

УДК 656.2:658.155.2:004.9

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ
У КОНТЕКСТІ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ТА НЕВИЗНАЧЕНІСТЮ**

Аспіранти П. В. Квасов, М. В. Продащук

**IMPROVEMENT OF RAILWAY TRANSPORT INFRASTRUCTURE OPERATIONS
THROUGH INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE CONTEXT OF RISK
AND UNCERTAINTY MANAGEMENT**

Postgraduate student P. V. Kvasov, Postgraduate student M. V. Prodashchuk

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.351842>



***Анотація.** У статті досліджено підходи щодо вдосконалення технології роботи залізничної транспортної інфраструктури України в умовах зростаючих ризиків і невизначеності. Розкрито вплив економічних, технічних, соціальних та екологічних факторів на стабільність функціонування галузі. Проаналізовано сучасний стан залізничного транспорту. Показано руйнівний вплив воєнних дій на інфраструктуру та акцентовано на потребі інтеграції інноваційних рішень для підвищення стійкості системи. Узагальнено*

досвід країн ЄС у сфері управління ризиками та виявлено відмінності в українських підходах. Обґрунтовано доцільність застосування цифрових платформ управління перевезеннями, систем предиктивного обслуговування («predictive maintenance»), технологій IoT, Big Data і штучного інтелекту. Визначено концептуальні засади формування «розумної» інфраструктури, здатної забезпечити довгострокову надійність і конкурентоспроможність національної транспортної системи.

Ключові слова: залізнична інфраструктура, управління ризиками, інноваційні технології, цифровізація, стійкість транспорту, IoT, Big Data, штучний інтелект.

Abstract. The article investigates approaches to improving the operational technology of Ukraine's railway transport infrastructure under conditions of growing risks and uncertainty. The research highlights the impact of economic, technical, social, and environmental factors on the stability of the railway sector. The current state of railway transport is analyzed. The destructive consequences of military actions on infrastructure, including damage to tracks, energy substations, and depots, are outlined, emphasizing the urgent need for modernization and innovation. A comparative analysis of European Union practices in risk management demonstrates significant differences from Ukrainian approaches, underscoring the necessity for systematic integration of standardized methodologies.

The article substantiates the relevance of applying digital transport management platforms, predictive maintenance systems, as well as IoT, Big Data, and artificial intelligence technologies. The proposed conceptual model of a «smart» railway infrastructure integrates technological solutions at all management levels, from local track segments to the national network. Such integration makes it possible to forecast risks, adapt operational practices to rapidly changing external conditions, and ensure more effective coordination between infrastructure, rolling stock, and safety systems.

The practical value of the research lies in its potential application to post-conflict recovery and modernization programs in Ukraine, providing a methodological and technological basis for sustainable railway development. Furthermore, the findings contribute to the broader discourse on the resilience of transport systems in crisis situations and may be relevant for other countries facing similar challenges in infrastructure renewal.

Keywords: railway infrastructure, risk management, innovative technologies, digitalization, transport resilience, IoT, Big Data, artificial intelligence.

Вступ. Сучасний розвиток залізничного транспорту відбувається в умовах зростання складності інфраструктури та необхідності швидкої адаптації до технологічних і соціально-економічних змін. Галузь залізничного транспорту є стратегічно важливою для національної економіки, оскільки забезпечує стабільне функціонування транспортної системи. Вона також сприяє інтеграції України у європейський і світовий транспортний простір і підвищенню її міжнародної конкурентоспроможності [1].

Водночас функціонування залізничної інфраструктури супроводжено значними

ризиками та невизначеністю, зокрема техногенними, природними, економічними та соціальними. Особливого значення ці аспекти набувають в умовах воєнних дій і відновлення транспортної мережі, коли необхідно забезпечувати стійкість системи та її здатність до швидкого відновлення [2].

Розв'язання цих проблем можливе завдяки застосуванню інноваційних технологій, зокрема цифровізації управлінських процесів, впровадженню автоматизованих систем моніторингу та прогнозування стану інфраструктури, а також використанню великих даних і

методів штучного інтелекту для аналізу та управління ризиками [3].

