

О. В. Залеський,
аспірант кафедри економіки та менеджменту,
Український державний університет науки і технологій
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7780-5283>

DOI: 10.32702/2306-6814.2025.11.202

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

O. Zaleskyi,
Graduate student of the Department of Economics and Management, Ukrainian State University of Science and Technology

INNOVATIVE SOLUTIONS TO ENHANCE THE RESILIENCE AND COMPETITIVENESS OF UKRAINE'S RAILWAY TRANSPORT

Актуальність дослідження зумовлена критичним станом залізничної інфраструктури України, поглибленим війною та хронічним недофінансуванням, що потребує цифрової модернізації. Наукова новизна полягає у розробці цілісної концепції "Залізниця 4.0" із трирівневою архітектурою — інтегрованої моделі цифровізації залізниці з кількісним обґрунтуванням воєнних збитків та фінансовою дорожньою картою окупності проєктів. Методична база включає системно-структурний аналіз, статистичне моделювання, порівняння міжнародних кейсів та розрахунок СРЗР для прогнозу ринку цифрових рішень. Отримано кількісні оцінки збитків, потенціалу економії та середньорічного зростання ринку. Практична значущість проявляється у створенні дорожньої карти цифровізації УЗ, що орієнтує донорів і надає алгоритми впровадження проєктів відновлення. Запропоновані механізми фінансування, пріоритети інвестицій та модель ситуаційних центрів забезпечують підвищення стійкості мережі й прозорість управління у кризових умовах.

The article tackles the accelerating degradation of Ukraine's railway system, a problem intensified by full-scale war and decades of structural under-investment, and contends that mere physical repairs will fail unless coupled with a far-reaching digital transformation. Its originality lies in a context-specific "Railway 4.0" blueprint: a three-tier architecture that synchronises IoT sensor grids, AI-enabled predictive analytics, FRMCS-ready 5G communications and a phased transition to the European 1 435 mm gauge, presented for the first time as a single investment package. The methodological toolbox combines system-structural analysis, statistical modelling of traffic and asset losses, comparative benchmarking of German, French and Chinese digital rail programmes, and compound annual growth rate (CAGR) calculations that forecast a 10% yearly expansion of the global digital-rail market to 2032. Empirical results quantify direct wartime damage at US \$4.3 billion, identify a 20–30% potential reduction in maintenance outlays through predictive-maintenance algorithms, and demonstrate a positive net present value for thirty priority projects under conservative tariff and discount-rate scenarios. This robust financial evaluation further emphasizes the importance of well-planned investments in digital infrastructure for resilience. Practical significance is embodied

in a donor-oriented road map that sequences infrastructure hardening, cyber-secure data platforms, and situational-awareness centres, aligns them with existing World Bank, EBRD, and EIB funding windows, and offers a transparent "CAPEX versus OPEX-savings" matrix for project selection. Implementation of the recommended modules is expected to significantly enhance the efficiency and resilience of the railway network, reducing delays, increasing system availability, and improving fault-diagnosis capabilities. These improvements will strengthen logistical support for both civilian operations and defence mobility, ensuring rapid response capabilities and maintaining the continuity of essential transport services even under challenging conditions. The study therefore provides policy-makers and investors with a rigorously costed, technologically coherent pathway for rebuilding a safer, greener, and fully interoperable Ukrainian railway in line with EU standards, strengthening the nation's strategic connectivity.

Ключові слова: Цифрова трансформація, залізничний транспорт, інноваційні технології, проєктне фінансування, антикризове управління; сталий розвиток підприємств.

Key words: Digital transformation, rail transport, innovative technologies, project financing, crisis management; sustainable development of enterprises.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Виклики, що стоять перед транспортною системою України, — не лише наслідок війни, а й сукупність хронічно недофінансованої інфраструктури, структурних диспропорцій і цифрової відсталості.

По-перше, вік активів є критичним: середній строк експлуатації колій перевищує 35 років, тоді як у країнах ЄС він становить близько 18 років — це вдвічі молодша мережа [1]. По-друге, електрифікація колій залишається на рівні лише 47% (9 926 км зі 19 790 км), що нижче від середнього показника ЄС — 57,4% — отже, енергетична ефективність перевезень транспортною мережею України поступається європейській.

