

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

transshipment, waiting for the completion of subsequent operations;

- waiting for the arrival of empty wagons of a different gauge width;
- waiting for conductors to accompany the cargo;
- waiting for the departure of isothermal rolling stock.

The primary challenge facing border stations in interoperability conditions is the lack of local interaction between customs, railways, and declarants. This, in turn, leads to uncoordinated actions regarding the timely submission of wagons for customs inspection, the provision of a complete set of necessary documents for customs clearance, and the timing of control procedures. The result is delays in international wagon flows at border stations and crossing points.

Thus, there is a need to ensure the liberalization of the international railway transportation market based on equal access to railway infrastructure and competition among carriers, introducing mechanisms for allowing carriers of various ownership forms into the railway transportation market, and ensuring the compatibility of the national transportation system with the global multimodal transportation network.

### References

1. Commission regulation (EU) 1299/2014 of 18 November 2014 on the technical specifications for interoperability relating to the «infrastructure» subsystem of the rail system in the European Union. – Access mode: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1299/oj>.
2. Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union. - Access mode: <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/797/oj>.

*Брикін В. О., к.т.н.  
Сорокін В. Г., студент  
(УкрДУЗТ)*

## СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПОСАДКОЮ ДРОНА З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА

Зростання використання дронів [1] в військових та цивільних галузях вимагає розробки систем управління, які можуть забезпечити в тому числі безпечну, швидку та точну посадку.

Для забезпечення режиму посадки дрона використовуються системи GPS-посадки, візуального сприйняття, лазерного визначення

відстані, ультразвукові системи. Кожна з систем має свої переваги та недоліки [2, 3].

Перевагами системи GPS-посадки є висока точність геолокації та навігації, здатність до автономної посадки на певних GPS-координатах, ідеально підходить для відкритих просторів та великих висот. Але ж недоліками є неспроможність працювати в областях з поганим сигналом GPS де низька точність та велика вертикальна швидкість посадки, що може призвести до пошкодження дрона.

Перевагами системи візуального сприйняття є здатність до посадки в обмежених просторах і закритих приміщеннях, оскільки вони використовують камери та сенсори, можливість точної вертикальної посадки, висока стійкість до змін у середовищі. Але ж недоліками є обмежена дальність інфрачервоного та візуального сприйняття, що обмежує використання в погані погодні умови або в областях з низькою видимістю, потребує чіткої видимості об'єктів для навігації та посадки.

Також є системи лазерного визначення відстані, які мають високу точність та широкий діапазон вимірювань відстані, добра працездатність у різних умовах та на різних типах поверхонь, можливість використання на протязі тривалого періоду без значних втрат функціональності чи необхідності заміни батареї. Але ж вони вимагають більше енергії та обладнання, ніж ультразвукові системи та мають вищу вартість.

Перевагами ультразвукової системи є висока точність вимірювання відстані в реальному часі, добра працездатність у закритих приміщеннях та при низьких висотах, можливість додаткової безпеки при автономних польотах. Але ж недоліками є залежність від властивостей поверхні, на яку спрямований ультразвуковий сигнал, обмежена дальність дії (зазвичай декілька метрів), вплив на точність вимірювань сторонніх звуків, нерівності поверхні та інших перешкод.

Використання ультразвукового та барометричного датчиків разом з штучним інтелектом (ШІ) дозволяє досягти високої точності заміру відстані, аналізувати дані з датчиків, що дає можливість оптимізувати процес посадки, зробивши її більш швидкою, менш енерговитратною та більш надійною.

Використання ШІ та інтернету речей (IoT) дозволяє розробити систему управління, яка може працювати в автономному режимі без постійного втручання оператора. Це дає змогу дрону самостійно приймати рішення, аналізувати дані з ультразвукового та барометричного датчиків та взаємодіяти з іншими пристроями чи системами IoT для отримання додаткової інформації або керування.