Актуальність дослідження визначають світові тенденції переходу до концепції «розумної інфраструктури», що передбачає інтеграцію інтелектуальних транспортних систем (ITS), інтернету речей (IoT), сенсорних мереж і систем предиктивного обслуговування у процес управління залізничним транспортом [7].

Отже, дослідження спрямоване на вдосконалення технології роботи залізничної транспортної інфраструктури з використанням інноваційних рішень у контексті управління ризиками та невизначеністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема вдосконалення технології функціонування залізничної інфраструктури є предметом активних досліджень як в Україні, так і за кордоном. Вітчизняні науковці приділяють увагу модернізації транспортної системи, підвищенню її енергоефективності та цифровізації управління процесами. Зокрема, у працях Крауса розглянуто концептуальні аспекти впливу цифрової економіки на економічне зростання, що може бути застосовано для формування стратегій розвитку залізничного транспорту [3]. Актуальними є й дослідження Зеленька та Калимбета, які оцінюють ризики та пропонують підходи щодо їх мінімізації у процесах перевезення вантажів [5]. У роботах Тарашевського зазначено про важливість систематичного управління ризиками на транспортних підприємствах для підвищення безпеки перевізного процесу [6]. У працях Левківа, Франчука та Ткачука проаналізовано роль цифрових платформ в оптимізації логістичних ланцюгів, що може бути застосовано і для залізничних перевезень [7].

Закордонні дослідження висвітлюють проблематику в ширшому контексті «розумної інфраструктури». Проаналізовано можливості інтеграції інтелектуальних транспортних систем, IoT і

методів штучного інтелекту для підвищення безпеки і надійності залізничних перевезень [4]. Європейські публікації акцентують увагу на підвищенні стійкості транспортних систем до кризових умов, включаючи кліматичні та геополітичні виклики.

Разом із тим, попри активний розвиток досліджень, низка питань залишається недостатньо вивченою. Більшість робіт зосереджена на окремих технічних рішеннях (сенсорні системи, предиктивне обслуговування, автоматизовані платформи), тоді як комплексна методологія інтеграції інноваційних технологій в управління ризиками та невизначеністю на рівні всієї транспортної інфраструктури ще не розроблена. Саме ліквідації цього наукового прогалу присвячене дослідження.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою дослідження є обґрунтування підходів щодо вдосконалення технології функціонування залізничної транспортної інфраструктури через інтеграцію інноваційних рішень у систему управління ризиками та невизначеністю.

Для досягнення цієї мети передбачено вирішення кількох взаємопов'язаних завдань. По-перше, проаналізувати сучасні наукові підходи щодо управління інфраструктурою залізничного транспорту в умовах ризику та невизначеності. По-друге, оцінити потенціал застосування цифрових платформ, систем прогнозного обслуговування та інтелектуальних транспортних технологій у практиці управління. Наступним етапом передбачено розроблення концептуальних засад інтеграції інновацій у систему управління ризиками на рівні всієї транспортної мережі. У завершальній частині дослідження визначені можливі напрями практичної реалізації результатів для підвищення безпеки, ефективності та стійкості функціонування залізничного транспорту.

Основна частина дослідження. Управління ризиками та невизначеністю в

залізничній інфраструктурі охоплює комплекс заходів, спрямованих на своєчасну ідентифікацію потенційних загроз, оцінювання їхньої ймовірності та наслідків, а також розроблення стратегій зменшення негативного впливу. Це передбачає застосування методів прогнозування, аналізу даних, а також адаптацію управлінських практик до змінних умов експлуатації та зовнішнього середовища.

Серед зарубіжних досліджень, актуальних для оцінювання надійності залізничної інфраструктури, виокремлюють аналіз компонентів мережі з урахуванням географічних і кліматичних факторів. Дослідники виявили, що такі елементи, як стрілочні переводи та вузлові перехрестя, особливо чутливі до змін температури, опадів і сезонних коливань, що збільшує ризик відмов. Розроблена модель дає змогу порівнювати надійність різних компонентів мережі з урахуванням їх розташування та кліматичних умов [8].

