

покращення якості вихідної напруги перетворювального агрегату.

### Список використаних джерел

1. Семененко О.І. Активний фільтр-стабілізатор для випрямної установки тягової підстанції / О.І. Семененко, Ю.О. Семененко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – Харків: УкрДАЗТ. – 2016. – №4(119). – С. 29-33.

2. Патент на винахід № 127045 Україна, МПК Н02М 1/14, Вольтододатковий перетворювач для активної фільтрації та стабілізації вихідної напруги перетворювального агрегату постійного струму / Семененко О.І., Семененко Ю.О., Супрун О.Д., Одегов М.М.; заявник і власник патенту на винахід Український державний університет залізничного транспорту. – № а202102611; заяв. 18.05.2021; опубл. 22.03.2023, Бюл. № 12.

*О.М. Харламова<sup>1</sup>, к.т.н*

*П.О. Харламов, к.т.н.*

УДК 330.565.(477)

## ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЗАЛІЗНИЦІ: ТРАНСФОРМАЦІЙНА ПАРАДИГМА НА ТРАНСПОРТІ

Впровадження систем штучного інтелекту (AI) у залізничні мережі знаменує собою революційний прогрес у сфері транспорту. У світі, який все більше залежить від технологічних рішень, залізничний сектор зробив значні кроки в напрямку використання потенціалу штучного інтелекту для перегляду операційних стратегій. Ця інтеграція є не просто розширенням існуючих можливостей, а радше еволюційним стрибком, який змінює всю парадигму залізничного транспорту.

Застосування систем штучного інтелекту на залізницях за своєю суттю базується на потужності аналітики даних. Конвергенція AI та аналізу даних створює динамічну синергію, здатну оптимізувати різні аспекти роботи залізниці. Аналізуючи величезні обсяги даних, створених у залізничній екосистемі, системи штучного інтелекту пропонують потенціал для вдосконалення та оптимізації важливих компонентів, починаючи від планування маршруту до прогнозування попиту, і від систем управління до операційної оптимізації [1].

Трансформаційний вплив штучного інтелекту на планування маршрутів є одним із його найсуттєвіших внесків у залізничну галузь. Ці системи, використовуючи історичні дані та дані в реальному часі, можуть пропонувати та виконувати більш ефективні та ефективні структури маршрутів.

Аналіз враховує безліч змінних, таких як умови колії, схеми руху та графіки технічного обслуговування. У результаті це підвищує швидкість і надійність транспортування, одночасно значно покращуючи використання ресурсів.

Прогнозування попиту за допомогою штучного інтелекту є ще однією важливою сферою формування залізничного сектору. Використовуючи прогнозні алгоритми, ці системи точно прогнозують попит на пасажирські та вантажні перевезення. Ця можливість прогнозування дає змогу операторам більш ефективно розподіляти ресурси, точно задовольняючи очікуваний попит. Така точність у розподілі ресурсів мінімізує витрати, оптимізує дохід і сприяє підвищенню надійності послуг [2].

Крім того, застосування систем штучного інтелекту значно покращує управління роботою залізниці. Автоматизація адміністративних та оперативних завдань суттєво зменшує похибку та підвищує загальну ефективність. Від планування до планування технічного обслуговування, інтеграція штучного інтелекту революціонує виконання цих завдань, оптимізуючи процеси та підвищуючи заходи безпеки.

Потенціал для інновацій та розвитку AI у залізничному секторі величезний і постійно розширюється. Однією з новаторських меж є потенціал для автономних поїздів, керованих алгоритмами AI. Ці потяги, створені за допомогою AI, можуть оптимізувати швидкість і ефективність, забезпечуючи при цьому максимальну безпеку за допомогою аналізу даних у режимі реального часу та прийняття рішень [3].

Синергія між AI та Інтернетом речей (IoT) ще більше посилює цей трансформаційний вплив. Інтеграція датчиків і прийняття рішень на основі даних у залізничну інфраструктуру оптимізує продуктивність і обслуговування залізничних мереж. Дані датчиків у режимі реального часу дозволяють здійснювати прогнозне технічне обслуговування, значно скорочуючи час простою та сприяючи економії коштів і більш ефективній роботі.

Підсумовуючи, інтеграція систем AI у залізничні мережі означає монументальний стрибок вперед у транспортній галузі. Поєднання AI та аналізу даних пропонує платформу для трансформаційних інновацій, що веде до підвищення операційної ефективності, вдосконаленого планування маршрутів, точного прогнозування попиту та покращення загального управління. Глибокий вплив штучного інтелекту на оптимізацію та революцію в роботі залізниці вказує на його потенціал як наріжного каменю для майбутнього транспортного сектору [4].