Війна посилює існуючу деградацію:

— Прямі руйнування — понад 507 км полотна, 126 станцій і 5,5 тис. будівель отримали пошкодження, збитки оцінили у майже \$4,3 млрд [2].

— Логістичні втрати — за оцінкою Світового банку, непрямі економічні втрати від дисфункції транспортної мережі сягнули \$26,1 млрд станом на червень 2022 р. [4].

— Зміна вантажопотоків — навіть попри рекордні 16 млн т вантажів у березні 2024 р., це лише приблизно 70% довоєнного середньомісячного рівня; половина обсягів іде на експорт через обмежені "шляхи солідарності" і вузькі місця прикордонної інфраструктури [3].

Додатковий вимір проблем — інтероперабельність з ЄС. Через різну ширину колії (1520 мм проти 1435 мм) на кордонах виникають затримки 12–36 год. Єврокомісія у 2023 р. рекомендувала будувати ділянки стандартної колії Краків/Катовіце — Львів і Ясси — Кишинів, щоб пришвидшити інтеграцію та скоротити час перетину до 2 год [4].

Не менш критичні цифрові прогалини. За внутрішньою оцінкою УЗ, лише 12% стрілочних переводів обладнано віддаленим моніторингом, а системи сигналізації рівня ERTMS/ETCS покривають менше 5% коридорів. Це різко контрастує з програмами Deutsche Bahn чи SNCF, де покриття IoT-сенсорами сягає 60–70%

вузлів. Недостатня цифрова зрілість ускладнює швидке реагування на бойові пошкодження й підвищує вартість експлуатації.

Нарешті, фінансова стійкість галузі залишається вразливою: тарифне навантаження на промисловість (план +37% у 2025 р.) уже викликає конфлікт з металургійними й аграрними вантажовідправниками, погіршуючи конкурентоспроможність експорту України. Разом із тим, міжнародні партнери (Світовий банк, ЄБРР, ЄІБ) спрямовують гранти й кредити (наприклад, \$50 млн RELINC та \$432 млн DRIVE) на відновлення та цифрову трансформацію, проте потреби оцінюються у > \$15 млрд до 2030 р. [4].

Отже, стратегічна дилема полягає не лише в ремонті зруйнованого, а у створенні "залізниці 4.0": мережі з високим рівнем автоматизації, прогнозним обслуговуванням, кіберстійкими комунікаціями (FRMCS 5G) та інтегрованою з європейським простором 1435 мм колією. Враховуючи низьку базу та "ефект стрибка", Україна унікально позиційована, щоб замінити застарілі активи технологіями нового покоління без "тягаря" попередніх інвестицій, перетворивши кризу на шанс модернізувати інфраструктуру за принципами зеленої та цифрової трансформації.

Серед науковців, що активно розробляють теоретичні й прикладні аспекти цифрової трансформації процесу управління залізничним транспортом, варто відзначити як зарубіжних, так і українських дослідників. До цієї групи належать, зокрема, В. Дикань, І. Токмакова, Т. Чаркіна, Л. Марценюк, В. Задоя, М. Корінь, В. Компанієць, Г. Обруч, В. Овчиннікова, В. Торопова, О. Чередишніченко, І. Войтов, Я. Паламарчук та інші, чії роботи формують сучасний науковий дискурс у цій галузі.

Цифрова трансформація залізничного транспорту нині — це глобальний тренд. Науковці зауважують, що цифровізація є рушійною силою інноваційних змін у галузі: вона виходить за рамки одноразових ІТ-проєктів і стає безперервною бізнес-діяльністю, що підвищує продуктивність і конкурентоспроможність підприємств.



Рис. 1. Регіональний розподіл світового ринку цифрових залізниць, 2023 р.

Джерело: розробка автора на основі [12].

