

УДК 658:656.2

DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.88.325013>

РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ: МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ

Островерх Г. Є., асистент (УкрДУЗТ)



У статті з'ясовано, що під впливом посилення геополітичної напруженості в результаті ескалації воєнних конфліктів, агресивного підвищення процентних ставок центральними банками, посилення нестабільності на енергетичних ринках та порушення ланцюгів поставок відбулося прискорення інфляції і зниження економічної активності підприємств та країн. Відзначено, що ускладнення геополітичної та економічної ситуації і продовження бойових дій суттєво дестабілізує українські підприємства залізничного транспорту, які потребують колосальних ресурсів для підтримки нормального протікання операційних процесів і вкрай залежні від державної допомоги та залучення нових джерел фінансування. Зважаючи на вагомую роль інфраструктурних проєктів у підтримці стабільності економіки, досліджено досвід країн щодо реалізації проєктних ініціатив у сфері розвитку залізничного транспорту. Виявлено, що нині відбувається ініціація та активна реалізація низки важливих проєктів у сфері залізничного транспорту, пов'язаних із модернізацією та реконструкцією залізничної інфраструктури, впровадженням і розширенням мережі високошвидкісного сполучення, застосуванням цифрових рішень, розробленням та використанням екологічно чистого рухомого складу, реалізацією принципів безшовної та беззуглецевої мобільності. Розкрито методичні аспекти щодо оцінювання ефективності системи управління розвитком підприємств залізничного транспорту.

Ключові слова: управління, розвиток, підприємства залізничного транспорту, глобальні трансформації, методичний підхід.

DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF GLOBAL TRANSFORMATIONS: METHODOLOGICAL ASPECTS

Ostroverkh H., assistant professor (USURT)

The article finds that under the influence of increased geopolitical tension as a result of the escalation of military conflicts, aggressive increase in interest rates by central banks, increased instability in energy markets and disruption of supply chains, inflation accelerated and economic activity of enterprises and countries was restrained. It is noted that the complication of the geopolitical and economic situation and the continuation of hostilities significantly destabilizes Ukrainian railway transport enterprises, which require enormous resources to support the normal course of operational processes and are extremely dependent on state aid and attracting new sources of financing. Given the significant role of infrastructure projects in maintaining economic stability, the experience of countries in implementing project initiatives in the field of railway transport development was studied. It was found that a number of important projects in the field of railway transport are currently being initiated and actively implemented, related to the modernization and reconstruction of railway infrastructure, the introduction and expansion of the high-speed network, the use of digital solutions, the development and use of environmentally friendly rolling stock, the implementation of the principles of seamless and carbon-free mobility. In particular, the use of digital solutions is becoming increasingly widespread in the transport and logistics sector, including geolocation technologies that allow tracking the location of vehicles, RFID tags for identifying and controlling cargo at each stage of the supply chain, smart contracts to facilitate cooperation processes between transport and logistics entities, coordination of interests, IoT technologies that, based on data received from sensors, allow for timely reloading of containers and choosing optimal transportation routes, fully automated warehouse systems, etc. These and other technical and technological solutions contribute to the reduction of transactional, labor, and financial losses associated with the search and selection of necessary data for the formation of optimal logistics routes, effectively modeling communications between various entities of the supply chain. Methodological aspects of assessing the effectiveness of the development management system of railway transport enterprises according to the criteria of efficiency, continuity, sustainability, throughput, mobility, accuracy, and flexibility are disclosed.

Keywords: management, development, railway transport enterprises, global transformations, methodological approach.

Постановка проблеми. В останні роки світова економіка перебуває в стані турбулентності та нестабільності, що відобразилося на найповільнішому зростанні ВВП за останні 30 років. Цьому передувала значна кількість різного роду загроз: зростання геополітичної напруженості в результаті ескалації воєнних конфліктів, агресивне підвищення

процентних ставок центральними банками, посилення нестабільності на енергетичних ринках та порушення ланцюгів поставок, що зумовило в сукупності посилення інфляції і стримування економічної активності підприємств та країн. Зважаючи на збереження негативного тиску даних факторів, прогнозується зростання світового ВВП на 3,3% у 2025 р. проти

3,2% у 2024 р. і 3,3% у 2026 р. [1].

Українська економіка, яка вже три роки функціонує в умовах війни, демонструє високий рівень залежності від стану світової економіки, у т. ч. і, насамперед, становища країн-партнерів. Беручи до уваги коливання на глобальних ринках і зважаючи на продовження бойових дій, українським підприємствам слід підготуватися до ускладнення геополітичної та економічної ситуації. Особливо складною є ситуація в залізничній галузі, яка потребує колосальних ресурсів для підтримки нормального протікання операційних процесів і є залежною від державної допомоги та залучення нових джерел фінансування. З огляду на зазначене і приймаючи до уваги важливість залізничного транспорту для забезпечення національної безпеки України, слід ґрунтовніше дослідити глобальні трансформації і виявити потенційні резерви для зростання українських підприємств залізничного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ключові аспекти та напрями розвитку підприємств залізничного транспорту ґрунтовно розглянуті і окреслені в наукових працях таких вчених, як В. Дикань, О. Зоріна, Н. Каличева, М. Корінь, Г. Обруч, В. Овчиннікова, І. Токмакова та ін. [2-8]. Разом з цим наростання нестабільності світової економіки і посилення впливу глобальних трансформацій на українські підприємства залізничного транспорту потребує детальнішого дослідження цих процесів з метою визначення векторів зростання підприємств галузі і формування методичних аспектів оцінювання такого роду змін.

