

В. В. Коваль,

д. е. н., професор, професор кафедри управління підприємницькою та туристичною діяльністю, Ізмаїльський державний гуманітарний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2562-4373>

Л. М. Філіпішина,

д. е. н., професор, професор кафедри економіки, обліку та підприємництва, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9552-1367>

І. С. Міхно,

к. е. н., доцент кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки, Національний авіаційний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3661-1965>

Ю. В. Мазур,

к. е. н., доцент кафедри маркетингу, Міжрегіональна Академія управління персоналом

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4728-4640>

В. І. Арабаджі,

аспірант, Ізмаїльський державний гуманітарний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-5690-4677>

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.21.68

СТАЛИЙ РОЗВИТОК І АНТИКРИЗОВЕ УПРАВЛІННЯ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

V. Koval,

Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Business and Tourism Management, Izmail State University of Humanities

L. Filipishyna,

Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Economics, Accounting and Entrepreneurship, Admiral Makarov National Shipbuilding University

I. Mikhno,

PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Business Analytics and Digital Economy, National Aviation University

Yu. Mazur,

PhD in Economics, Associate Professor, Department of Marketing, Interregional Academy of Personnel Management

V. Arabadzhi,

Postgraduate student, Izmail State University of Humanities

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ANTI-CRISIS MANAGEMENT: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR RAILWAY TRANSPORT COMPANIES

У статті розглядаються перспективи впровадження зелених технологій як основи сталого розвитку залізничного транспорту для забезпечення екологічної стійкості та ефективності перевезень. Формування стратегічних засад сталого розвитку як частини антикризового управління на підприємствах залізничного транспорту сприятиме модернізації залізничної системи Ук-

раїни. Мета статті полягає у вивченні перспектив впровадження зелених технологій як основи сталого розвитку залізничного транспорту та стратегічних перспектив підвищення загальної ефективності транспортних процесів. Розкриті основні антикризові заходи управління залізничним транспортом в Україні, які в умовах поточних викликів та нестабільності, передбачають зосередження уваги на фінансовій стабілізації, підтримці вантажних перевезень, модернізації критичної інфраструктури. Аналізуються ключові аспекти сучасних екологічних інновацій, таких як електрифікація залізничних ліній, використання водневих технологій, інтеграція сонячних та вітрових джерел енергії, а також впровадження систем енергозбереження та автоматизації.

The article considers the prospects for the introduction of green technologies as the basis of sustainable development of railway transport to ensure environmental sustainability and efficiency of transportation. Key aspects of modern environmental innovations are analysed, such as the electrification of railway lines, the use of hydrogen technologies, the integration of solar and wind energy sources, as well as the implementation of energy saving and automation systems. The formation of strategic principles of sustainable development as part of anti-crisis management at railway transport enterprises will contribute to the modernization of the railway system of Ukraine. The purpose of the article is to study the prospects for the introduction of green technologies as a basis for the sustainable development of railway transport and strategic prospects for improving the overall efficiency of transport processes. The main directions of reducing the environmental impact of railway transport in order to reduce the carbon footprint of railway transport have been determined. The main anti-crisis measures of railway transport management in Ukraine, which in the conditions of current challenges and instability, involve focusing on financial stabilization, support of freight transportation, modernization of critical infrastructure and close cooperation with the government, are revealed. This will ensure the viability of railway transport as a critically important element of the economy and infrastructure, especially in the conditions of war and reconstruction of the country. Modern challenges require an urgent renewal of the infrastructure, in particular, the restoration of damaged tracks, stations and bridges, as well as the introduction of technologies to improve transportation safety. In addition, it is necessary to adapt logistics to wartime conditions, in particular, to quickly respond to changes in routes, therefore innovative "green" modernization is a priority when developing strategies for the development of Ukraine's infrastructure.

Ключові слова: антикризове управління, залізничний транспорт, зелені технології, транспортна система, стратегія.

