

## АНОТАЦІЯ

*Залеський О. В.* Цифровізація як стратегічний напрямок розвитку залізничного транспорту. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка» (галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»). – Український державний університет науки і технологій, Дніпро, 2026.

Дисертацію присвячено розв'язанню актуальної науково-прикладної проблеми формування цілісної системи цифрового управління залізничним транспортом України в умовах воєнного стану, коли цифровізація стає інструментом забезпечення стійкості операцій, безпеки, енергоефективності та сервісної конкурентоспроможності. Обґрунтовано, що наявні організаційно-економічні механізми управління цифровими змінами мають фрагментарний характер, недостатньо інтегровані між собою та не повною мірою враховують турбулентність середовища і ризики воєнного часу, а отже, потребують методологічного переосмислення й інструментального посилення через перехід до комплексного цифрового менеджменту та програмно-проектної координації трансформації.

Мета дослідження полягає у науковому обґрунтуванні та розробленні теоретико-методологічних і практичних засад управління цифровою трансформацією підприємств залізничного транспорту в умовах воєнного стану для забезпечення їхньої стійкості, ефективності та конкурентоспроможності. Відповідно до мети сформульовано завдання, спрямовані на уточнення змісту цифрового управління, обґрунтування ролі державного регулювання та публічно-приватного партнерства, діагностику цифрової зрілості, аналіз організаційно-економічних механізмів цифрових змін, розроблення інструментарію ризик-орієнтованого оцінювання, створення алгоритмічного прогнозування пасажиропотоку та формування практичних рекомендацій щодо впровадження інтегрованої системи цифрового менеджменту.

У першому розділі («Цифровізація залізничного транспорту як предмет дослідження») розкрито сутність цифровізації та її роль у ринковій економіці, показано вплив цифрових рішень на конкурентоспроможність пасажирських перевезень і потенціал підвищення ефективності вантажної компоненти, систематизовано міжнародні тенденції цифровізації залізниць.

На цій основі цифрова трансформація обґрунтована як узгоджений комплекс стратегічних, інституційних і технологічних рішень, що вимагає переходу від локальних автоматизацій до цільової архітектури даних і управління. У межах розділу адаптовано концепцію «Залізниця 4.0» до українського контексту через посилення кіберстійкості, компонентів ситуаційної обізнаності та вимірів сталого розвитку, що переводить її з декларативного рівня в рамках управлінської реалізації цифрових змін.

Теоретичні засади публічно-приватного партнерства розвинено з акцентом на залучення міжнародних інституцій і пристосування інструментів ППП до середовища високих ризиків та обмежених ресурсів. Також у логіці розділу сформовано управлінське бачення «процесів 4.0» для залізничних підприємств (логістика, інфраструктура, вокзальний комплекс, інтелектуальні транспортні системи, сервіс), що дає підстави трактувати цифровізацію як механізм перетворення якості інформування, комфорту й передбачуваності поїздок на економічну результативність і лояльність пасажирів.

У другому розділі («Вплив сучасного ринку на впровадження цифровізаційних технологій на залізниці») виконано аналіз функціонування залізничних перевезень в умовах кризи та воєнних викликів, оцінено вплив цифровізації на зміну параметрів роботи галузі, визначено перспективи інноваційної логістичної інфраструктури в системі мультимодальних перевезень.

Центральним результатом розділу стала розробка моделі оцінювання рівня цифрової зрілості підприємств залізничного транспорту, яка охоплює не лише технологічні компоненти, а й управлінські та кадрові чинники, що

принципово важливо для галузі з високою часткою регламентованих процесів і критичної інфраструктури.

Доведено, що цифровізація на практиці має локально-проектний і фрагментарний характер, а отже потребує інтегрованої управлінської координації, єдиної архітектури даних і системи показників результативності.

У розвиток інструментарію управління в розділі посилено ризик-орієнтований компонент оцінювання цифрових змін через підхід до формування реєстру критичних ризиків (включно з воєнними загрозами) та експертне оцінювання ймовірності й впливу, що дозволяє обґрунтовувати пріоритети інвестування та узгоджувати цифрові ініціативи з безпековими обмеженнями.

У третьому розділі («Цифрова трансформація інфраструктури пасажирського господарства залізниці») обґрунтовано напрями цифровізації пасажирської інфраструктури, розкрито управлінську логіку модернізації пасажирського комплексу та місце алгоритмічних моделей у цифровому управлінні.

У розділі запропоновано інтегровану трирівневу модель цифрової модернізації пасажирської інфраструктури, яка поєднує стратегічний, тактичний та операційний рівні й враховує вимоги стійкості, енергоефективності та клієнтоорієнтованості; завдяки цьому цифрові зміни подано як керовану систему, а не як сукупність розрізнених ІТ-впроваджень.

Для практичної реалізації стратегії сформовано портфельну структуру управління цифровою трансформацією за п'ятьма базовими напрямками (цифрова інфраструктура; аналітичні системи та дані; цифровий двійник; клієнтські сервіси та платформи мобільності; цифрові компетенції персоналу), координація яких покладається на Раду з цифрової трансформації залізниці, що забезпечує узгодження державної політики, корпоративного менеджменту та технічних підсистем.

Обґрунтовано доцільність гібридної моделі управління проектами для синхронізації будівельно-монтажних фаз із ітераційними цифровими релізами та підвищення адаптивності програми модернізації в турбулентному

середовищі. Удосконалено алгоритмічну модель прогнозування пасажиропотоку на основі методів машинного навчання (рекурентних нейронних мереж) і оптимізації, адаптовану до нестабільності транспортних потоків у воєнний період, що розширює можливості сценарного планування доходів і ресурсів.