Метою статті є окреслення векторів зростання підприємств залізничного транспорту і формування методичних аспектів оцінювання реалізованих змін.

Виклад основного матеріалу. Прогнозні дослідження щодо стану та перспектив розвитку світової економіки

свідчать, що, незважаючи на значні виклики, вдасться забезпечити її зростання протягом 2025-2026 рр. на відносно стабільному рівні 3,3%. Звичайно перспективи зростання значно відрізняються в різних регіонах. Прогнозується, що зростання ВВП у США становитиме 2,8% у 2025 році, а потім сповільниться до 2,4% у 2026 році. У євросоні відновлення реальних доходів домогосподарств, жорсткі умови на ринку праці та зниження процентних ставок продовжуватимуть стимулювати зростання: на рівні 1,3% у 2025 році та 1,5% у 2026 році. Зростання в Японії складе 1,5% у 2025 році, але надалі може знизитися до 0,6% у 2026 році. Очікується, що Китай продовжить уповільнюватися із зростанням ВВП на 4,7% у 2025 році та 4,4% у 2026 році, зберігаючи при цьому одні з найвищих темпів економічного зростання (рис. 1).

При цьому слід вказати на те, що країни з високим рівнем ВВП та сталими темпами його зростання приділяють активну увагу розбудові об'єктів інфраструктури, зокрема залізничного транспорту. Свідченням сказаного є низка прикладів. Так, найбільшою сьогодні є залізниця США, протяжність якої в цілому оцінюють у понад 220 тис. км, і яка об'єднує сім залізниць класу I і понад 500 місцевих та регіональних залізниць класів II та III. При цьому залізнична система країни є складною і об'єднує як державних, так і приватних операторів. Загалом інвестиції американських вантажних залізниць США за період 1980-2023 рр. оцінили у 810 млрд дол., які були витрачені на закупівлю та модернізацію рухомого складу і оновлення залізничної інфраструктури. При цьому цікавим фактом є те, що в середньому залізниці класу I витрачали щорічно понад 23 млрд дол. на капітальні інвестиції і технічне обслуговування. Якщо середнім виробником спрямовується близько 3% доходу на капітальні витрати, то вантажними залізницями – понад 18%.

Щодо державної допомоги, то, наприклад, наприкінці жовтня 2024 р. було оголошено про виділення 2,4 млрд дол. грантових коштів для реалізації нових залізничних

проектів для підвищення безпеки, зміцнення ланцюгів постачання і розвитку вантажних та пасажирських залізничних мереж США [9].