В Україні також сформовано дослідження стратегії розвитку залізничних підприємств на основі технологій цифровізації. Зокрема Чаркіна Т., Задоя В. аналізують, як цифровий менеджмент і маркетинг стають ключовими факторами ефективного функціонування підприємств у нових економічних умовах. Вони підкреслюють необхідність адаптації традиційних бізнес-моделей до цифрових реалій, впровадження інноваційних технологій та розвитку цифрових компетенцій у персоналу. Особлива увага приділяється впливу цифровізації на транспортну галузь, зокрема залізничний транспорт, де цифрові інструменти сприяють оптимізації логістичних процесів, підвищенню ефективності управління та покращенню взаємодії з клієнтами [5].

Автори у дослідженні [6] виділяють основні напрями: мобільні сервіси для пасажирів, прогнозне обслуговування рухомого складу, концепції "mobility as a service", автоматизацію диспетчеризації і "інтернет поїздів". Автори підкреслюють, що цифрові рішення дозволяють оптимізувати трафік, підвищити пропускну здатність та безпеку перевезень, а також покращити інтеграцію бізнес-процесів (наприклад, персоналізацію сервісів).

У світовій практиці існує багато прикладів амбітних програм цифровізації залізниць. Так, Deutsche Bahn запустила проєкти з використання ШІ й Інтернету речей (IoT) для моніторингу стану колій і локомотивів [7].

Компанія DB Digital Ventures розробляє платформи на основі "великих даних", AI та IoT для оптимізації перевезень [7].

Французький оператор SNCF тестує рішення на основі блокчейну для електронних квитків (цифрові ID пасажирів) [8].

У Японії JR-EAST має 20-річний план "технологічних інновацій", спрямований на транспортну революцію за рахунок IoT, великих даних і AI. Китайська державна "China Railway" у новій 14-й п'ятирічці ставить завдання розробити "інтелектуальні залізниці 2.0" з глибоким впровадженням BIM, Big Data, IoT, AI та сучасних комунікацій [9].

За даними опитувань McKinsey/UIC (2024), залізничні компанії вже впроваджують близько 20 ключових кейсів для AI і аналітики, фокусуючись на своєчасності руху, безпеці та ефективності операцій [10]. Це може принести глобальний ефект \$13—22 млрд на рік.

Таким чином, наукові дослідження свідчать: цифрові технології (IoT, AI, Blockchain, 5G тощо) здатні радикально поліпшити безпеку та продуктивність залізничного транспорту.

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є визначення та обґрунтування інноваційних цифрових рішень, спрямованих на підвищення стійкості, ефективності та міжнародної конкурентоспроможності інфраструктури залізничного транспорту України в умовах сучасних геополітичних, економічних й технологічних викликів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Світові лідери залізничної галузі активно застосовують цифрові технології. У Deutsche Bahn IoT-сенсори встановлено на поїздах і на інфраструктурі для безперервного моніторингу параметрів (температури, вібрацій, тиску тощо); ці дані аналізуються на AI-платформі для прогнозного обслуговування гальм, коліс та інших вузлів.

Це знижує аварійність і простої. Аналогічні системи на колесах і рейках застосовує і Network Rail (Великобританія). У Франції SNCF використовує дрони з AI-камерою для огляду мостів і тунелів.

З урахуванням цього національні стратегії цифровізації (Німеччини, Китаю, Японії) визначають пріоритети вбудовування AI/IoT у всі ланки залізничної інфраструктури [11].

IoT-системи — це сенсори й пристрої, підключені до інтернету, що збирають інформацію про стан рухомого складу, колій та обладнання. Завдяки цьому можна організувати прогнозне обслуговування: датчики виявляють аномалії (наприклад, незвичну вібрацію осей чи нагрів) і повідомляють про це у реальному часі.

Відомий кейс — система KONUX, яка встановлює бездротові датчики на стрілочні переводи для оптимізації ремонтів. У Дойче Бан провідні IoT-проєкти реалізуються в співпраці з IT-компаніями (наприклад, DB Systemtechnik, DB Digital Ventures).

В Азії близько 35% ринку цифрових залізниць (2023) належить країнам Азіатсько-Тихоокеанського регіону (рис. 1) [12].