Інше дослідження аналізує ефективність вбудованих діагностичних систем (on-board diagnostics, OBD) для електричних приводів у залізничних машинах. Використовуючи статистику відмов і марковські моделі станів, автори змогли оцінити, наскільки застосування діагностичних систем знижує частоту аварійних ситуацій та оптимізує планове обслуговування [9].

В українських дослідженнях також накопичено важливі напрацювання щодо інтеграції технічних і організаційних підходів для управління ризиками. Так, у роботі Бантюкова та Бантюкової зазначено про необхідність інтеграції технічних і організаційних підходів для ефективного управління ризиками в умовах сучасних викликів [10]. У дослідженні Кравченка акцентовано увагу на використанні цифрових технологій для підвищення ефективності управління ризиками на підприємствах залізничного транспорту в умовах цифрової трансформації [11].

Діяльність Комітету з управління ризиками в АТ «Укрзалізниця» демонструє перехід від реактивного фіксування проблем до системного аналізу: ідентифікації джерел ризику, створення матриць і карт ризиків, а також урахування витрат і ймовірностей їх реалізації [12].

Застосування цифрових технологій, зокрема сенсорів і вбудованих діагностичних систем (OBD) в електродвигунах, допомагає збирати дані про стан обладнання та інфраструктури в реальному часі, прогнозувати відмови та планувати обслуговування більш раціонально, наприклад, використовуючи п'ятистанну модель надійності [9].

Водночас існують суттєві нерозв'язані проблеми. Українські умови мають свої особливості: експлуатація в умовах кліматичних змін, пошкодження інфраструктури, обмежене фінансування та логістичні обмеження. Зарубіжні методики не завжди враховують економічну невизначеність, соціальні чи регуляторні ризики, які є критично важливими для України. Отже, подальші дослідження мають поєднувати технічне прогнозування з комплексним управлінням ризиками на рівні всієї транспортної мережі, а не лише окремих ділянок або типів обладнання.

Сучасний розвиток залізничної інфраструктури неможливий без впровадження інноваційних технологій, що підвищують ефективність, безпеку і стійкість транспортної системи. Головні роль відіграють цифрові платформи управління перевезеннями, системи предиктивного обслуговування та інтегровані технології, включно з IoT, Big Data і AI, які забезпечують моніторинг і оперативне управління інфраструктурою [7, 13].

Цифрові платформи дають змогу інтегрувати дані про рух поїздів, стан інфраструктури та погодні умови, сприяючи оптимізації маршрутів і ефективному використанню ресурсів. Як показують дослідження Левківа, Франчука і Ткачука, такі платформи застосовують у логістичних

ланцюгах, включно з управлінням залізничними перевезеннями, для підвищення стійкості транспортних мереж [7].

Системи предиктивного обслуговування, зокрема, базовані на аналізі даних у реальному часі. Вони дають змогу прогнозувати можливі відмови та своєчасно проводити технічне обслуговування, що зменшує непередбачені витрати і підвищує надійність роботи системи. Реміха і Тонюк розглядають концепції цифрового стратегічного управління транспортним комплексом із використанням інтелектуальних систем для мінімізації ризиків [13].

Поєднання цифрових платформ і систем предиктивного обслуговування з інтегрованими технологіями створює інтелектуальні системи, здатні адаптуватися до змінних умов експлуатації та оперативно реагувати на проблеми. Дослідження Заріпової та співавторів показують, що цифрова трансформація транспортно-логістичної галузі допомагає оптимізувати процеси управління та підвищувати безпеку перевезень [14]. Практичне застосування таких систем у країнах ЄС демонструє зниження часу простою локомотивів і зменшення аварійності. В Україні ініціатива «Цифрова трансформація Укрзалізниці» забезпечує прогнозування технічного обслуговування та підвищення ефективності перевезень [2, 18].

Отже, впровадження сучасних технологій не лише оптимізує роботу залізничного транспорту, але і створює передумови для побудови «розумної» інфраструктури, здатної ефективно функціонувати у складних і невизначених умовах [13, 14]. Водночас, щоб ці системи працювали на довгострокову стійкість, необхідно враховувати і управління ризиками, адже навіть високотехнологічні рішення не можуть компенсувати системні загрози чи наслідки руйнувань інфраструктури.