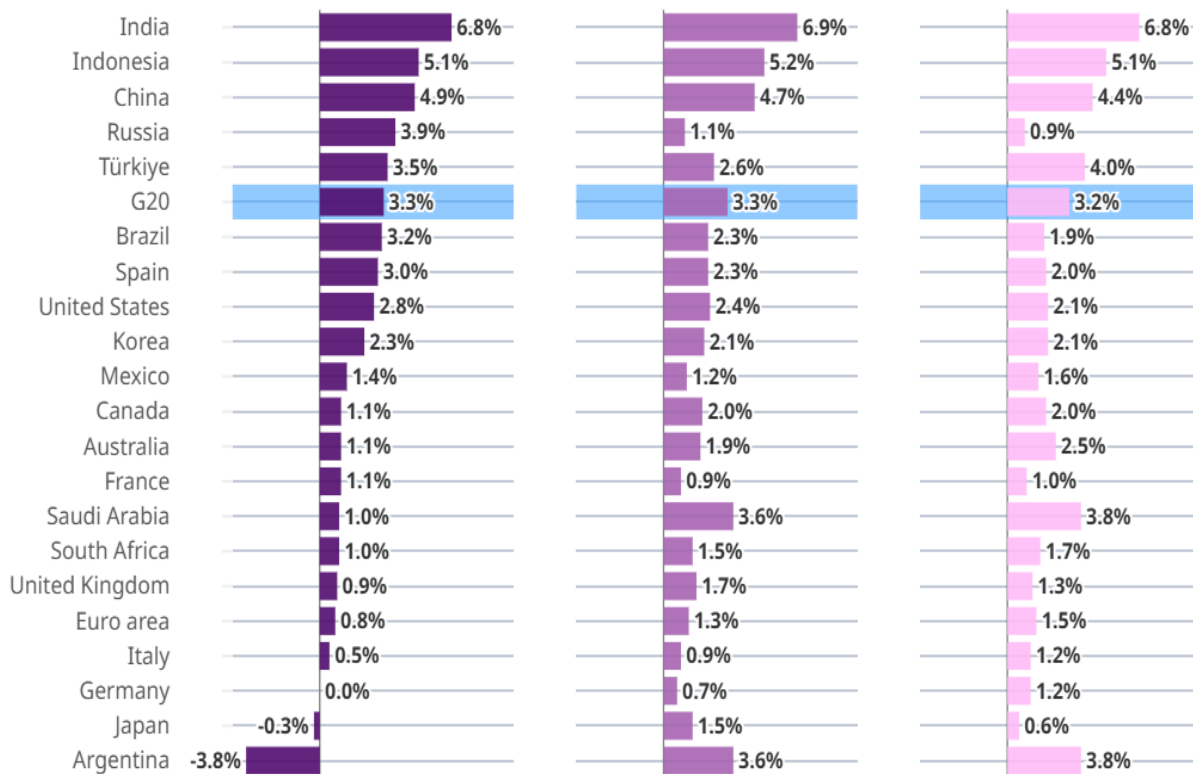


Рис. 1. Прогнози зростання реального ВВП протягом 2024-2026 рр. [1]

Значні кошти спрямовуються й іншими країнами на розвиток залізничного транспорту. Зокрема на рис. 2 наведено рівень фінансування окремими країнами проектів з обслуговування залізничної інфраструктури і підтримки її в належному експлуатаційному стані. Так, у 2022 році для Франції характерний найвищий рівень інвестицій в підтримку залізничної інфраструктури – 3,8 млрд євро. Для порівняння інвестиції в підтримку інфраструктури у Великобританії в 2019 році були ще вищими – 6,9 млрд євро. Італія та Південна Корея також були серед країн, які витрачали найбільше на утримання своїх залізниць за попередній період (2019-2021 рр.) [10].

Загалом у світі спостерігається прискорення темпів розбудови залізничної

інфраструктури і нарощення обсягів інвестицій, вкладених у такі проекти. Так, Казахстан для прискорення економічного зростання і покращення якості транспортно-логістичних послуг фінансує проекти трансформації залізничної інфраструктури. Урядом країни заплановано впровадження комплексного інфраструктурного плану, що включає понад 200 проектів загальною вартістю близько 87 млрд дол., і спрямований на підтримку процесів модернізації та сталого розвитку залізничного транспорту. Зокрема у 2025 році планується завершити будівництво залізниці Достик-Моїнти протяжністю 836 км і її оснащення необхідною інфраструктурою для безпечної експлуатації. Реалізація такого проекту дозволить значно прискорити доставку вантажів [11].