Key words: anti-crisis management, railway transport, green technologies, transport system, strategy.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Залізничний транспорт є важливою складовою транспортної системи України, проте в сучасних умовах значно ускладнюються її функціонування. Не менш важливим є безпека функціонування транспортної системи України, в тому числі і залізничного транспорту, що пов'язано із руйнування інфраструктури, яке стало наслідком бойових дій.

Логістичні труднощі, пов'язані з постачанням запчастин та локомотивів, ще більше ускладнюють ситуацію, а зміна маршрутів через небезпеку призводить до необхідності забезпечення його сталого розвитку. Усе це супроводжується економічними викликами, такими як зниження доходів залізничних компаній і фінансова нестабільність через зростаючі витрати на відновлення інфраструктури.

У зв'язку з цими викликами стає особливо актуальним дослідження проблем залізничного транспорту та його сталого розвитку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У багатьох дослідженнях провідних вчених наголошується на тому, що залізничний транспорт має одну з найнижчих рівнів викидів вуглекислого газу на одиницю перевезеного вантажу чи пасажирів порівняно з іншими видами транспорту [1]. Це пояснюється переважною електрифікацією залізничних шляхів у більшості розвинених країн. Однак, деякі автори акцентують увагу на важливості подальшого переходу на використання відновлюваних джерел енергії для електрифікації залізниць, що дозволить досягти більшої екологічної сталості [2].

Окремий напрям досліджень стосується впровадження водневих паливних елементів у залізничному

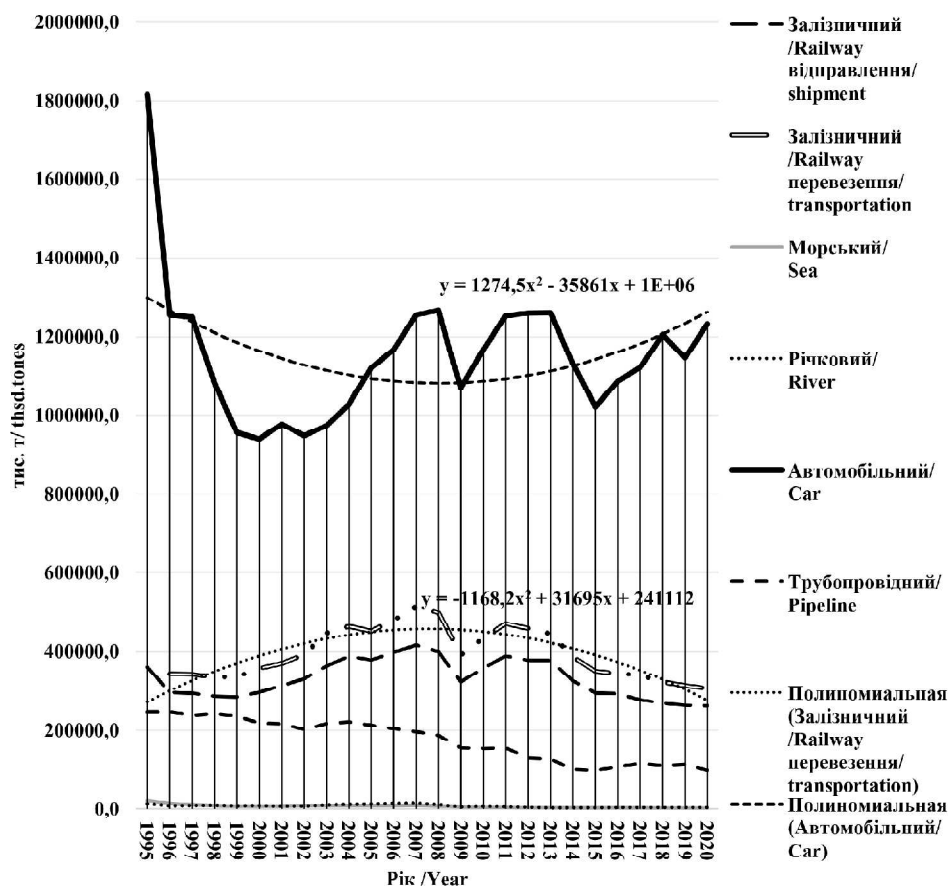


Рис. 1. Обсяг перевезених вантажів за видами транспорту на часовому інтервалі

Джерело: систематизовано, узагальнено та згруповано за даними [9].

