

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

mechanisms, accessibility improvements can yield outsized benefits in trust, usage, and efficiency.

Integration with EU standards: in track, signaling, digital infrastructure, safety and environmental regulations, to facilitate cross-border trade and funding opportunities.

The British railway model is far from perfect, but its evolution offers Ukraine both inspiration and warnings. From the UK we see the tangible value of electrification (even when progress is slow), the transformative possibilities and risks of high-speed rail, the mixed results of public-private models, and the growing importance of digital, customer-oriented service.

For Ukraine, railways are more than transport: they are tools for economic recovery, national cohesion, and European integration. By learning (but not blindly copying) from Britain's successes and failures - adapting them to Ukraine's scale, war-affected infrastructure, financial constraints, and strategic imperatives - Ukraine can build a railway system that is modern, resilient, and aligned with future needs.

1. Department for Transport (UK). *High Speed Two (HS2) Business Case*. London: HM Government, 2020. Available at:

<https://www.gov.uk/government/publications/high-speed-two-hs2-business-case>

2. Rail Industry Association (RIA). *Electrification Cost Challenge Report*. London: RIA, 2019. Available at:

https://www.riagb.org.uk/RIA/RIA/Newsroom/Press_Releases/Electrification_Cost_Challenge.aspx

3. European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). *Ukraine Railways: Modernisation and Reform Projects*. London: EBRD, 2021. Available at:

<https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/ukraine-railways.html>

УДК 681.7.068:625.1:004.85

*Ph.D., S.O. Zmii, applicants M.V. Kanevskii,
D.S. Kanevskii.*

*Ukrainian State University of Railway Transport
(Kharkiv)*

VIBRATION ANALYSIS AND NEURAL NETWORKS FOR PROACTIVE RAILWAY TRACK MONITORING USING FIBER OPTIC SENSORS

The safety and efficiency of rail transport directly depend on the integrity of the track infrastructure. However, traditional monitoring methods, such as visual inspections, non-destructive testing, and rail loops, are

mostly reactive or periodic. [1, 2] They leave significant time gaps during which critical defects can arise and develop, and their effectiveness is limited by subjectivity, high cost, and vulnerability to external factors. This creates an urgent need for innovative automated systems capable of providing continuous, highly accurate, and, most importantly, proactive monitoring of the condition of railway tracks in real time.

In the context of full-scale military aggression against Ukraine, the relevance of such systems is growing exponentially. The railway infrastructure has become a strategic target, subject to constant attacks and sabotage aimed at disrupting military and humanitarian logistics. Traditional control methods are proving insufficiently effective in countering such threats, requiring the immediate introduction of technologies that function as a system of continuous surveillance and instant response. They are capable of not only providing early warning of the consequences of attacks, such as damage to tracks due to explosions, but also recording attempts at physical interference by malicious actors, in particular the installation of explosive devices or other sabotage objects.

The work proposes and theoretically substantiates an innovative approach that uses fiber optic sensors, in particular distributed acoustic sensor (DAS) technology, to monitor railway infrastructure. The scientific novelty lies in the use of vibration and acoustic signals generated by the rolling stock itself to diagnose the condition of the track at a considerable distance ahead of the train. This methodology transforms the train from a passive means of transport into an active diagnostic tool that continuously "listens" to the track ahead. Instead of passively waiting for an event at the sensor location, the system actively analyzes the propagation of energy emitted by the train in the rail structure. This allows for proactive detection of rail integrity violations or the presence of foreign objects long before approaching them, providing critical time to prevent accidents.

The methodological basis of the system is the analysis of two key components of the vibration signal. First, the integrity of the rail is assessed by analyzing the spatial attenuation of the transmitted wave. The presence of microcracks, fastening defects, or ballast degradation changes the physical properties of the rail, leading to a local increase in the attenuation coefficient. The DAS system, acting as a continuous array of virtual sensors, detects an abnormally sharp drop in signal amplitude and accurately identifies the potentially damaged section. Secondly, foreign objects on the track are detected by analyzing reflected waves. The obstacle creates acoustic impedance, reflecting part of the vibration energy back to the source. The system identifies this "echo," and the time it takes to propagate allows the distance to the object to be accurately determined. Thus, a single "natural" signal from the train is used to obtain two different types

of diagnostic information: about distributed defects in the environment and about point obstacles.