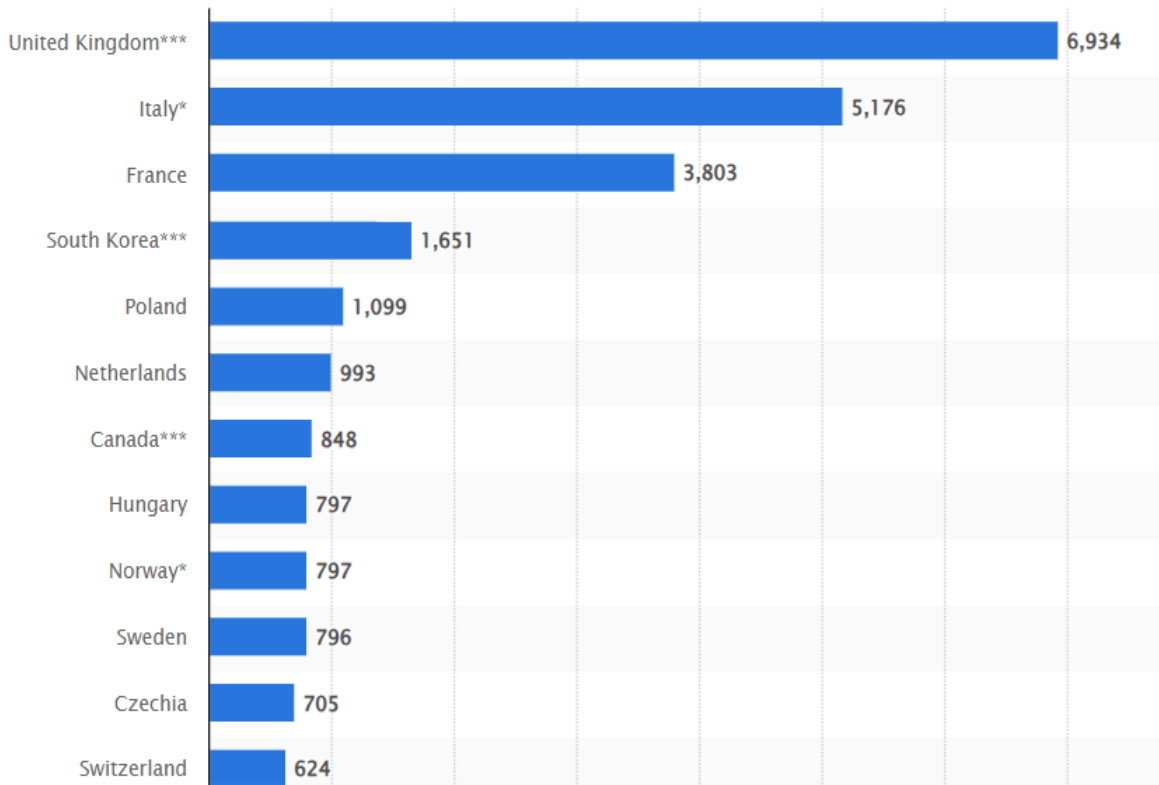


Рис. 2. Обсяг інвестицій в обслуговування залізничної інфраструктури в окремих країнах у 2022 році, млрд євро [10]

Китай продовжує невпинно нарощувати протяжність залізничної мережі, зокрема високошвидкісної, як на території власної країни, так і приймає участь у реалізації спільних проектів розвитку залізничного транспорту. Так, Китаєм до 2030 року заплановано досягти позначки у 60 тис. км високошвидкісної залізниці, а загальна протяжність залізниці має скласти 180 тис. км. Інвестиції в основний капітал у 2025 році попередньо оцінюють у понад 82 млрд дол. (у 2024 році їх обсяг склав понад 118 млрд дол., зростання в 11,3 %). Про потребу в подальшому розширенні залізничної мережі країни вказують і вантажо- та пасажиропотік. Обсяг вантажних перевезень зріс на 1,9%, досягнувши 3,99 млрд т у 2024 році, а пасажиропотік – на 10,8% до 4,08 млрд поїздок. У 2025 році прогнозують зростання пасажиропотоку до 4,28 млрд поїздок. При цьому слід відзначити, що в рамках співпраці Китай-Європа у 2024 році було здійснено близько

19 тис. рейсів вантажними поїздами, якими вдалося перевезти 2,07 млн TEU, що вказує на зростання обсягів вантажів на 9% [12].

Створюється і відповідний рухомий склад. Нещодавно в Китаї було представлено прототип високошвидкісного поїзда CR450, здатного розвивати тестову швидкість 450 км/год і експлуатаційну швидкість 400 км/год, що робить його найшвидшим поїздом у світі. Дана розробка має і кращі експлуатаційні характеристики: окрім високої швидкості, енергоефективність, контроль шуму та ефективність гальмування. Особливістю CR450 є виняткова енергоефективність, оскільки поїзд має нижчий рівень опору руху на 22% та меншу вагу на 10%, що сприяє додатковій економії палива [13].

Будується й інфраструктура, яка обслуговує високошвидкісні поїзди. Зокрема в червні 2024 року розпочато експлуатацію найбільшого на південному заході Китаю депо з обслуговування високошвидкісних поїздів, побудованого

корпорацією China Railway Construction в районі Тяньфу. Комплекс включає два парки по 12 технологічних шляхів у кожному, що дозволяє обслуговувати 180 поїздів на добу. В даний час функціонує лише східний парк, здатний при повному завантаженні обробляти до 90 поїздів на добу. Передбачено, що високошвидкісний поїзд повинен проходити технічне обслуговування через кожні 48 годин роботи або 6600 км пробігу. У даному депо використовуються інформаційні технології останнього покоління, включаючи штучний інтелект, що дозволяє у режимі реального часу контролювати різні процеси технічного обслуговування, обробляти та розподіляти дані, планувати роботи [14].

Слід вказати і на спільний проєкт «Китай-Киргизстан-Узбекистан» (СКУ), що є важливою складовою масштабної ініціативи «Один пояс, один шлях». Розбудова такого залізничного маршруту загальною протяжністю у 486 км забезпечить доставку вантажів з Китаю до Киргизстану, а також до країн Центральної Азії та Близького Сходу, включаючи Туреччину, і потім до ЄС. Даний проєкт в тій чи іншій формі обговорювався ще з 1990-х років, однак реальне втілення отримав лише у 2022 році після початку повномасштабної війни в Україні. Залізниця СКУ дозволить скоротити шлях із Китаю до Європи на 900 км, зменшивши час транзиту для вантажу орієнтовно на вісім днів. Реалізувати такий проєкт на території Киргизстану, в якому проходить 311,75 км, заплановано шляхом створення спільного підприємства для нагляду за впровадженням такої ініціативи: 51% його акцій володітиме Китай, по 24,5 % Киргизстан і Узбекистан відповідно. У свою чергу, Китай побудує необхідну частину залізничного маршруту на території країни для сполучення з Киргизстаном, а Узбекистан модернізує свою існуючу залізницю. Проєкт зміцнить міжрегіональні зв'язки, сприятиме диверсифікації транспортних маршрутів і підвищить конкурентоспроможність

регіону як міжнародного транспортно-транзитного вузла, відповідаючи цілям країн Центральної Азії [15].