транспорті. Зокрема, вивчаються можливості їхнього застосування на неелектрифікованих лініях, де дизельні локомотиви спричиняють значні викиди CO_2 . Наприклад, у роботах K.G. Logan та ін. [3] описується успішне впровадження поїздів на водневих паливних елементах у Великобританії та інших країнах. Водневі технології вважаються перспективним напрямом для скорочення викидів на лініях, де електрифікація є економічно не вигідною.

Системи рекуперації енергії, що дозволяють відновлювати енергію під час гальмування поїздів, є ще одним важливим аспектом енергоефективності залізничного транспорту. У дослідженнях D.S. Hoo та ін. [4] зазначено, що впровадження таких систем може зменшити енергоспоживання залізничного транспорту на 20-30%. Це особливо актуально для високошвидкісних поїздів, які потребують значної кількості енергії для роботи, але можуть ефективно її відновлювати під час руху.

Література також активно висвітлює питання розвитку високошвидкісних залізничних систем [5]. Такі системи, як Shinkansen у Японії та TGV у Франції, є прикладами того, як поєднання інноваційної інженерії та зелених технологій дозволяє створити швидкі, безпечні та екологічно чисті транспортні рішення. Однак дослідники зазначають, що такі проекти потребують значних інвестицій, що є бар'єром для країн, що розвиваються [6].

Хоча зелений транспорт має значні переваги, у літературі також розглядаються виклики та бар'єри на шляху

його впровадження. Наприклад, роботи J. Kowalski та ін. [7] висвітлюють проблеми фінансування, тривалих термінів окупності інвестицій у зелений транспорт та складнощі з модернізацією старої інфраструктури. Важливою також є проблема відсутності нормативної бази для стимулювання впровадження екологічно чистих технологій у залізничний транспорт [8].

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Мета статті полягає у вивченні перспектив впровадження зелених технологій як основи сталого розвитку залізничного транспорту та стратегічних перспектив підвищення загальної ефективності транспортних процесів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Підприємства залізничного транспорту мають декілька унікальних характеристик, які відрізняють їх від інших транспортних галузей. Ці особливості впливають з їх експлуатаційного, технічного, економічного та нормативного аспектів.

Особливості підприємств залізничного транспорту впливають з їхньої капіталомісткої інфраструктури, природних монополій, складності операцій, екологічних переваг та значного економічного впливу. Розуміння цих характеристик має важливе значення для ефективного управління та регулювання сектору.

Великий обсяг перевезень у порівнянні з іншими видами транспорту робить залізничний транспорт одним з найважливіших напрямків розвитку інфраструктури України (рис. 1). З рис. 1 бачимо, що в останні роки характеризуються скороченням обсягів вантажних перевезень залізничним транспортом через війну, втрату промислових регіонів і зміни в логістичних ланцюгах. Однак є також позитивні тенденції — розвиток нових маршрутів, адаптація до умов війни та міжнародна підтримка, однак, відправлення залізничним транспортом мають позитивну тенденцію після 2015 року.

Обсяги перевезень у перспективі можуть збільшитися в міру відновлення інфраструктури та подальшої інтеграції з європейською транспортною системою.

Комплексний підхід до зменшення екологічного впливу залізничного транспорту включає технологічні інновації, модернізацію інфраструктури, перехід на відновлювані джерела енергії та оптимізацію процесів. Це не тільки зменшить вуглецевий слід залізничних перевезень, а й допоможе зробити їх більш стійкими та ефективними як з точки зору екології, так і економіки. Розглядаючи антикризове управління залізничним транспортом виокремлюють такі основні напрямки змін, які сприятимуть його екологізації (табл. 1).

