

- Проекція на поточний стан: Система в реальному часі порівнює поточні дані (з пунктів 1 і 2) з виявленими історичними патернами. Якщо поточна ситуація (наприклад, вібрація + температура + мікротріщина) збігається з "підписом" минулої аварії, система не просто попереджає про ризик, а й визначає потенційне джерело проблеми (наприклад, "Ризик руйнування підшипника. 90% аналогічних випадків були пов'язані з помилкою змащування під час останнього ТО").

Запропонований трикомпонентний підхід дозволяє фундаментально змінити керування станом рухомого складу. Поєднання аналізу даних з сенсорів, комп'ютерного зору та архіву інцидентів переводить систему від предиктивного (прогнозування що зламається) до прескриптивного рівня (визначення чому це станеться та хто або що є першопричиною). Це забезпечує безпрецедентний рівень безпеки та дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення для усунення першопричин несправностей.

Подальші дослідження можуть бути зосереджені на створенні комплексних "цифрових двійників" (Digital Twins) рухомого складу, де історичні дані про інциденти [4] будуть використовуватися для валідації та калібрування моделей деградації компонентів.

[1] A review on the application of artificial intelligence in railway systems / D. T. Kostov, S. S. Iliev // 2023 15th International Conference on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE). – 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10134426>

[2] Machine Learning for Fault Diagnosis and Prognosis in Railway Bogies: A Survey / A. F. G. Neto, et al. // 2023 IEEE 20th International Conference on Industrial Informatics (INDIN). – 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10222955>

[3] A Review of Computer Vision-Based Defect Detection in Railway Maintenance / F. J. G. R. M. D. L. Iglesia, et al. // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10006240>

[4] A Text Mining Approach for Root Cause Analysis in Railway Incident Reports / F. H. A. Khan, et al. // 2022 International Conference on Data Science and Its Applications (ICoDSA). – 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9863009>