За підтримки Китаю активно експлуатується і високошвидкісна залізнична лінія Джакарта-Бандунг в Індонезії довжиною понад 142 км, яку побудовано при використанні китайських інновацій у сфері високошвидкісного руху. При цьому потяги розвивають швидкість до 350 км/год, а їх сукупний пробіг за рік досягав майже 2,6 млн км. У пікові періоди у зв'язку зі зростанням попиту кількість рейсів поїздів досягала 52. За перший рік експлуатації такої залізниці її послугами скористалися майже 5,8 млн пасажирів.

Розширюється та розвивається і ринок високошвидкісних залізничних послуг країн Європи. Так, наприклад, у березні 2024 р. приватним оператором Kevin Speed було підписано договір із залізничною компанією Франції SNCF, який гарантує надання йому доступу до високошвидкісних ліній, що з'єднують Париж із Ліллем, Страсбургом та Ліоном. Kevin Speed має намір запропонувати недорогі високошвидкісні послуги, що з'єднують сільські райони з великими містами. Задля реалізації даної мети оператором заплановано закупівлю 20 високошвидкісних поїздів Alstom. Крім того, оголошено про намір побудувати три цехи технічного обслуговування на шляху слідування вздовж кожної лінії, яку обслуговуватиме, що дозволить створити 450 робочих місць. Надання таких послуг заплановано розпочати у 2028 році [16].

Долучитися до ринку високошвидкісних перевезень Франції планують й інші приватні оператори, серед яких: Proxima, який замовив у компанії Alstom 12 високошвидкісних поїздів Avelia Horizon для здійснення перевезень між Парижем і містами на Атлантичному узбережжі країни; Le Train, який у 2023 р. підписав з іспанською компанією Talgo контракт на постачання 10 поїздів Avriil для регіональних високошвидкісних перевезень на південному заході Франції.

Лібералізація ринку залізничних перевезень Іспанії також посприяла появі нових гравців у залізничній галузі, збільшенню обсягів перевезень і зниженню вартості квитків на проїзд у високошвидкісних поїздах. Незважаючи на те, що домінуючим на ринку залишається національний залізничний оператор Іспанії Renfe, конкуренція з боку приватних операторів зростає. Серед останніх лідирують Ouigo, дочірня компанія SNCF, і Iryo, спільна компанія Air Nostrum, Trenitalia та Globalvia, частка яких в загальному обсязі пасажирських перевезень в сукупності склала 50,88%. Загалом обсяг перевезень високошвидкісною залізницею зріс у середньому на 37% у 2023 р. порівняно з 2022 р., а вартість проїзду наприклад від Мадриду до Севільї знизилася на 33 %. У свою чергу, маршрут Валенсія-Мадрид зазнав значного зростання кількості пасажирів, встановивши новий рекорд у 2024 році: у першому півріччі було перевезено понад 2,8 млн пасажирів, що на 18% більше, ніж за аналогічний період 2023 року. Таке зростання кількості пасажирів було зумовлено доступністю цін на квитки та різноманітністю варіантів [17].

Поряд із підвищенням конкуренції на ринку залізничних перевезень країн Європи між різними операторами відбувається і поглиблення їх співпраці. Найбільш яскравим прикладом є відкриття інтермодального сполучення між Берліном та Парижем із використанням високошвидкісних поїздів ICE Німеччини. Така ініціатива сприяє реалізації принципів безшовної та безвуглецевої мобільності, генеруючи мінімальний обсяг викидів CO₂ [18].

Розширює свою присутність у системі міжнародних транспортно-логістичних зв'язків і Туреччина, за участі якої реалізується проєкт Divrigi-Kars-Georgia (Диврігі-Карс-Грузія) Транскаспійського коридору. Така ініціатива передбачає встановлення систем

сигналізації, телекомунікацій та електрифікації на 660-кілометровій ділянці залізниці вздовж коридору, а також будівництво під'їзних колій, мостів, станцій та інших об'єктів для збільшення існуючої продуктивності залізниці та підвищення безпеки експлуатації [19].

Значні технологічні досягнення у сфері штучного інтелекту, інтернету речей, розширеного підключення сформували підґрунтя і для цифрових змін та розбудови цифровізованих залізниць. Нові цифрові рішення сприяють підвищенню операційної ефективності завдяки прогнозованому технічному обслуговуванню, оптимізації маршрутів і ухваленню рішень у режимі реального часу, зменшуючи час простою та експлуатаційні витрати. IoT забезпечує безперебійний збір даних із датчиків, вбудованих в інфраструктуру та рухомий склад, сприяючи моніторингу в реальному часі та вдосконаленню управління активами. Інноваційні рішення, такі як 5G, забезпечують високошвидкісні надійні мережі зв'язку, необхідні для передачі та координації даних у реальному часі. Разом ці технології створюють розумніші та ефективніші залізничні системи, покращуючи безпеку, оптимізуючи продуктивність і покращуючи досвід пасажирів. Їхня швидка еволюція та інтеграція в залізничні операції сприяють розширенню ринку, задовольняючи зростаючий попит на сучасні, надійні та автоматизовані транспортні рішення.

