УДК 656.01

В.І.Котенко, Д.С.Хринюк
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Розглянуто основні напрями удосконалення процесу міжнародних пасажирських перевезень автомобільним транспортом. Приділено увагу оптимізації маршрутів і графіків руху, цифровізації сервісів бронювання та моніторингу, підвищенню комфорту й якості обслуговування пасажирів. Визначено, що використання методів машинного навчання та аналітики даних дає змогу прогнозувати попит і адаптувати транспортну пропозицію до змін пасажиропотоків, а оновлення рухомого складу та дотримання режимів праці й відпочинку водіїв сприяють підвищенню безпеки, екологічності та ефективності міжнародних перевезень.

***Ключові слова**: міжнародні пасажирські перевезення, оптимізація маршрутів, машинне навчання, пасажиропотік, якість обслуговування, безпека перевезень.*

The main directions for improving the process of international passenger road transportation are considered. Emphasis is placed on route and timetable optimization, digitalization of booking and monitoring services, and enhancement of passenger comfort and service quality. It is determined that the use of machine learning methods and data analytics makes it possible to forecast demand and adapt transport supply to changes in passenger flows, while fleet renewal and compliance with drivers' work and rest regimes contribute to improving the safety, environmental performance, and efficiency of international transportation.

***Key words:** international passenger transportation, route optimization, machine learning, passenger flow, service quality, transport safety.*

У сучасних умовах міжнародні пасажирські автомобільні перевезення відіграють важливу роль у забезпеченні мобільності населення, розвитку трудових, туристичних, освітніх та соціальних зв'язків між країнами. Для України цей вид перевезень має особливе значення, оскільки автобусне сполучення залишається одним із найбільш доступних і гнучких способів переміщення пасажирів у міжнародному напрямку. Водночас зростання попиту на перевезення, ускладнення прикордонних процедур, підвищення вимог до безпеки, комфорту та цифрового обслуговування зумовлюють необхідність удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень.

Проблема удосконалення міжнародних пасажирських перевезень має комплексний характер. Вона охоплює питання раціонального формування маршрутів, планування графіків руху, організації проходження кордону, забезпечення належного рівня сервісу, оновлення рухомого складу, дотримання режимів праці та відпочинку водіїв, а також впровадження цифрових технологій і методів аналітики даних. Особливої уваги потребує узгодження інтересів перевізника та пасажира: з одного боку, підприємство прагне зменшити експлуатаційні витрати й підвищити ефективність використання автобусів, з іншого – пасажири очікують пунктуальності, безпеки, зручності бронювання, комфортних умов поїздки та прозорої інформації щодо маршруту.

Питання організації автобусних пасажирських перевезень розглядається у працях багатьох дослідників. Зокрема, у роботі Н. Халіпової досліджено особливості формування параметрів міжнародних пасажирських маршрутів та наголошено на необхідності логістичного підходу до управління такими перевезеннями [1]. У праці O. J. Ibarra-Rojas, F. Delgado, R. Giesen та J. C. Muñoz систематизовано наукові підходи до планування, організації та оперативного управління автобусними транспортними системами, зокрема до побудови маршрутної мережі, планування графіків і контролю руху [2]. Це свідчить про те, що ефективність міжнародних пасажирських перевезень залежить не лише від технічного стану транспортних засобів, а й від якості управлінських рішень на стратегічному, тактичному та оперативному рівнях.

Також важливим удосконалення перевезень є оптимізація графіків руху з урахуванням пасажирського попиту. У роботі S. Liu запропоновано підхід до оптимізації розкладу автобусів, який враховує не тільки витрати перевізника, а й сприйняття пасажирами часу очікування та рівня завантаження автобуса [3]. Такий підхід є актуальним і для міжнародних рейсів, оскільки

нерівномірність попиту за днями тижня, сезонами та напрямками може призводити або до недостатнього завантаження автобусів, або до дефіциту місць у періоди пікового попиту.