У межах розділу також посилено економічну аргументацію цифрових інвестицій через удосконалення підходу до оцінювання ефективності цифрової трансформації із застосуванням показника економічної чистої приведеної вартості (ENPV) та сценарного моделювання з урахуванням воєнних ризиків, а сформована система управління ризиками цифрової трансформації підкреслює критичність поєднання гнучкого планування з посиленими механізмами кіберзахисту.

Практичне значення результатів полягає у можливості застосування запропонованих теоретико-методичних і прикладних рішень для побудови моделі цифрового управління, діагностики цифрової зрілості, оптимізації процесів перевезень, підвищення соціально-економічної ефективності та стійкості залізничного транспорту.

Окремі положення та рекомендації використано у діяльності підприємства транспорту, а також у навчальному процесі університету в межах профільних дисциплін, що підтверджує прикладну придатність запропонованої системи цифрового менеджменту.

*Ключові слова:* цифровізація, залізничний транспорт, управління, транспортна інфраструктура, сталий розвиток, воєнний стан, пасажирські перевезення, цифрова зрілість, LSTM-мережі, конкурентоспроможність, ризики, мультимодальні перевезення, публічно-приватне партнерство, інтелектуальні транспортні системи, інклюзивність.

## ABSTRACT

*Zaleskyi O. V.* Digitalisation as a Strategic Priority in the Development of Railway Transport. – Qualifying scientific work on manuscript rights

Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy on the specialty 051 Economics (Field of Knowledge 05 – Social and Behavioural Sciences). – Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, 2026.

The dissertation addresses the resolution of a pressing applied research problem concerning the formation of an integrated system of digital management for Ukraine's railway transport under wartime conditions, where digitalisation serves as a key instrument for ensuring operational resilience, safety, energy efficiency, and service competitiveness. It is substantiated that the existing organisational and economic mechanisms for managing digital change are fragmented, insufficiently integrated, and do not fully account for environmental turbulence and wartime risks; therefore, they require methodological rethinking and instrumental strengthening through a transition to comprehensive digital management and programme- and project-based coordination of transformation.

The aim of the study is to provide a scientific justification and to develop theoretical, methodological, and practical foundations for managing the digital transformation of railway transport enterprises under conditions of martial law in order to ensure their resilience, efficiency, and competitiveness. In accordance with this aim, the research objectives include clarifying the content of digital management; substantiating the role of state regulation and public-private partnership; diagnosing digital maturity; analysing organisational and economic mechanisms of digital change; developing risk-oriented assessment tools; creating algorithmic models for

passenger flow forecasting; and formulating practical recommendations for the implementation of an integrated digital management system.

In the first chapter (“Digitalisation of Railway Transport as an Object of Research”), the essence of digitalisation and its role in a market economy are examined, the impact of digital solutions on the competitiveness of passenger transport and the potential for improving the efficiency of freight operations is demonstrated, and international trends in railway digitalisation are systematised.

The second chapter (“The Impact of the Contemporary Market on the Implementation of Digitalisation Technologies in Railways”) analyses the functioning of railway transport under crisis conditions and wartime challenges, assesses the impact of digitalisation on changes in sectoral performance parameters, and identifies prospects for innovative logistics infrastructure within multimodal transport systems. The central outcome of this chapter is the development of a model for assessing the level of digital maturity of railway transport enterprises, which encompasses not only technological components but also managerial and human-resource factors—an aspect of fundamental importance for a sector characterised by a high proportion of regulated processes and critical infrastructure. It is demonstrated that, in practice, digitalisation remains predominantly localised and project-based, and thus requires integrated managerial coordination, a unified data architecture, and a coherent system of performance indicators.

In the third chapter (“Digital Transformation of the Passenger Infrastructure of Railways”), the directions of digitalisation of passenger infrastructure are substantiated, the managerial logic of modernising the passenger complex is revealed, and the role of algorithmic models in digital management is determined. The chapter proposes an integrated three-level model of digital modernisation of passenger infrastructure, combining strategic, tactical, and operational levels and taking into account requirements for resilience, energy efficiency, and customer orientation; this approach presents digital change as a controllable system rather than a set of disparate IT implementations. The expediency of a hybrid project management model is justified in order to synchronise construction and installation phases with iterative

digital releases and to enhance the adaptability of modernisation programmes in a turbulent environment. The algorithmic model for passenger flow forecasting based on machine learning methods (recurrent neural networks) and optimisation techniques is further developed and adapted to the instability of transport flows during wartime, thereby expanding the possibilities for scenario-based planning of revenues and resources. Within this chapter, the economic justification of digital investments is also strengthened through the refinement of approaches to evaluating the effectiveness of digital transformation using the indicator of economic net present value (ENPV) and scenario modelling that accounts for wartime risks, while the proposed digital transformation risk management system highlights the critical importance of combining flexible planning with enhanced cyber-security mechanisms.

The practical significance of the research findings lies in the possibility of applying the proposed theoretical, methodological, and applied solutions to develop a digital management model, diagnose digital maturity, optimise transport processes, and enhance the socio-economic efficiency and resilience of railway transport.

*Keywords:* digitalisation, railway transport, management, transport infrastructure, sustainable development, wartime conditions, passenger transport, digital maturity, LSTM neural networks, competitiveness, risks, multimodal transport, public-private partnership, intelligent transport systems, inclusiveness.