Рис. 2. Провідні напрямки застосування AI-драйвінгової предиктивної діагностики в залізничній галузі

Джерело: розробка автора.

IoT також покращує безпеку: наприклад, в Європі встановлюють "розумні" будиночки в машинних депо з датчиками газу і температури, щоб попередити пожежі та вибухи.

В Україні ЄБРР та ООН вже підтримують проекти з впровадження цифрових рейкових датчиків та систем контролю. Таким чином, IoT надає дані для аналізу штучним інтелектом — сполучена система забезпечує безперебійний зв'язок між фізичним світом (потяги, рейки) та цифровими моделями.

AI і машинне навчання використовуються для обробки великих обсягів даних із сенсорів і дронів. Наприклад, алгоритми машинного навчання виявляють закономірності в даних сенсорів на колесах і можуть прогнозувати вихід осі з ладу за тижні до події. Це дозволяє заощаджувати 20—30% витрат на екстрені ремонти та зменшувати час простою до 30—50% [12].

Алгоритми AI оптимізують розклад потягів та рух поїздів на пошкоджених вузлах, мінімізуючи затримки і споживання енергії. Моделі штучного інтелекту також застосовують для аналітики пасажирських потоків: на їх основі покращується планування перевезень і сервіс (наприклад, SNCF впроваджує AI для обслуговування користувачів через мобільні додатки). Генеративні AI (ChatGPT-подібні) розглядаються як допомога диспетчерам та службі безпеки, наприклад, для швидкого аналізу аварійних дзвінків чи оптимізації роботи команд руху (рис. 2).

Блокчейн здатен забезпечити прозорість логістичних ланцюгів та захист персональних даних пасажирів.

Такі системи запобігають шахрайству з квитками і підвищують довіру користувачів до е-квитка. У вантажних перевезеннях блокчейн пропонує "розумні контракти" — автоматизовану реєстрацію розвантаження/завантаження вхідних і вихідних логістичних вузлів. Хоча в Україні такі технології на початковому етапі, їх перспективність велика. Застосування блокчейну може також розв'язати проблему довіри при міжнародних перевезеннях (наприклад, через електронну акредитацію вагона та вантажу).

Враховуючи вищезазначене, основними напрямками цифровізації Укрзалізниці мають стати:

- 5G/4G покриття колій (уже діє пілот LTE-проект для підвищення мобільної зв'язності в поїздах);
- розгортання IoT-платформи "розумного тягового депо" з датчиками усіх вагонів і локомотивів; централізована цифрова диспетчерська (на основі AI) для моніторингу руху та пасажирського навантаження;
- єдиний "цифровий двійник" інфраструктури, що дозволяє моделювати роботу мережі в реальному часі (прикладом є DB Systemtechnik — вони створили цифрову модель колії та мостів для віддаленого моніторингу).

Українські розробники можуть долучитись до цих проєктів, формуючи галузевий IT-кластер (як пропонує концепція "інжиніринг-логістичного центру").

Слід також розвивати кібербезпеку — захищені канали зв'язку для управління рухом (блокчейн-підтвердження телекоманд) і сертифікацію даних.

До перспективних інновацій можна віднести використання дронів з LIDAR/AI для цілодобового моніторингу ліній, а також тепловізійну діагностику контактних мереж за допомогою роботизованих платформ. Україна має адаптувати кращі практики: наприклад, створити дорожню карту цифрової трансформації з урахуванням систем Індустрія 4.0, як це зроблено в багатьох країнах.

З метою оцінки, наскільки щороку зростає вартість світового ринку цифрових залізничних технологій, доцільно застосувати стандартну формулу СРЗР (середньорічного темпу):

$$\text{СРЗР} = \left(\frac{Y_n}{Y_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

де — Y_0 — початкове значення показника;

Y_n — значення наприкінці періоду;

n — кількість років.