Залізнична інфраструктура України перебуває у складному стані через тривале

недофінансування та наслідки воєнних дій. Значна зношеність колій і рухомого складу ускладнює модернізоване обслуговування та підтримання стабільної роботи мережі [15]. Повномасштабна агресія росії додатково спричинила руйнування залізничних колій, енергетичних підстанцій і локомотивних депо. Як наслідок, виникли затримки руху, потреба в аварійному ремонті та перенаправлення вантажопотоків на менш уражені ділянки, що стало серйозним викликом для логістики країни [16, 17].

У цьому контексті інноваційні технології дають можливості не лише для оперативного управління, але і системного контролю та підвищення стійкості мережі. Інтеграція цифрових платформ, систем предиктивного обслуговування та рішень на основі IoT, Big Data і AI дає змогу своєчасно виявляти несправності, прогнозувати потреби в технічному обслуговуванні та оптимізувати роботу залізничного транспорту. Це у свою чергу створює підґрунтя для комплексного управління ризиками та формування концепції «розумної» залізничної інфраструктури [13].

Одночасно модернізація рухомого складу, включаючи оновлення локомотивів і вагонів, є важливим аспектом підвищення ефективності перевезень і зниження експлуатаційних витрат. Практичні приклади впровадження інноваційних технологій можна спостерігати як у країнах Європейського Союзу, де активно розвиваються проєкти з цифровізації управління перевезеннями та інтеграції AI у моніторинг інфраструктури, так і в Україні в рамках ініціативи «Цифрова трансформація Укрзалізниці», яка передбачає модернізацію інфраструктури та використання цифрових технологій для підвищення ефективності та безпеки перевезень [1].

Оцінити реальний ефект від модернізаційних і цифрових ініціатив допомагає аналіз фактичних показників діяльності АТ «Укрзалізниця». Статистика

за 2020–2023 рр. [18–20] відображає як зміни в обсягах перевезень, так і динаміку капітальних інвестицій, що дає уявлення про результативність здійснюваних заходів. На рисунку ці дані узагальнено на основі

відкритих джерел Eurostat і АТ «Укрзалізниця», що дає змогу наочно простежити взаємозв'язок між інвестиційною активністю і стабільністю перевезень.

Динаміка перевезень та капітальних інвестицій у залізничну інфраструктуру України (2020–2023) рр.

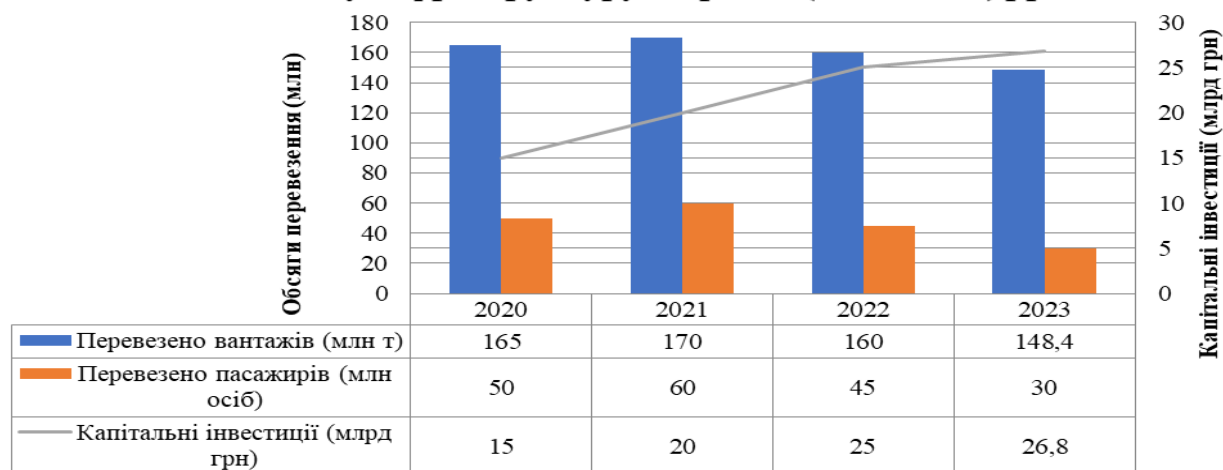


Рис. Динаміка перевезень і капітальних інвестицій у залізничну інфраструктуру України (2020–2023) рр. [18, 20]

