

СЕКЦІЯ

ПРОЕКТУВАННЯ, ВИРОБНИЦТВО, СЕРВІС ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

УДК 629.4.083:656.225.073

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ INDUSTRY 4.0: ТРАНСФОРМАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

INTELLIGENT TECHNOLOGIES OF INDUSTRY 4.0: TRANSFORMATION OF LOCOMOTIVE ECONOMY

*докт. техн. наук Б. Є. Боднар,
канд. техн. наук О. Б. Очкасов*

Український державний університет науки і технологій (м. Дніпро)

*B. Y. Bodnar, D.Sc. (Tech),
O. B. Ochkasov, PhD (Tech.)*

Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)

Сучасний залізничний транспорт стоїть на порозі нової ери, позначеної стрімким розвитком та впровадженням інноваційних технологій Industry 4.0. Технології Industry 4.0, що базуються на принципах інтелектуалізації, автоматизації та взаємодії, відкривають значні можливості для підвищення ефективності, безпеки та надійності локомотивного господарства.

Відхід від традиційних підходів Industry 3.0, що характеризувалися статичними автоматизованими системами, до гнучких, адаптивних рішень Industry 4.0, знаменує собою справжню революцію в управлінні локомотивами. Ключовими елементами цієї трансформації є інтеграція Інтернету речей (IIoT), хмарні технології, штучний інтелект, машинне навчання, аналіз великих даних та створення цифрових двійників.

Одним з ключових напрямків застосування Industry 4.0 в локомотивному господарстві є створення інтелектуальних систем моніторингу технічного стану та діагностування обладнання. Ці системи, використовуючи дані з датчиків, встановлених на локомотивах, дозволяють в режимі реального часу відстежувати ключові параметри роботи обладнання, виявляти аномалії та прогнозувати потенційні відмови обладнання.

Завдяки можливостям машинного навчання та аналізу великих даних, інтелектуальні системи моніторингу здатні не тільки виявляти відхилення від норми, але й визначати їх причини, прогнозувати залишковий ресурс обладнання та формувати рекомендації щодо оптимальних термінів та обсягів технічного обслуговування. Це дозволяє перейти від планово-попереджувального ремонту до обслуговування за фактичним станом (Predictive Maintenance), що значно

підвищує ефективність використання локомотивного парку, знижує витрати на ремонт та мінімізує ризики непланових простоїв [1,2].

Важливим аспектом впровадження Industry 4.0 є використання цифрових двійників локомотивів та локомотивних депо. Цифровий двійник, будучи віртуальною копією реального об'єкта, дозволяє проводити різноманітні симуляції та експерименти без ризику для реального обладнання. Це відкриває широкі можливості для оптимізації роботи локомотивного депо, планування ремонтних робіт, управління запасами, навчання персоналу та підвищення ефективності логістичних процесів [2].

Впровадження технологій Industry 4.0 в локомотивному господарстві не обмежується лише сферою технічного обслуговування. Інтелектуальні системи знаходять своє застосування і в управлінні рухом поїздів, оптимізації маршрутів, підвищенні енергоефективності та безпеки руху.

Системи автоведення поїздів, що базуються на технологіях машинного зору та штучного інтелекту, здатні самостійно розпізнавати сигнали світлофорів, виявляти перешкоди на шляху прямування та керувати рухом поїзда, забезпечуючи максимальну безпеку та ефективність перевезень.

Впровадження інтелектуальних систем управління енергоспоживанням локомотивів, що враховують профіль колії, вагу поїзда, швидкість руху та інші фактори, дозволяє оптимізувати режими роботи тягових двигунів, зменшити споживання палива та електроенергії, а також знизити шкідливі викиди в атмосферу.

Впровадження Industry 4.0 в локомотивному господарстві - це не просто модернізація, а справжня трансформація, що веде до створення інтелектуальної залізниці майбутнього. Ця залізниця буде характеризуватися високою ефективністю, безпекою, надійністю та екологічністю, що дозволить їй успішно конкурувати з іншими видами транспорту та забезпечити сталий розвиток транспортної галузі.

[1] Implementing Intelligent Monitoring of the Technical Condition of Locomotive Hydraulic Transmissions / Boris Bodnar, Oleksandr Ochkasov, Viačeslav Petrenko, Michail Martishevskij // TRANSBALTICA XIII: Transportation Science and Technology : Proc. of the 13th Intern. Conf., Sept. 15–16, 2022, Vilnius, Lithuania. – Cham : Springer, 2023. – P. 726–736. – DOI: 10.1007/978-3-031-25863-3_70. – (Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure).

[2] Lee, J., Ni, J., Singh, J., Jiang, B., Azamfar, M., and Feng, J. (August 18, 2020). "Intelligent Maintenance Systems and Predictive Manufacturing." ASME. J. Manuf. Sci. Eng. November 2020; 142(11): 110805. <https://doi.org/10.1115/1.4047856>

[3] 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