

УДК 656.2.078

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗОВАНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КРИТИЧНОЇ
ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ
ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ**

**DEVELOPMENT OF A PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM
BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CRITICAL RAILWAY
INFRASTRUCTURE IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF ARMED
CONFLICT**

канд. техн. наук С.О. Змій, М.С. Ткаленко

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

S.O. Zmii , PhD (Tech.), M.S. Tkalenko

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Залізнична інфраструктура є критично важливою для існування України, особливо в умовах збройного конфлікту, забезпечуючи транспортування вантажів, пасажирів та гуманітарної допомоги. Віськові дії завдали значних пошкоджень інфраструктурі, включаючи колії, станції, мости та рухомий склад. [1] Впровадження системи прогнозованого обслуговування на основі штучного інтелекту (ШІ) є перспективним рішенням для забезпечення надійності та ефективності залізниці в існуючих умовах.

Залізнична мережа України зазнала значних руйнувань внаслідок конфлікту. Пошкоджено близько 10 000 км колій, зруйновано або пошкоджено понад 126 залізничних станцій та десятки мостів. Також зафіксовано пошкодження рухомого складу та систем сигналізації. Крім фізичних руйнувань, мали місце кібератаки на інформаційні системи. Конфлікт спричинив експлуатаційні проблеми, такі як порушення логістики, нестача персоналу та ускладнений доступ до об'єктів інфраструктури.[2, 3]

Прогнозоване обслуговування (PdM) використовує дані та аналітику для прогнозування потенційних відмов обладнання. ШІ та машинне навчання (МН) аналізують великі обсяги даних для виявлення закономірностей та прогнозування відмов. Впровадження PdM для залізничної інфраструктури України може підвищити надійність та безпеку, знизити витрати на обслуговування, продовжити термін служби обладнання та підвищити ефективність операційної діяльності. [4]

Для розробки системи прогнозованого обслуговування можуть бути використані різні технології ШІ та МН, включаючи кероване та

некероване навчання, глибоке навчання (нейронні мережі, згорткові нейронні мережі, рекурентні нейронні мережі) та цифрові двійники. Процес включає збір та обробку даних, інженерію ознак, навчання та оцінку моделей. [5]

PdM може допомогти в оптимізації розподілу персоналу, покращенні логістики запасних частин, підвищенні рівня безпеки та підтримці прийняття рішень. Ефективність системи залежить від якості даних, які можуть надходити з датчиків, систем моніторингу, історичних записів про ремонти, операційних даних, зовнішніх джерел (погода, геопросторові дані, дані про кіберзагрози та бойові дії) та соціальних мереж.

Впровадження PdM в Україні стикається з проблемами, такими як пошкодження інфраструктури, обмежені фінансові ресурси, кібербезпека, нестача кваліфікованих кадрів, інтеграція з існуючими системами, умови воєнного стану та різниця в ширині колії.

У доповіді показано що для реалізації комплексної стратегії необхідно залучити кваліфікованих фахівців, вибрати відповідні технології, створити інфраструктуру для збору даних, забезпечити кібербезпеку, залучити міжнародну допомогу, розпочати з пілотних проектів та налагодити співпрацю з науковими установами. [6]

Розробка та впровадження системи прогнозованого обслуговування на основі ШІ є вкрай важливим для забезпечення сталого функціонування залізничної інфраструктури України в умовах збройного конфлікту. Успішна реалізація цього проекту сприятиме підвищенню надійності, безпеки та ефективності залізничного транспорту.

[1] Restoring and Transforming Ukrainian Railways for a Better Future - World Bank, <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/01/16/restoring-and-transforming-ukrainian-railways-for-a-better-future>

[2] Руйнування залізничних колій в Україні: наслідки повномасштабного вторгнення, <https://www.railway.supply/en/destruction-of-railway-tracks-in-ukraine-impact-of-the-full-scale-invasion/>

[3] War doesn't stop Ukrainian Railways - RailPrime | ProgressiveRailroading, <https://www.progressiverailroading.com/railPrime/details/War-doesnt-stop-Ukrainian-Railways---73992>

[4] Railway and Infrastructure Monitoring - Predictive Maintenance IoT - GAO Tek Inc., <https://gaotek.com/railway-and-infrastructure-monitoring-predictive-maintenance-iot/>

[5] Leveraging AI and Deep Learning for Predictive Rail Infrastructure Maintenance: Enhancing Safety and Reducing Downtime - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/386255284_Leveraging_AI_and_Deep_Learning_for_Predictive_Rail_Infrastructure_Maintenance_Enhancing_Safety_and_Reducing_Downtime

[6] Minimizing Railway Downtime with Predictive Maintenance in Railway - Adortech, <https://adortech.com/blog/minimizing-railway-downtime-with-predictive-maintenance-in-railway>