Окрему увагу в сучасних дослідженнях приділено якості транспортного обслуговування. У праці V. Van Acker та співавторів проаналізовано фактори, які впливають на вибір пасажирами автобусних перевезень. Автори зазначають, що для пасажирів важливими є не лише вартість і тривалість поїздки, а й комфорт, надійність, частота сполучення та якість сервісу [4]. Подібні висновки наведено у дослідженні L. Eboli та G. Mazzulla, де доведено зв'язок між якістю сервісу та загальною задоволеністю пасажирів [5]. Для міжнародних перевезень це має особливе значення, оскільки тривалість поїздки часто становить багато годин, а отже, комфорт салону, наявність кондиціонування, санітарних зупинок, Wi-Fi, зарядних пристроїв, зручних сидінь та зрозумілої інформації про маршрут прямо впливають на конкурентоспроможність перевізника.

Перспективним напрямом удосконалення є цифровізація процесу перевезень. У дослідженні S. Rahnama, A. Cortez та A. Monzon, присвяченому міжміським автобусним перевезенням на маршруті Madrid–Bilbao, встановлено, що інформаційні сервіси, такі як вебсайти та мобільні застосунки, позитивно впливають на задоволеність пасажирів [6]. Для міжнародних автобусних перевезень такі сервіси можуть охоплювати онлайн-бронювання квитків, електронну оплату, вибір місця, інформування про затримки, GPS-відстеження автобуса, автоматичне сповіщення про проходження кордону та можливість швидкого зв'язку з перевізником.

Ще одним важливим напрямом є застосування методів машинного навчання та аналітики даних. У дослідженні T. Alexandre та співавторів зазначено, що методи машинного навчання при пасажирських перевезеннях використовуються для прогнозування пасажиропотоків, часу прибуття, тривалості поїздки та підвищення надійності сервісу [7]. Інші дослідження також підтверджують, що прогнозування попиту на основі історичних даних, сезонності, календарних факторів і зовнішніх умов може бути використане для гнучкого планування кількості рейсів і вибору місткості транспортних засобів [8]. Для міжнародних пасажирських перевезень це може означати адаптацію графіків до періодів підвищеного попиту, наприклад перед святами, початком навчального року, туристичним сезоном тощо.

Суттєвим чинником, який впливає на якість міжнародних перевезень, є організація проходження державного кордону. Затримки на пунктах пропуску можуть порушувати графік руху, збільшувати тривалість поїздки, погіршувати комфорт пасажирів і створювати додаткові витрати для перевізника. У дослідженні L. Lin, Q. Wang та A. Sadek запропоновано підхід до прогнозування затримок на кордоні з використанням моделей масового обслуговування [9]. Отже, при плануванні міжнародних автобусних рейсів доцільно враховувати статистику завантаженості пунктів пропуску, час доби, день тижня, сезонність і можливість вибору альтернативних переходів.

Удосконалення міжнародних пасажирських перевезень також пов'язане з оновленням рухомого складу та дотриманням екологічних стандартів. Сучасні автобуси повинні відповідати вимогам безпеки, енергоефективності, екологічності та комфорту. У дослідженні E. Zhao, P. Walker та N. Surawski проведено порівняння життєвого циклу дизельних, гібридних та електричних автобусів, що підтверджує актуальність оцінювання екологічного впливу транспорту не лише під час експлуатації, а й на всіх етапах життєвого циклу [10]. Для міжнародних маршрутів, особливо в напрямку країн Європейського Союзу, важливим є використання автобусів високого екологічного класу, що дозволяє зменшити викиди, відповідати вимогам екологічних зон і підвищити імідж перевізника.

Не менш важливим є дотримання режимів праці та відпочинку водіїв. Міжнародні автобусні рейси часто характеризуються значною тривалістю, нічними переїздами, перетином кількох країн і потребою в чіткому плануванні екіпажу. У дослідженні S. Lee та співавторів встановлено зв'язок між змінними графіками роботи і ризиками безпеки під час керування автобусом [11]. Тому удосконалення режимів праці та відпочинку водіїв має розглядатися не лише як вимога законодавства, а й як один із ключових чинників безпеки пасажирських перевезень. Для тривалих міжнародних маршрутів доцільним є використання екіпажу з двох водіїв, планування місць відпочинку, врахування часу проходження кордону та контроль дотримання режиму роботи та відпочинку.