Масштабних темпів набуло впровадження нових цифрових системах сигналізації (ERTMS Level 2) і технічних та технологічних рішень для бездротової сигналізації, які забезпечують більш автоматизоване, безпечніше та розумніше управління залізницею та полегшують керування активами. Так, наприклад, компанією Indra презентовано відкриту цифрову сигнальну екосистему, яка гарантує найвищий рівень безпеки та кібербезпеки, а також дозволяє співіснувати всім типам технологій,

оскільки здатна інтегруватися з системами від різних постачальників. Також, компанією представлено систему управління трафіком (TMS), яка є більш цифровою, безпечною, підключеною, надійною, ефективною та більш адаптованою до потреб залізничних операторів порівняно з її іншими аналогами. Рішення Indra дозволяє операторам автоматизувати операції, оптимізувати використання потужності мережі, зменшити експлуатаційні витрати та підвищити рівень безпеки. Це також підвищує пунктуальність, покращує інформування пасажирів і контроль інцидентів, сприяючи швидкому та ефективному управлінню інцидентами, що призводить до кращого обслуговування пасажирів, ефективнішого використання поїздів та досягнення більшого прогресу в стійкій мобільності [20].

Корпорація Norfolk Southern у співпраці з Інститутом технічних досліджень Джорджії (GTRI) розробила цифровий портал інспекції поїздів, який використовує вдосконалений машинний зір і штучний інтелект (AI) для перевірки поїздів. Ця інноваційна технологія розроблена для виявлення механічних дефектів шляхом отримання зображень із надвисокою роздільною здатністю критичних компонентів поїздів, які проходять через оглядові портали. Проєкт підкреслює інтеграцію передових технологій із традиційними залізничними операціями для підвищення безпеки та ефективності процесів обслуговування та перевірки поїздів [21].

Отже, ключові рішення такі, як управління залізничними операціями, системи сигналізації та прогнозне технічне обслуговування, необхідні для підвищення ефективності, безпеки та обслуговування пасажирів. Ці рішення дозволяють здійснювати моніторинг, автоматизацію та оптимізацію залізничної інфраструктури в режимі реального часу, що має вирішальне значення для модернізації застарілих залізничних систем і задоволення потреб

зростаючої урбанізації. Крім того, інтеграція передових технологій таких, як IoT, AI та великі дані, у ці рішення дає значні переваги, роблячи їх незамінними для залізничних операторів і збільшуючи їх домінуючу частку ринку.

Отже, сьогодні можна говорити про ініціацію та активну реалізацію низки важливих проєктів у сфері залізничного транспорту, пов'язаних із модернізацією та реконструкцією залізничної інфраструктури, впровадженням і розширенням мережі високошвидкісного сполучення, застосуванням цифрових рішень, розробленням та використанням екологічно чистого рухомого складу, реалізацією принципів безшовної та безвуглецевої мобільності.

Звичайно реалізація таких проєктів, як свідчать вище наведені дані, все частіше реалізується на основі партнерської співпраці декількох країн. Така комунікація і спільна організація транспортно-логістичного обслуговування супроводжуються значною кількістю інформаційних потоків, які містять інформацію про переміщення вантажу, пасажирів, рухомого складу тощо. І, як результат, все більшого поширення в транспортно-логістичній сфері набуває використання цифрових рішень, зокрема технологій геопозиціонування, які дозволяють відстежувати місцезнаходження транспортних засобів, RFID-міток для ідентифікації та контролю вантажу на кожному етапі ланцюга поставок, смарт-контрактів для полегшення процесів співпраці суб'єктів транспортно-логістичного процесу, узгодження інтересів, технологій IoT, які на основі даних, отриманих від датчиків, дозволяють своєчасно перевантажувати контейнери та вибирати оптимальні маршрути транспортування, повністю автоматизованих складських систем тощо. Ці та інші технічні та технологічні рішення сприяють скороченню транзакційних, трудових, фінансових втрат, пов'язаних з пошуком та вибором необхідних даних для

формування оптимальних логістичних маршрутів, ефективно моделюючи комунікації між різними суб'єктами ланцюга постачання. Окрім безпосередньо економічних ефектів, пов'язаних із оптимізацією процесу транспортування, суттєвим скороченням витрат і підвищенням прибутковості, слід вказати й на технологічні переваги, зумовлені застосуванням прогресивніших технологій, які дозволяють покращити якість процесів, скоротити час обслуговування, зокрема через прискорення процесів обробки та передачі інформації, і підвищити швидкість доставки вантажів. За рахунок зростання задоволеності якістю обслуговування, завдяки скороченню часу очікування при оформленні документів, швидкості і якості доставки вантажів відбувається нарощення кількості клієнтів, що створює ефект підвищення конкурентоспроможності. Можуть формуватися і соціальні ефекти, які проявляються в покращенні умов праці, спрощенні процесів і скороченні рутинних паперових операцій, зменшенні часу доступу до інформації, необхідної для прийняття рішення.