Наприклад, якщо світовий ринок цифрових залізниць у 2023 р. оцінено у \$69,8 млрд, а до 2032 р. він має

Таблиця 1. Технологічний інструментарій концепції "Залізниця 4.0" для підвищення ефективності та стійкості залізничного транспорту

ТЕХНОЛОГІЯ	КЛЮЧОВІ ЗАСТОСУВАННЯ	ОЧІКУВАНІ ПЕРЕВАГИ	ПРИКЛАДИ (СВІТОВІ/УКРАЇНА)
<i>IoT</i>	Моніторинг стану колії, датчики на вагонах і локомотивах	Прогнозне обслуговування, підвищення безпеки, своєчасний ремонт	DB (система KONUX на стрілках), UZ (проект 4G/5G на коліях) [13]
<i>AI</i>	Передбачувальне обслуговування (ML), оптимізація графіків, диспетчеризація	Зниження витрат на аварійні ремонти, зменшення простоїв, енергоефективність	SNPF (дрони + AI для інспекції) [12]; McKinsey/UIP - 20 ключових кейсів глобально [14]
<i>Blockchain</i>	Е-квиток (цифрові ID), відстеження вантажів	Прозорість операцій, захист даних, автоматизація логістики	SNPF (тести блокчейн-квитків) [8]; потенційно - цифрова ділянка УЗ
<i>5G/мобільний зв'язок</i>	Зв'язок поїзда з диспетчерським центром, широкосмуговий інтернет у вагонах	Швидка передача даних, низькі затримки, покращена комунікація	Проект Мінцифри/УЗ: охоплення залізниці 4G LTE [13]

Джерело: розробка автора.

досягти \$165,4 млрд [11], то за розрахунком отримаємо 10,06 %. Таке швидке зростання означає великий інвестиційний і науковий інтерес.

Залізнична мережа Китаю давно перетворилася на опорний каркас як національної, так і міської транспортної структури країни. Особливо вирізняється сегмент швидкісного руху: понад 37 тис. км колій — це приблизно дві третини всіх світових високошвидкісних магістралей. Держави Азійсько-Тихоокеанського регіону не лише активно модернізують існуючі лінії, підвищуючи експлуатаційну ефективність, а й готуються до рекордного урбанізаційного стрибка, що потребуватиме ще більших транспортних потужностей.

За інформацією India Brand Equity Foundation, у 2018—2022 рр. в залізничний сектор Індії було спрямовано близько 124 млрд дол. США — удвічі більше, ніж у 2012—2017 рр. (58,96 млрд дол. США). Такий масштаб фінансування неминуче підживлює попит на цифрові рішення для управління інфраструктурою та перевезеннями [9].

Паралельно зростають і технологічні ініціативи. У листопаді 2022 р. консорціум японських корпорацій презентував open-source-платформу для приватних мереж 5G, що здешевлює побудову вузлових 5G-сегментів. У серпні 2022 р. IBM та VMware поглибили стратегічне партнерство, допомагаючи клієнтам пришвидшити IT-модернізацію. А з запуском лінії Китай — Лаос (січень 2022 р.) Пекін зробив черговий крок до формування глобальної залізничної "павутини": рішення Huawei забезпечують "розумну" експлуатацію колії, а разом із лаоськими провайдерами компанія розгорнула високошвидкісну телеком-мережу вздовж маршруту. Безперервні вкладення у смарт-інфраструктуру стають драйвером зростання регіонального ринку АТР [9].

Світовий перехід до економіки знань каталізує глибоку цифрову трансформацію і в українському залізничному секторі. Галузі потрібні безперервні інновації, що спираються на дані, штучний інтелект і мережеву взаємодію. Реформування бізнес-логіки підприємств, зокрема АТ "Укрзалізниця", вимагає переосмислення корпоративної моделі та створення єдиної цифрової платформи — інноваційного порталу, який:

— спрощує ключові процеси (від НДДКР до сервісного супроводу);

— генерує та обробляє Big Data для операційної оптимізації;

— забезпечує механізми smart-маркетингу й персоналізованих пропозицій.