Аналізуючи таблицю 1 можна сказати, що Україні, в умовах поточних викликів та нестабільності, потрібно зосередити увагу на фінансовій стабілізації, підтримці вантажних перевезень, модернізації критичної інфраструктури та тісній взаємодії з урядом. Це дозволить забезпечити життєдіяльність залізничного транспорту як критично важливого елемента економіки та інфраструктури, особливо в умовах війни та відновлення країни.

Для більш ретельного аналізу конкретних дій щодо розробки антикризових заходів управління залізничним транспортом в Україні необхідним є оцінка екологічності залізничного транспорту, що може базуватись на сумі показників ефективності впровадження зелених технологій. Нижче нами запропоновано основні показники для аналізу ефективності використання залізничного транспорту (табл. 2).

З табл. 2 можна зробити висновок, що поєднуючи кількісні показники (споживання енергії, викиди, використання земель) з якісними оцінками (вплив на громаду, відповідність нормам), можна отримати комплексне розуміння екологічності залізничного транспорту. Ця оцінка може допомогти у прийнятті по-

Таблиця 1. Основні антикризові заходи управління залізничним транспортом в Україні

Напрямок	Антикризові заходи управління
Фінансова стабілізація	- Реструктуризація боргів - Оптимізація витрат - Залучення додаткових джерел фінансування
Підвищення операційної ефективності	- Оптимізація графіків та маршрутів - Автоматизація процесів - Скорочення простою поїздів
Оптимізація роботи з персоналом	- Програма скорочення штату та підвищення кваліфікації - Перегляд зарплат і премій - Віддалена робота та гнучкі графіки
Технічна модернізація та підтримання інфраструктури	- Пріоритетне фінансування критично важливих об'єктів - Інвестиції в енергоефективність - Використання цифрових технологій для моніторингу інфраструктури
Оптимізація вантажних і пасажирських перевезень	- Фокус на найбільш прибуткові сегменти ринку - Перегляд тарифної політики - Стимулювання пасажирських перевезень
Розвиток стратегічного партнерства і консолідація	- Партнерство з приватним сектором - Консолідація та кооперація з іншими транспортними підприємствами
Взаємодія з державними органами та регуляторами	- Отримання державних субсидій та дотацій - Лобювання змін у регулюванні
Управління ризиками та диверсифікація діяльності	- Створення антикризового резерву - Диверсифікація доходів через додаткові послуги (логістика, реклама тощо)

Джерело: розроблено авторами.

Таблиця 2. Показники оцінки ефективності використання залізничного транспорту

Назва	Параметр вимірювання 1	Параметр для вимірювання 2
Споживання енергії	Тип пального та джерело (електрика, дизель і т.д.)	Енергоефективність. (споживання енергії на тонно-миль (для вантажів) або пасажиро-миль (для пасажирських перевезень))
Аналіз викидів	Викиди парникових газів (викиди діоксиду вуглецю (CO ₂) та інших парникових газів (ПГ) на одиницю транспортування).	Повітряні забруднювачі (викиди оксидів азоту (NO _x), оксидів сірки (SO _x), часток (PM) та інших забруднювачів)
Використання земель і вплив на середовище	Оцінка площі, яка використовується для залізниць у порівнянні з іншими видами транспорту (наприклад, автошляхами, аеропортами; використання земель на тонно-миль або пасажиро-миль)	Вплив на біорізноманіття (проведення екологічних оцінок впливу (EIA) для визначення того, як будівництво та експлуатація залізниць впливають на біорізноманіття)
Оцінка життєвого циклу (LCA)	Оцінка життєвого циклу, для аналізу екологічного впливу від будівництва, експлуатації, обслуговування та демонтажу залізничної інфраструктури та рухомого складу	
Показники сталого розвитку	Індекс сталого транспорту	
Пасажирські та вантажні показники	Середній рівень заповнюваності пасажирських поїздів або фактор завантаження вантажних поїздів	Оцінка частоти та потужності поїздів для оптимізації використання ресурсів
Відповідність нормам і сертифікації	Оцінка відповідності місцевим та міжнародним екологічним нормам і стандартам (наприклад, ISO 14001)	Наявність сертифікацій, таких як європейський EMAS або інші рейтинги сталого розвитку
Залучення зацікавлених сторін і вплив на громаду	Аналіз даних про громадське сприйняття екологічного впливу залізничного транспорту, який можна оцінити за допомогою опитувань та відгуків зацікавлених сторін	Оцінка переваг залізничного транспорту, таких як зменшення затворів, зниження шумового забруднення та покращення якості повітря в міських районах.