Як свідчить аналіз рисунка, обсяг перевезень вантажів у 2023 р. скоротився на 7,25 % порівняно з 2022 р. $(148,4 - 160,0) / 160,0 \times 100 = -7,25 \%$, що вказує на негативний вплив воєнних дій на транспортну галузь. Водночас капітальні інвестиції зросли на 7,20 % $(26,8 - 25,0) / 25,0 \times 100 = 7,20 \%$, що демонструє зусилля щодо відновлення та модернізації інфраструктури. Ці показники ще раз підтверджують нагальну потребу інтеграції інноваційних технологій для підвищення ефективності та стійкості залізничного транспорту в умовах кризових ситуацій [1, 7, 13, 14].

Аналіз цих даних неминує веде до ширшого кола проблем, пов'язаних із ризиками функціонування залізничної системи. Одним із найважливіших є економічний ризик, що безпосередньо впливає на стабільність роботи галузі та реалізацію інфраструктурних проєктів.

Економічні ризики залишаються основними для стабільного функціонування галузі. Дані АТ «Укрзалізниця» за 2020–2023 рр. свідчать про нестійку динаміку доходів від перевезень та обмеженість фінансування, що підвищує ймовірність невиконання інфраструктурних проєктів і підкреслює необхідність системного підходу для планування інвестицій і оцінювання економічної ефективності [1, 18].

Технічні ризики також мають істотний вплив на безпеку і стабільність перевезень. Високий рівень зношеності колій, локомотивів і вагонів ускладнює забезпечення надійності мережі. За даними аналізу [8], стрілочні переводи та вузлові перехрестя особливо чутливі до кліматичних коливань і демонструють імовірність відмов на рівні 4–5 % на рік, що підкреслює актуальність впровадження систем предиктивного обслуговування.

Соціальні та кадрові ризики потребують не меншої уваги: недостатня кваліфікація персоналу і відтік кадрів можуть призводити до аварійних ситуацій і зниження ефективності роботи. Екологічні ризики проявляються у високому енергоспоживанні та негативному впливі на довкілля в разі використання застарілих технологій, що підкреслює необхідність модернізації [12].

Отже, комплексний характер ризиків вказує на потребу у використанні більш системних підходів для їх подолання. Важливим орієнтиром у цьому напрямі є досвід країн Європейського Союзу, де сформовані ефективні практики управління ризиками, що можуть слугувати прикладом для України. Порівняльний аналіз практик управління ризиками у країнах ЄС та Україні виявляє суттєві відмінності. В Європі активно застосовують стандартизовані системи управління ризиками (наприклад CSM-RA), що дає змогу прогнозувати аварійні події на рівні всієї мережі та ефективно розподіляти ресурси. В Україні, незважаючи на створення Комітету з управління ризиками, інтеграція таких методик на національному рівні залишається обмеженою, а оцінювання ризиків часто має фрагментарний характер [2, 12].

Інноваційні технології відіграють головну роль у підвищенні ефективності управління ризиками, адже вони забезпечують безперервний контроль стану колій і рухомого складу, дають змогу завчасно прогнозувати технічні відмови та оптимізувати процеси обслуговування [7]. Однак для досягнення довготривалої стійкості транспортної системи важливо не лише застосовувати окремі рішення, а й об'єднувати їх у цілісну інтегровану концепцію управління інфраструктурою. Ця концепція передбачає поєднання цифрових платформ управління перевезеннями, систем предиктивного обслуговування, а також технологій IoT, Big Data і штучного інтелекту, що забезпечує координацію і взаємодію всіх елементів системи, підвищує

надійність її роботи і сприяє більш ефективному розподілу ресурсів [7, 8].