Ефективне стратегічне управління неможливе без інтегрованого інформаційного простору, що поєднає всі регіональні філії та профільні підрозділи. Серцем такої екосистеми має стати Decision Support System (DSS) — клас автоматизованих систем підтримки рішень. Її архітектура включає:

— Сховище даних (Data Warehouse) — консолідована база, що синхронізує різноформатну інформацію про діяльність компанії.

— Business Intelligence-інструменти — аналітичний софт для обробки великих масивів даних у форматі OLAP-запитів, Data Mining тощо.

— Компоненти COMFAR, BEST, FIT та інші спеціалізовані модулі для техніко-економічного, стратегічного та фінансового аналізу.

На практиці це означає формування інтегрованого дата-банку й мережі ситуаційних центрів, спроможних у режимі 24/7 оцінювати вплив факторів зовнішнього середовища та оперативно коригувати інноваційні ініціативи.

Технологічні пріоритети

1. Цифрове проектування й виробництво. Інтеграція CAD/CAM/CAE-платформ, роботизованих ліній та IoT-сенсорики.

2. Розумна логістика. Автоматизований контроль ланцюгів постачання, адаптивне планування маршрутів і ресурсів.

3. Підтримка рішень у кризових умовах. Моделювання сценаріїв, швидке перерозподілення активів, прогнозування наслідків подій високої невизначеності.

Цифрова трансформація успішна лише за умови гнучкої та мотивованої команди. Для дистанційного й змішаного навчання фахівців доцільно залучати платформи Webinar, Comdi, Acrobat Connect Pro, Mirapolis, Virtual Room, eLearning Server, iMind, iWebinar, Moodle.

Курси мають поєднувати технічну підготовку з тренінгами швидкого реагування у надзвичайних ситуаціях.

Повномасштабна війна висуває підвищені вимоги до стійкості інфраструктури. Інтелектуально-інформаційні рішення повинні:

- підтримувати оперативне перекидання військ, техніки й гуманітарних вантажів;
- забезпечувати безперебійну роботу під час обстрілів та кібер-атак;
- містити мобільні сервіси для інформування населення про зміни графіка чи евакуаційні можливості.

ВИСНОВОК

Побудова захищеної та гнучкої цифрової платформи "Укрзалізниці" стає стратегічним "якорем" безпеки й мобільності держави. У мирний період вона забезпечить повну прозорість ланцюгів постачання, оптимізує використання рухомого складу й енергоресурсів, підвищить якість обслуговування пасажирів завдяки персоналізованим цифровим сервісам і скоротить часові втрати, пов'язані з паперовим документообігом. Водночас платформа створить передумови для швидкого масштабування інновацій — від впровадження автоматизованих систем керування тягами до використання прогнозової аналітики для ремонту інфраструктури, що підвищить економічну стійкість галузі та її конкурентоспроможність на міжнародних коридорах.

У кризових та воєнних умовах значення платформи зростає експоненційно: завдяки багаторівневому кіберзахисту вона мінімізує ризики зовнішніх втручань і кібератак, водночас інтегрована DSS-архітектура й масиви великих даних забезпечують ситуаційним центром цілодобове моделювання сценаріїв, оперативне перерозподілення рухомого складу та ресурсів, а також координацію гуманітарних і військових перевезень у режимі реального часу.

Така функціональна надбудова дає змогу своєчасно реагувати на руйнування інфраструктури, забезпечувати безперервність критичних логістичних потоків і підтримувати мобільність населення навіть під час масштабних загроз.

Для повної реалізації потенціалу цифрової трансформації необхідно синхронно вирішити три першочергові завдання:

- розгорнути комплексну систему кібероборони з адаптивною реакцією на нові типи загроз;
- поглибити інтеграцію рішень DSS та аналітики Big Data у процеси стратегічного планування й оперативного управління;
- запустити системні програми підвищення кваліфікації персоналу з фокусом на цифрові компетенції, управління інноваціями та кризовий менеджмент.

Тільки збалансоване поєднання технологічної інфраструктури, даних і висококваліфікованих кадрів сформує потужну, адаптивну залізничну систему, що стане опорою обороноздатності, економічної витривалості та сталого розвитку України.