Джерело: розроблено авторами.

Таблиця 3. Основні типи поїздів з використанням технологій, спрямованих на мінімізацію екологічного сліду

Тип поїзда	Опис, приклади
Поїзди на електричній тязі	HSL (High-Speed Rail): Наприклад, TGV, AVE, Shinkansen. Використовують електричну тягу, є екологічнішими за дизельні.
	Швидкісні поїзди в Німеччині (ICE): Також працюють на електриці, мають високу енергоефективність.
Поїзди на водневому паливі	Coradia iLint: Водневі паливні елементи, не викидає CO ₂ , знижує шум.
	HydroFLEX: Перший водневий поїзд у Великій Британії, працює на водневих паливних елементах.
Поїзди на сонячній енергії	Solar Train: Використовують сонячні панелі для генерації енергії, наприклад, в Австралії.
	Сонячні поїзди: Експериментують з використанням сонячної енергії для освітлення та допоміжних послуг.
Енергоефективні дизельні поїзди	Bio-Diesel Trains: Використовують біодизель, що знижує викиди вуглецю в порівнянні зі звичайним дизельним паливом.
	Поїзди з низьким рівнем викидів: Моделі, які знижують викиди шкідливих речовин (Швейцарія, Франція).
Електричні поїзди з рекуперацією енергії	Електропоїзди з системами рекуперації: Повертають частину енергії назад у мережу під час гальмування, підвищують енергоефективність.
Поїзди з використанням легких матеріалів	Легкі конструкції: Використовують композитні та легкі метали, зменшують вагу та споживання енергії.

Джерело: розроблено авторами.

літичних рішень, інвестиційних стратегій та ініціатив у сфері сталого розвитку в транспортному секторі.

Екологічно безпечні потяги найчастіше зустрічаються в таких країнах як Швейцарія, Німеччина, Японія, Франція, Норвегія, Швеція, Китай, тобто в більшості розвинених або технологічних країнах світу, що говорить про пріоритетність розвитку зелених технологій у даних країнах.

Це потяги, що використовують здебільшого технології, описані у табл. 3.

Основною проблемою для модернізації існуючої системи залізничного транспорту є брак фінансових надходжень, корупція та великі масштаби для модернізації. Одним з варіантів покращення ситуації, що склалась є залучення міжнародних грантів та приватних інвесторів.

Залучення грантів для екологізації залізничного транспорту вимагає ретельного планування, дослідження можливостей фінансування та підготовки якісних заявок. Співпраця з партнерами та активна комунікація про результати проектів також відіграють важливу роль у забезпеченні успіху цих ініціатив. Нами запропоновано використання таких методів фінансування, як: залучення державних грантів, співпраця з міжнародними організаціями, неприбутковими організаціями, презентація результатів потенційним інвесторам та громадськості, якісна взаємодія з громадськістю.

В загальному вигляді процес залучення зелених технологій у сферу залізничного транспорту зображено на рис. 2.

З рис. 2 бачимо, що впровадження зелених технологій у залізничному транспорті є складним, але необхідним процесом для забезпечення сталого розвитку інфраструктури. Покроковий підхід до цього завдання передбачає низку важливих етапів.