На основі такої інтеграції формують концепцію «розумної» залізничної інфраструктури, яка охоплює всі рівні управління – від локальних ділянок колій до національної транспортної мережі. Вона передбачає розроблення моделей прогнозування ризиків, адаптацію управлінських практик до змінних умов експлуатації та зовнішнього середовища, а також формування єдиних стандартів взаємодії між технологічними платформами, системами безпеки та управління. Такий підхід забезпечує узгоджене функціонування всієї транспортної системи, підвищує її стійкість до кризових ситуацій і створює надійну основу для планування подальшого розвитку та модернізації залізничної інфраструктури [1, 2].

Виходячи з концептуальних засад, практичне застосування інноваційних рішень стає наступним логічним кроком. Це допомагає планувати і реалізовувати програми відновлення і модернізації залізничної інфраструктури України, особливо в постконфліктний період. Інтеграція цифрових платформ, систем предиктивного обслуговування і технологій IoT, Big Data і AI сприяє підвищенню безпеки перевезень, оптимізації використання ресурсів і забезпеченню стабільної роботи транспортної системи, що має важливе значення для економічного відновлення та розвитку галузі [1, 2, 7, 8].

Завершальним підсумком є те, що результати дослідження створюють науково-методологічну основу для подальшого вдосконалення управління ризиками та впровадження інновацій у залізничному транспорті України. Такий підхід забезпечує довгострокову стабільність, підвищує ефективність і конкурентоспроможність національної транспортної системи [1, 2].

Висновки. Дослідження підтвердило, що інтеграція інноваційних цифрових технологій у систему управління

залізничною інфраструктурою значно підвищує ефективність, безпеку і стійкість перевезень. При цьому ефективне управління ризиками потребує комплексного підходу, який урахує економічні, технічні, соціальні та екологічні аспекти, що безпосередньо впливають на стабільність роботи транспортної системи. Незважаючи на тимчасове зменшення обсягів перевезень, спостережувана інвестиційна активність створює реальні можливості для модернізації інфраструктури та зміцнення її стійкості.

Аналіз сучасних методів управління ризиками і застосування інноваційних технологій показав їхню ефективність для підвищення надійності інфраструктури, зниження аварійності та оптимізації експлуатаційних процесів. Порівняння практик управління ризиками в Європі та

Україні виявило істотні відмінності у прогнозуванні та запобіганні аварійним подіям, що підкреслює необхідність розвитку комплексної національної системи управління ризиками, здатної враховувати всі рівні та аспекти функціонування залізничної мережі.

Запропоновані підходи щодо інтеграції інновацій і формування концептуальних засад «розумної» залізничної інфраструктури створюють науково-методологічну основу для практичного впровадження в Україні. Їх використання сприяє підвищенню ефективності планування і розподілу ресурсів, зміцненню безпеки перевезень і стійкості транспортної системи, а також забезпечує умови для сталого розвитку національної інфраструктури навіть у складних кризових і невизначених умовах.

Список використаних джерел

1. Міністерство інфраструктури України. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 р. Київ: Міністерство інфраструктури України, 2019. 42 с.
2. European Union Agency for Railways. Consolidated Annual Activity Report (CAAR) 2023. Valenciennes: ERA, 146 p.
3. Kraus K., Kraus N. Virtual-Real Aspect of Economic Growth Reserves. WSEAS. *Transactions on Business and Economics*. 2021. Vol. 18. P. 569–580. DOI: <https://doi.org/10.37394/23207.2021.18.57>.
4. Sarp S., Sekmen A. Digitalization of railway transportation through AI-powered systems: a review. *European Transport Research Review*. 2024. DOI: 10.1186/s12544-024-00679-5.
5. Зеленько Ю. В., Калимбет М. В. Оцінка ризиків та надання рекомендацій щодо мінімізації їх виникнення під час перевезення вантажів залізничним транспортом. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2024. № 27. DOI: 10.15802/tstt2024/307372.
6. Тарашевський М. М. Стан управління ризиками на транспортних підприємствах України. *Вісник транспортних досліджень*. *Transport Research Bulletin*. 2020. URL: <https://oaji.net/pdf.html?n=2020/727-1603786737.pdf> (дата звернення: 25.09.2025).
7. Левків В. В., Франчук В. І., Ткачук С. М. Цифрові платформи в управлінні логістичними ланцюгами: сучасні тенденції та перспективи розвитку. *Економіка та держава*. 2025. № 5. С. 45–52. DOI: 10.32702/2306-6806.2025.5.45.
8. Kasraei A., Garmabaki A. H. S. Reliability analysis of railway assets considering the impact of geographical and climatic properties. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2024. DOI: 10.1007/s13198-024-02397-6.
9. Gubarevych O., Duer S., Melkonova I. et al. Research on and Assessment of the Reliability of Railway Transport Systems with Induction Motors. *Energies*. 2023. Vol. 16(19). P. 6888. DOI: 10.3390/en16196888.