DAS technology generates huge amounts of data, reaching terabytes per day, which makes manual analysis impossible. Therefore, artificial intelligence and machine learning are key, integral components of the proposed system. The use of modern neural network architectures, such as convolutional neural networks (CNN) for recognizing unique patterns in signal spectrograms and long short-term memory (LSTM) recurrent networks for analyzing the temporal dynamics of events, allows the classification process to be automated. These models are capable of distinguishing with high accuracy between vibrations caused by normal train movement, track defects, or external interference. In this context, AI is not just a tool for improvement, but a fundamental technology that transforms raw optical data arrays into structured, actionable information, without which the system cannot function. [3]

As a result, the synergy of fiber-optic sensor technologies and advanced AI methods creates the basis for the transition from outdated reactive approaches to proactive and predictive management of railway infrastructure. Based on the conclusions of the neural network, a practical algorithm for classifying the level of danger has been developed, which divides the state of the system into three levels: normal, warning, and critical. This allows for the generation of clear, timely, and adequate alerts for operators and maintenance services, from planning technical inspections to immediate traffic stoppages, which significantly improves the safety, reliability, and cost-effectiveness of railway operations.

References

1. Łomżyńska A, Strugarek K, Nowak M, Ludwiczak A, Klekowicki M, Szymański GM. Identification of railway track damage using vibration signal characteristics. *Rail Vehicles/Pojazdy Szynowe*. 2024;3-4:64-72. <https://doi.org/10.53502/RAIL-201445>
2. Industry Track Inspection. CN. URL: <https://www.cn.ca/-/media/Files/Customer-Centre/Track-Specifications/industry-track-inspection-en.pdf> (дата звернення: 15.09.2025).
3. Al-Ashwal, N.H.; Al Soufy, K.A.M.; Hamza, M.E.; Swillam, M.A. Deep Learning for Optical Sensor Applications: A Review. *Sensors* **2023**, *23*, 6486. <https://doi.org/10.3390/s23146486>

УДК 352 + 681.3

*д-р техн. наук О.М. Ананьєва, ст. гр. 135-
ОКСКРП-Д23 А.І. Семикрас*

(Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків))

АНАЛІЗ УКРАЇНСЬКИХ ЛІДЕРІВ- ВИРОБНИКІВ КОНЦЕПЦІЇ «SMART CITY» (РОЗУМНОГО МІСТА)

З появою та стрімким розвитком концепції «Розумного міста», інформаційно керуючі технології зробили великий інноваційний прогрес та поставили нові виклики для виробників даної концепції [1, 2]. Smart City є технічним проектом, спрямованим на забезпечення підвищення якості життя мешканців, комфортного та безпечного проживання в Українських містах та громадах [3].

В даній роботі проведений огляд та аналіз технічних можливостей таких виробників, як Smart Misto, IncoreSoft, ELKO Ukraine, що являються безперечними флагманами в Smart технологіях Українських міст. Не дивлячись на спільну рису виробників, вони пропонують інноваційні рішення в рамках концепції. Розробники охоплюють різні технічні сфери застосування, такі як:

Smart Misto (провідна IT-компанія, яка спеціалізується на впровадженні цифрових технологій) – цифровізує міські послуги, робить гнучким управління комунальними підприємствами, забезпечує доступність послуг у смартфоні для кожного жителя міста та громади, а також використовує домени для комунікації.

IncCoreSoft (компанія, що розробляє рішення у сфері відеоаналітики та розпізнавання об'єктів у місті на основі технологій штучного інтелекту) – трансформує безпеку для спільнот і підприємств будь-якого розміру за допомогою інноваційної аналітики відеоспостереження на основі штучного інтелекту та нейронних мереж.

ELKO Ukraine (дистриб'ютор широкого асортименту IT продуктів і рішень) – постачає мережеве обладнання, програмне забезпечення для відеоспостереження та інші компоненти для створення інтелектуальної інфраструктури.

Спільна діяльність виробників забезпечує повний цикл реалізації «Розумного міста» – від кінцевих цифрових послуг та безпеки до базової IT-інфраструктури.

Список використаних джерел

1. Гладун Ю.Я. Побудова автоматизованої інформаційно-аналітичної системи безпечне місто / Ефективність державного управління / Збірник наукових праць. – 2012. – Вип. 32. 277-283с.
2. Шайтуро О.П. Заходи протидії злочинності в межах реалізації проектів безпечне місто // Кримінально-правові та кримінологічні засоби протидії злочинам проти громадської безпеки та публічного порядку, 2019. 225-227с.