Зважаючи на те, що мова йде про підприємства залізничного транспорту, операційною діяльністю яких є перевезення вантажів та пасажирів, то як критерії оцінювання ефективності надання транспортно-логістичних послуг можна розглядати параметри оперативності, безперервності, стійкості, пропускну здатності, мобільності, точності та гнучкості систем. Зокрема за такими індикаторами можна оцінити як фізичну систему, що забезпечує та контролює транспортно-логістичні процеси, так і цифрову систему. Зокрема оперативність системи можна оцінити шляхом розрахунку тривалості реакції у відповідь суб'єктів та об'єктів управління на зміни умов транспортно-логістичного процесу. Таку оцінку можна також здійснювати за частковими показниками, що впливають на загальну тривалість повного циклу

управління: час на збір, обробку і видачу даних, час прийняття рішення тощо. При оцінці швидкості функціонування системи суттєве значення має також облік даних про час виконання робіт, пов'язаних з наданням транспортно-логістичного сервісу кожним із суб'єктів. З урахуванням витрат часу на ці процеси в кожній ланці доцільно визначити загальну тривалість усіх робіт. Оцінка цифрової системи управління за даним показником дозволить виявити, які операції доцільно цифровізувати в першу чергу. Доцільно також визначити і витрати часу в кожній ланці при оцінці загального часу повного циклу управління. Для оцінки безперервності функціонування системи можна використовувати математичні очікування часу максимальної перерви управління та мінімальної тривалості безперебійної роботи системи між двома перервами. Кількісні значення цих величин найдоцільніше визначати методом моделювання.

Оцінити систему за критеріями стійкості можливо шляхом визначення частоти виходу її з ладу та тривалості перебування у технічно придатному стані. Стійкість такої системи забезпечується її витривалістю та надійністю. Під витривалістю слід розуміти властивість системи зберігати свою працездатність при впливі різних факторів (пошкодження обладнання, перебоїв зв'язку, вплив комп'ютерних вірусів, атака хакерів та ін.). Якщо система ефективно працює в умовах нормальної експлуатації і відсутні елементи, що вийшли з ладу, тоді можна говорити про надійність системи. Стійкість такої системи можна оцінити і шляхом моніторингу її ефективної роботи протягом певного обраного періоду часу. Додатково можна оцінити такі критерії, як ймовірність своєчасного збору даних та їх миттєвого аналізу для прийняття рішення, можливість своєчасної передачі розпоряджень об'єктам управління.

Показники, що відображають її інформаційні можливості, формують

основу для оцінювання пропускної спроможності цифрової системи. Для оцінки останньої можуть використовуватися коефіцієнти інформаційного наповнення системи, аналізу інформації, споживання інформації, сумарний показник пропускної спроможності. Кожен з індикаторів може бути використаний для оцінки пропускної спроможності цифрової системи при передачі, обробці та використанні як обсягу даних, так і окремого елемента.

Важливим етапом оцінювання є і розрахунок та вивчення динаміки показників мобільності цифрової системи, що відображають її можливості щодо надання миттєвого доступу до інформації будь-якому учаснику транспортно-логістичного обслуговування, тобто кожен із них може отримувати інформацію, обробляти її, приймати відповідні рішення та доводити їх до об'єктів управління у будь-який момент часу та у будь-якій точці простору. При цьому важливим є забезпечення конфіденційної інформації, яка належить лише до корпоративної таємниці. Пов'язано це з тим, що ринок логістичних послуг сьогодні є висококонкурентним і будь-яка така втрата інформації може призвести до суттєвих фінансових втрат.

Оцінювання точності функціонування цифрової керуючої системи включає виявлення ступеня відповідності інформації реальним потребам, з'ясування точності вирішення завдань, обґрунтування оптимальності рішень.

У свою чергу, гнучкість функціонування цифрової системи можна оцінити з точки зору аналізу її здатності перебудовувати роботу відповідно до динамічних умов управління, при збереженні необхідного рівня всіх інших показників ефективності. Оцінюючи гнучкість системи необхідно насамперед оцінити її інтероперабельність з іншими цифровими системами. Наприклад, в аспекті взаємодії з міжнародними

системами обміну транспортною інформацією, операційними системами, текстовими та графічними редакторами, базами даних, що використовуються для складання транспортно-експедиційних та інформаційних документів, а також мови надання інформації. Крім того, доцільно враховувати здатність до вирішення нових, додаткових завдань управління, до включення до складу системи нової цифрових та інших технічних засобів та програмних продуктів управління, застосування нових методів вирішення завдань. Основним критерієм гнучкості можна розглядати час, який необхідний для адаптації цифрової системи до нових умов.