10. Бантюков С. Є., Бантюкова С. О. Управління ризиками в системі залізничних перевезень. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті : тези стендових доповідей та виступів учасників 36-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» (Харків, 16–17 листопада 2023 р.)*. Харків, 2023. № 3. С. 19–20. URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/18545> (дата звернення: 23.09.2025).
11. Кравченко В. В. Управління ризиками на підприємствах залізничного транспорту в умовах цифрової трансформації. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 12. С. 1–15. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16028154>.
12. В УЗ запровадив Комітет з управління ризиками АТ «Укрзалізниця». *Rail.insider*. 2025. URL: <https://www.railinsider.com.ua/v-uz-zapratsyuvav-komitet-z-upravlinnya-ryzykamy-at-ukrzhalyznytysya/> (дата звернення: 23.09.2025).
13. Remyha Y. & Toniuk M. (2025). Modern concept of digitalized strategic management of the transport complex. *The Actual Problems of Regional Economy Development*. 2(21). 398–409. <https://doi.org/10.15330/apred.2.21.398-409>.
14. Zaripova R., Nikitin A., Rustamova A. Transformation of the Transport and Logistics Industry in the Context of Digital Economy Development. *Finance, Economics, and Industry for Sustainable Development*. 2024. P. 265–274. DOI: 10.1007/978-3-031-56380-5_24.
15. GMK Center. More than 60 % of Ukrainian railways infrastructure is unprofitable. *GMK Center*. 2023. URL: <https://gmk.center/en/news/more-than-60-of-ukrainian-railways-infrastructure-is-unprofitable-oleksandr-kalenkov/> (дата звернення: 24.09.2025).
16. Financial Times. Ukraine's railways struggle amid war damage. *Financial Times*. 2023. URL: <https://www.ft.com/content/de5a13d4-22f9-4409-8fc3-2842d4c37dee> (дата звернення: 24.09.2025).
17. RailFreight.com. It's practically impossible to destroy Ukrainian railway network. *RailFreight.com*. 27 Jan 2023. URL: <https://www.railfreight.com/railfreight/2023/01/27/its-practically-impossible-to-destroy-ukrainian-railway-network/> (дата звернення: 20.09.2025).
18. Статистичні дані по АТ «Укрзалізниця» за 2023–2024 роки. Міністерство розвитку громад та територій України. URL: <https://mindev.gov.ua/diialnist/napriamy/zaliznychnyi-transport/statystychni-dani-pro-ukrainsku-zaliznytsiu/statystychni-dani-po-at-ukrzhalyznytysia-za-2023-2024-roky> (дата звернення: 20.09.2025).
19. Міністерство розвитку громад та територій України. Офіційний сайт. URL: <https://mtu.gov.ua/> (дата звернення: 20.09.2025).
20. Eurostat. Transport statistics database. 2025. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data> (дата звернення: 20.09.2025).

Квасов Павло Вікторович, аспірант кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0009-0006-5572-0015. E-mail: hvac.kpv@gmail.com. Продашук Микола Вікторович, аспірант кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0002-3355-7767. E-mail: pn9920@ukr.net.

Kvasov Pavlo Viktorovich, postgraduate student of department of management of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0009-0006-5572-0015. E-mail: hvac.kpv@gmail.com. Prodashchuk Mikola Viktorovich, postgraduate student of department of railroad stations and junctions, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0000-0002-3355-7767. E-mail: pn9920@ukr.net.

Статтю прийнято 28.11.2025 р.