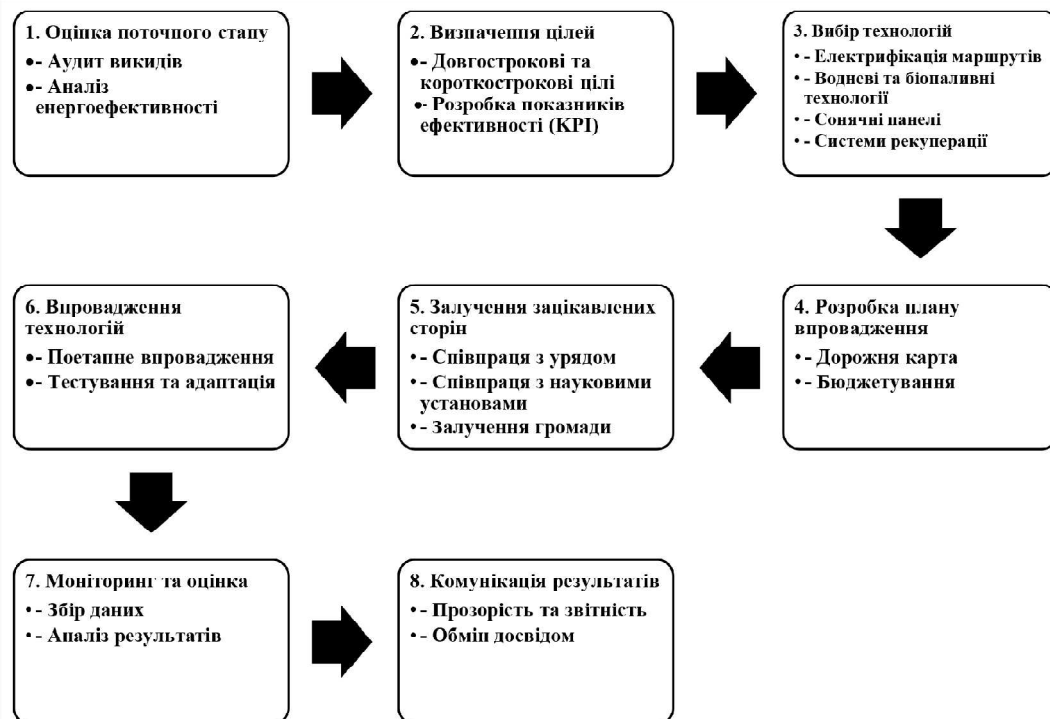


Рис. 2. Покроковий процес впровадження зелених технологій у залізничному транспорті

Джерело: розроблено авторами.

Ключовим етапом є моніторинг та постійне вдосконалення впроваджених технологій, що дозволить вчасно реагувати на виклики та підвищувати ефективність екологічних заходів. Такий підхід забезпечить поступове зменшення негативного впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище та сприятиме інтеграції України в міжнародну екологічну спільноту. Впровадження "зелених" технологій — це не просто відповідь на тиск навколишнього середовища, а активний крок до забезпечення довгострокової операційної стабільності та конкурентоспроможності.

На даний час перспективним є впровадження штучного інтелекту у залізничний транспорт, проте одним із головних викликів є високі початкові витрати на впровадження нових технологій, а також необхідність модернізації старої інфраструктури.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Формування стратегічних засад сталого розвитку є базисом підприємств залізничного транспорту впроваджуючи зелені технології, що особливо важливо у періоди економічної кризи.

Прийняття стратегії зелених технологій як частини антикризового управління на підприємствах залізничного транспорту сприятиме модернізації залізничної системи України в умовах війни є ключовим елементом забезпечення стратегічної стійкості та перевезень. Сучасні виклики вимагають термінового оновлення інфраструктури, зокрема, відновлення пошкоджених колій, вокзалів та мостів, а також впровадження технологій для підвищення безпеки перевезень. Крім того, необхідно адаптувати логістику до умов воєнного часу, зокрема, швидко реагувати на зміни в маршрутах, тому інноваційна "зелена" модернізація є пріоритетом при розробці стратегій розвитку інфраструктури України.