Таким чином, основними напрямами удосконалення процесу міжнародних пасажирських перевезень є оптимізація маршрутів і графіків руху, цифровізація сервісів бронювання та моніторингу, прогнозування попиту з використанням методів машинного навчання, покращення організації проходження кордону, підвищення комфорту та якості обслуговування пасажирів, оновлення рухомого складу та забезпечення раціональних режимів праці водіїв. Комплексне

поєднання цих напрямів дозволить підвищити ефективність роботи перевізників, зменшити вплив непередбачуваних затримок, покращити рівень безпеки та сформувати більш якісний пасажирський сервіс у міжнародному сполученні.

1. Халіпова, Н. В., Кузьменко, А. І., Черчата, А. О., & Гаврилюк, В. В. (2025). Логістичне управління формуванням параметрів маршрутів міжнародних пасажирських перевезень. Системи та технології, 69(1), 154-166. DOI: 10.32782/2521-6643-2025-1-69.19.
2. Ibarra-Rojas O.J., Delgado F., Giesen R., Muñoz J.C. Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review. Transportation Research Part B: Methodological. 2015. Vol. 77. P. 38–75. DOI: 10.1016/j.trb.2015.03.002.
3. Liu S., Liu L., Pei D., Wang J. Bi-objective bus scheduling optimization with passenger perception in mind. Scientific Reports. 2023. Vol. 13. Article 6102. DOI: 10.1038/s41598-023-32997-4.
4. Van Acker V., Kessels R., Palhazi Cuervo D., Lannoo S., Witlox F. Preferences for long-distance coach transport: Evidence from a discrete choice experiment. Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2020. Vol. 132. P. 759–779. DOI: 10.1016/j.tra.2019.11.028.
5. Eboli L., Mazzulla G. Service quality attributes affecting customer satisfaction for bus transit. Journal of Public Transportation. 2007. Vol. 10, No. 3. P. 21–34. DOI: 10.5038/2375-0901.10.3.2.
6. Rahnama S., Cortez A., Monzon A. Navigating passenger satisfaction: A structural equation modeling–artificial neural network approach to intercity bus services. Sustainability. 2024. Vol. 16, No. 11. Article 4363. DOI: 10.3390/su16114363.
7. Alexandre T., Bernardini F., Viterbo J., Pantoja C.E. Machine learning applied to public transportation by bus: A systematic literature review. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2023. Vol. 2677, No. 7. P. 639–660. DOI: 10.1177/03611981231155189.
8. Rocco di Torrepadula F., Napolitano E.V., Di Martino S., Mazzocca N. Machine learning for public transportation demand prediction: A systematic literature review. Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2024. Vol. 137, Part B. Article 109166. DOI: 10.1016/j.engappai.2024.109166.
9. Lin L., Wang Q., Sadek A.W. Border crossing delay prediction using transient multi-server queueing models. Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2014. Vol. 64. P. 65–91. DOI: 10.1016/j.tra.2014.03.013.
10. Zhao E., Walker P.D., Surawski N.C. Emissions life cycle assessment of diesel, hybrid and electric buses. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. 2022. Vol. 236, No. 6. P. 1233–1245. DOI: 10.1177/09544070211034318.
11. Lee S., Kim H.-R., Byun J., Jang T.-W. Sleepiness while driving and shiftwork patterns among Korean bus drivers. Annals of Occupational and Environmental Medicine. 2017. Vol. 29. Article 48. DOI: 10.1186/s40557-017-0203-y.

КОТЕНКО Вікторія Ігорівна – д.ф., доцент, доцент кафедри транспортної логістики, Луцький національний технічний університет, e-mail: viktoriia.kotenko@lutsk-ntu.com.ua.
ХРИНЮК Дмитро Сергійович – магістр І курсу кафедри транспортної логістики, Луцький національний технічний університет.

KOTENKO Viktoriia Ihorivna – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Logistics, Lutsk National Technical University, e-mail: viktoriia.kotenko@lutsk-ntu.com.ua.
KHRYNIUK Dmytro Serhiiovych – first-year Master's student of the Department of Transport Logistics, Lutsk National Technical University.