Література:

1. Eurostat. Characteristics of the railway network in Europe. Statistics Explained [Електронний ресурс]. Люксембург: Publications Office of the European Union, 2025.

23 с. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/124859.pdf> [Дата звернення: 27.04.2025].

2. World Bank. World Bank approves \$50 million grant to help repair transport infrastructure in Ukraine [Електронний ресурс]. 10 лютого 2023 р. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/02/10/world-bank-approves-50-million-grant-to-help-repair-transport-infrastructure-in-ukraine> [Дата звернення: 27.04.2025].

3. Інтерфакс-Україна. Ukrzaliznytsia sets another record by transporting 16 million tonnes of cargo in March — Kubrakov [Електронний ресурс]. URL: <https://en.interfax.com.ua/news/economic/977409.html> [Дата звернення: 27.04.2025].

4. Європейська комісія. Study sets out step-by-step plan for better EU rail connections with Ukraine and Moldova [Електронний ресурс]. URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/study-sets-out-step-step-plan-better-eu-rail-connections-ukraine-and-moldova-2023-07-10_en [Дата звернення: 27.04.2025].

5. Чаркіна Т. Ю., Задоя В. О. Діджитал менеджмент та маркетинг як центральний фактор цифрової економіки. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2024. № 88. С. 100—108. DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.88.326974>.

6. Корінь М. В., Остапюк Б. Б., Романюк А. В. Цифровий розвиток підприємств залізничного транспорту: стратегічний аспект. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2023. № 84. С. 63—72. DOI: [10.18664/btie.84.301331](https://doi.org/10.18664/btie.84.301331).

7. Redress Compliance. How Deutsche Bahn Uses AI for Predictive Maintenance on Its Trains [Електронний ресурс]. URL: redresscompliance.com [Дата звернення: 15.02.2025].

8. CoinGeek. Firms flaunt blockchain's utility in transportation, maritime [Електронний ресурс]. 2025. URL: <https://coingeek.com/firms-flaunt-blockchain-utility-in-transportation-maritime/> [Дата звернення: 27.04.2025].

9. Pessarlay, W. Firms flaunt blockchain's utility in transportation, maritime. Coingeek, 7 лютого 2025. URL: coingeek.com [Дата звернення: 15.02.2025].

10. Chapuis, R., Melnikov, L., Sandri, N. The journey toward AI-enabled railway companies. McKinsey & Company. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com> [Дата звернення: 15.02.2025].

11. Dimension Market Research. Digital Railways Market to Surge at 10.1% CAGR by 2033 [Електронний ресурс]. URL: dimensionmarketresearch.com [Дата звернення: 15.02.2025].

12. VLink Info. AI in Railways: Predictive Analytics for Maintenance [Електронний ресурс]. URL: <https://vlinkinfo.com/blog/ai-in-railways/> [Дата звернення: 27.04.2025].

13. Кондрашов В. 4G на залізниці та в поїздах — проєкт Мінцифри та Укрзалізниці [Електронний ресурс]. NV Бізнес, 1 червня 2021. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/tech/4g-na-zaliznici-ta-v-pojizdah-proekt-mincifri-ta-ukrzaliznici-novini-ukrajini-50163151.html> [Дата звернення: 27.04.2025].

14. McKinsey & Company. The journey toward AI-enabled railway companies [Електронний ресурс]. McKinsey & Company: Infrastructure Insights, 7 березня 2024. URL: www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-journey-toward-ai-enabled-railway-companies [Дата звернення: 27.04.2025].

References:

1. Eurostat (2025), "Characteristics of the railway network in Europe", available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/124-859.pdf> (Accessed 27 April 2025).

2. World Bank (2023), "World Bank approves \$50 million grant to help repair transport infrastructure in Ukraine", available at: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/02/10/world-bank-approves-50-million-grant-to-help-repair-transport-infrastructure-in-ukraine> (Accessed 27 April 2025).

3. Interfax-Ukraine (2024), "Ukrzaliznytsia sets another record by transporting 16 million tonnes of cargo in March — Kubrakov", available at: <https://en.interfax.com.ua/news/economic/977409.html> (Accessed 27 April 2025).