Література:

1. Besinovic N., De Donato L., Flammini F., Goverde R. M., Lin Z., Liu R., Vittorini V. Artificial intelligence in railway transport: Taxonomy, regulations, and applications. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2021. Vol. 23, No. 9. P. 14011—14024.
2. Ning F., Ji L., Ma J., Jia L., Yu Z. Research and analysis of a flexible integrated development model of railway system and photovoltaic in China. *Renewable Energy*. 2021. Vol. 175. P. 853—867.
3. Logan K. G., Nelson J. D., McLellan B. C., Hastings A. Electric and hydrogen rail: Potential contribution to net zero in the UK. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2020. Vol. 87. P. 102523.
4. Hoo D. S., Chua K. H., Hau L. C., Chong K. Y., Lim Y. S., Chua X. R., Wang L. An investigation on recuperation of regenerative braking energy in DC railway electrification system. *2022 IEEE International Conference in Power Engineering Application (ICPEA)*. 2022. P. 1—6.
5. Popp J. N., Boyle S. P. Railway ecology: Underrepresented in science?. *Basic and Applied Ecology*. 2017. Vol. 19. P. 84—93.

6. Roch-Duprt D., Gonsalves T., Cucala A. P., Pecharroman R. R., Lopez-Lopez A. J., Fernandez-Cardador A. Determining the optimum installation of energy storage systems in railway electrical infrastructures by means of swarm and evolutionary optimization algorithms. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 2021. Vol. 124. P. 106295.

7. Kowalski J., Polonski M., Lendo-Siwicka M., Trach R., Wrzesinski G. Method of assessing the risk of implementing railway investments in terms of the cost of their implementation. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, No. 23. P. 13085.

8. Mou R. The Impact of Railway Location on Ecology Environment. *International Conference on Transportation Engineering 2007*. = P. 3935-3940.

9. Державна служба статистики України. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 14.10.2024).

References^

1. Besinovic, N., De Donato, L., Flammini, F., Goverde, R. M., Lin, Z., Liu, R., & Vittorini, V. (2021), "Artificial intelligence in railway transport: Taxonomy, regulations, and applications", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 23, no. 9, pp. 14011—14024.
2. Ning, F., Ji, L., Ma, J., Jia, L., & Yu, Z. (2021), "Research and analysis of a flexible integrated development model of railway system and photovoltaic in China", *Renewable Energy*, vol. 175, pp. 853—867.
3. Logan, K. G., Nelson, J. D., McLellan, B. C., & Hastings, A. (2020), "Electric and hydrogen rail: Potential contribution to net zero in the UK", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 87, p. 102523.
4. Hoo, D. S., Chua, K. H., Hau, L. C., Chong, K. Y., Lim, Y. S., Chua, X. R., & Wang, L. (2022), "An investigation on recuperation of regenerative braking energy in DC railway electrification system", in *2022 IEEE International Conference in Power Engineering Application (ICPEA)*, IEEE, pp. 1—6.
5. Popp, J. N., & Boyle, S. P. (2017), "Railway ecology: Underrepresented in science?", *Basic and Applied Ecology*, vol. 19, pp. 84—93.
6. Roch-Dupre, D., Gonsalves, T., Cucala, A. P., Pecharroman, R. R., Lopez-Lopez, A. J., & Fernandez-Cardador, A. (2021), "Determining the optimum installation of energy storage systems in railway electrical infrastructures by means of swarm and evolutionary optimization algorithms", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 124, p. 106295.
7. Kowalski, J., Polonski, M., Lendo-Siwicka, M., Trach, R., & Wrzesinski, G. (2021), "Method of assessing the risk of implementing railway investments in terms of the cost of their implementation", *Sustainability*, vol. 13, no. 23, p. 13085.
8. Mou, R. (2007), "The impact of railway location on ecology environment", in *International Conference on Transportation Engineering 2007*, pp. 3935—3940.
9. State Statistics Service of Ukraine (2024), <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Accessed: 14 October 2024).
Стаття надійшла до редакції 29.10.2024 р.