Майбутні наслідки інтеграції AI у залізничному секторі багатообіцяючі. Постійна

розробка та вдосконалення алгоритмів AI має потенціал для подальшого вдосконалення заходів безпеки, підвищення ефективності роботи та пропозиції інноваційних рішень для мінливих вимог сучасного транспорту.

Продовження досліджень і розробок у цій галузі сприятимуть реалізації повного потенціалу штучного інтелекту на залізницях, сприяючи майбутньому, де технології та транспорт плавню поєднуються для створення більш ефективної, надійної та безпечнішої залізничної мережі.

### Список використаних джерел

[1] Lüber, K. (2023) Smart factories in German industry. Retrieved from [https://www.deutschland.de/en/topic/business/artificial-intelligence-industry-40-smart-factories?gclid=Cj0KCQIAjMKqBhCgARIsAPDgWlyFFU4uVpdN5Ifjh3Zmve4zel7Ax9QExCD6opkJZDxiDUP-F1shvxMaAmiPEALw\\_wcB](https://www.deutschland.de/en/topic/business/artificial-intelligence-industry-40-smart-factories?gclid=Cj0KCQIAjMKqBhCgARIsAPDgWlyFFU4uVpdN5Ifjh3Zmve4zel7Ax9QExCD6opkJZDxiDUP-F1shvxMaAmiPEALw_wcB) [in English]. (2023, June, 17)

[2] Why railway transport needs artificial intelligence (AI). Retrieved from <https://www.globalrailwayreview.com/article/140121/why-railway-transport-needs-artificial-intelligence-ai/> [in English]. (2022, December, 15).

[3] Research and Innovation Keeps AI on the Right Track. Retrieved from <https://rail-research.europa.eu/news/research-and-innovation-keeps-ai-on-the-right-track/> [in English]. (2023, May, 15).

[4] Bešinović, N. et al (2021). Artificial Intelligence in Railway Transport: Taxonomy, Regulations and Applications. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/356665216\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Railway\\_Transport\\_Taxonomy\\_Regulations\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/356665216_Artificial_Intelligence_in_Railway_Transport_Taxonomy_Regulations_and_Applications)

*Shapoval G., Associate Professor, Ph.D.,  
Kushnir T., postgraduate  
Sukhariev O., master USURT*

## PECULIARITIES OF ORGANIZING CARGO TRANSPORTATION IN INTERNATIONAL CONNECTIONS UNDER INTEROPERABILITY CONDITIONS

One of the fundamental features of the railway system, unlike other modes of transportation, is the interdependence between infrastructure and rolling stock. Interoperability issues are associated with differences in track gauge, train length, dimensions, national legislation, and more.

Ukraine's railway infrastructure utilizes a track gauge of 1520 mm, while the European Union (EU) employs a gauge of 1435 mm. Technical Regulations of the EU are exclusively developed for the 1435 mm railway system, and standards for the 1520 mm system are not adopted at the EU level.

The main problems in organizing international cargo transportation include:

- imperfect cargo control system at the border;
- significant costs associated with customs brokers and inspection services;
- low cargo delivery speed;
- outdated technical equipment.

This necessitates significant changes in cargo transportation services by reducing train waiting times at borders. This issue has become particularly relevant due to the imposition of a martial law.

Due to restrictions on the access of 1520 mm gauge wagons on 1435 mm gauge railways in terms of dimensional and speed characteristics, border stations employ transshipment technologies. Cargo transshipment is a costly operation with significant risks to the rolling stock.

A more promising technology involves transferring wagons from one gauge width to another. Until recently, such technology was not widely used, and the existing infrastructure at border stations was utilized only at 20-30% of its actual capacity. Recent events in Ukraine and the world have led to a significant increase in the railway's interest in this technology. A drawback of this technology is its high labor intensity, the presence of a significant number of manual operations, and a high risk of industrial accidents.

A significant problem in international transportation is the inspection of cargo by various control authorities, leading to additional delays in the movement of rolling stock at international crossings. The main cause of delays arises from improperly completed transport or permitting documents by shippers or forwarders and non-compliance with legal requirements. Additionally, delays can be caused by conventional restrictions, delays due to customs or the occupation of transshipment or wagon exchange points. To address some of these issues, more accurate forecasting of transportation volumes and timely adjustment of the capacity of transshipment points may be applied.

The main factors affecting the time spent by freight wagons in international transportation at border stations include:

- malfunction of mechanization tools and their insufficient availability during peak cargo arrival for transshipment;
- occupied transshipment tracks due to uneven arrival of cargo for transshipment;
- untimely submission of wagons to transshipment points and their removal after