4. European Commission (2023), "Study sets out step-by-step plan for better EU rail connections with Ukraine and Moldova", available at: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/study-sets-out-step-by-step-plan-better-eu-rail-connections-ukraine-and-moldova-2023-07-10_en (Accessed 27 April 2025).

5. Charkina, T.Yu. and Zadoia, V.O. (2024), "Digital management and marketing as a central factor of the digital economy", *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, vol. 88, pp. 100—108.

6. Korin', M.V., Ostapiuk, B.B. and Romaniuk, A.V. (2023), "Digital development of railway transport enterprises: strategic aspect", *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, vol. 84, pp. 63—72.

7. Redress Compliance (2023), "How Deutsche Bahn uses AI for predictive maintenance on its trains", available at: <https://redresscompliance.com> (Accessed 15 February 2025).

8. CoinGeek (2025), "Firms flaunt blockchain's utility in transportation, maritime", available at: <https://coingeek.com/firms-flaunt-blockchain-utility-in-transportation-maritime/#:~:text=SNCF%2C%20France's%20national%20rail%20operator%2C,-identification%20data%20and%20seating%20arrangements> (Accessed 27 April 2025).

9. Pessarlay, W. (2025). "Firms flaunt blockchain's utility in transportation, maritime" [Online], Coingeek, 7 February. Available at: <https://coingeek.com/firms-flaunt-blockchain-utility-in-transportation-maritime> (Accessed 15 February 2025).

10. Chapuis, R., Melnikov, L. and Sandri, N. (2024), "The journey toward AI-enabled railway companies", McKinsey & Company, [Online], available at: <https://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-journey-toward-ai-enabled-railway-companies#:~:text=A%20recent%20report%2C%20The%20journey,in%20impact%20a%20year%2C%20globally> (Accessed 15 February 2025).

11. Dimension Market Research (2023), "Digital Railways Market to surge at 10.1% CAGR by 2033", available at: <https://dimensionmarketresearch.com> (Accessed 15 February 2025).

12. VLink Info (2025), "AI in Railways: Predictive analytics for maintenance", available at: <https://vlinkinfo.com/blog/ai-in-railways/> (Accessed 27 April 2025).

13. Kondrashov, V. (2021), "4G on railways and in trains — project of Ministry of Digital Transformation and Ukrzaliznytsia", available at: <https://biz.nv.ua/ukr/tech/4g-na-zaliznici-ta-v-pojizdah-proekt-mincifri-ta-ukrзалізниця-novini-ukrajini-50163151.html#:~:text=Міністерство%20цифрової%20трансформації%20України%20та%20А0Укрзалізниця,року%20планується%20залучити%20бюджетне%20фінансування> (Accessed 27 April 2025).

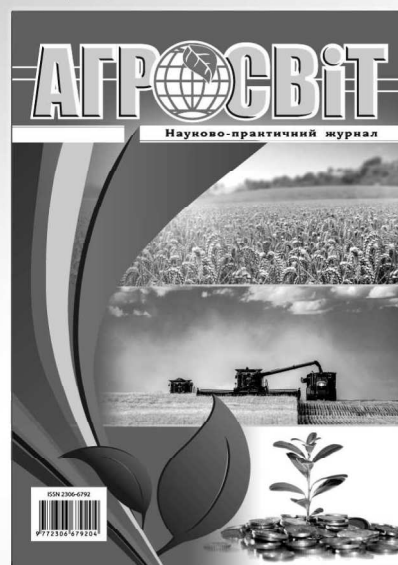
14. McKinsey & Company (2024), "The journey toward AI-enabled railway companies", available at: <https://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-journey-toward-ai-enabled-railway-companies#:~:text=A%20recent%20report%2C%20The%20journey,in%20impact%20a%20year%2C%20globally> (Accessed 27 April 2025).

Стаття надійшла до редакції 11.05.2025 р.

АГРОСВІТ

<https://nayka.com.ua>

Передплатний індекс: 23847



Виходить 24 рази на рік

**Журнал включено до переліку
наукових фахових видань України
з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)**

Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292