Оцінка технічної ефективності цифрової системи полягає в аналізі її технічних рішень: визначенні технічних можливостей та ступеня досконалості. Рациональність технічних засобів управління багато в чому залежить від ефективності системи загалом. Тому оцінка технічної ефективності цифрових систем нерозривно пов'язана з виявленням їх операційної ефективності. При оцінці технічних можливостей першочергова увага звертається на зручність роботи з цифровою апаратурою в різних умовах її використання. Водночас оцінка технічної ефективності завжди повинна пов'язуватися з оцінкою економічної ефективності. Досконалість та рациональність технічних рішень щодо створення цифрової апаратури управління у всіх випадках необхідно оцінювати з урахуванням економічних витрат на реалізацію цих рішень.

Оцінюючи технічну ефективність цифрової системи, насамперед, слід проаналізувати її конструкторсько-технічні показники: продуктивність та експлуатаційна надійність технічних засобів управління та системи загалом, а також вагові, температурні та інші характеристики її окремих елементів. Разом з цим також доцільно оцінити техніко-експлуатаційні показники цифрової системи (потужність, витрата

матеріалів, чисельність персоналу, необхідний для її обслуговування, вага, площа та обсяг цифрового обладнання та інших технічних пристроїв, складових частин та елементів системи). Важливо при цьому і оцінити перспективність і можливість реалізації технічних рішень. Зокрема слід звернути увагу на ступінь інноваційності технічних засобів, проаналізувати експлуатаційну сумісність різних елементів системи.

Не менш важливим етапом оцінювання є розрахунок критеріїв економічної ефективності цифрових систем, які враховують витрати на систему управління, прямий та непрямий економічний ефект, термін окупності тощо. Зокрема економічні витрати пов'язані з розробленням чи придбанням, використанням та експлуатацією системи. Додатково можна оцінити витрати на утримання обслуговуючого персоналу, ремонт, придбання експлуатаційних матеріалів, програмних продуктів тощо. Таким чином, загальні витрати на цифрову систему ($B_{цсу}$) можуть бути визначені за формулою:

$$B_{цсу} = B_{p/z} + B_{вн} + B_{екс} + B_{ін}, (1)$$

де $B_{p/z}$ – витрати на розроблення чи придбання цифрового рішення, перевірку його дослідних зразків, тис. грн;

$B_{вн}$ – витрати, пов'язані з впровадженням цифрової системи, тис. грн;

$B_{екс}$ – витрати, пов'язані з експлуатацією цифрової системи безпосередньо підприємством, тис. грн;

$B_{ін}$ – інші витрати, тис. грн.

Звичайно надзвичайно важливо оцінити і ефективність реалізації таких змін. Насамперед потребує оцінювання прямий економічний ефект (E_{np}), пов'язаний з економією у сфері

управлінської діяльності, що досягається в результаті цифровізації управління транспортно-логістичними процесами:

$$E_{np} = \sum E_1, E_2, \dots, E_n, (2)$$

де E_1 – скорочення витрат на утримання персоналу, тис. грн;

E_2 – скорочення витрат на збір даних для ухвалення рішення, документацію, вирішення різного роду завдань тощо, тис. грн;

E_3 – скорочення витрат із забезпечення управлінського персоналу, тис. грн;

E_n – інші джерела скорочення витрат, тис. грн.

Виникає при таких змінах і непрямий економічний ефект ($E_{непр}$), що знаходить відображення в економії у сфері логістики, отримана завдяки цифровізації управління транспортно-логістичними процесами. Такий ефект виражається у збільшенні прибутку, нівелюванні інформаційних асиметрій, економії транспортно-логістичних витрат і визначається за формулою:

$$E_{непр} = \sum E_{np}, E_{інф}, \dots, E_n, (3)$$

де E_{np} – нарощення прибутку завдяки впровадженню цифрового рішення, тис. грн;

$E_{інф}$ – зниження витрат, пов'язаних з інформаційними асиметріями, які виникають у процесі комунікації учасників, тис. грн;

E_n – інші джерела отримання непрямого ефекту, тис. грн.

Звичайно, що даний перелік не є вичерпним і може включати й інші критерії, що відображають специфіку функціонування різних елементів цифрової системи управління транспортно-

логістичними процесами.

Висновки. З'ясовано, що під впливом посилення геополітичної напруженості в результаті ескалації воєнних конфліктів, агресивного підвищення процентних ставок центральними банками, посилення нестабільності на енергетичних ринках та порушення ланцюгів поставок відбулося прискорення інфляції і стримування економічної активності підприємств та країн. Відзначено, що ускладнення геополітичної та економічної ситуації і продовження бойових дій суттєво дестабілізує українські підприємства залізничного транспорту, які потребують колосальних ресурсів для підтримки нормального протікання операційних процесів і вкрай залежні від державної допомоги та залучення нових джерел фінансування. Зважаючи на вагомий роль інфраструктурних проєктів у підтримці стабільності економіки досліджено досвід країн щодо реалізації проєктних ініціатив у сфері розвитку залізничного транспорту. Виявлено, що нині відбувається ініціація та активна реалізація низки важливих проєктів у сфері залізничного транспорту, пов'язаних із модернізацією та реконструкцією залізничної інфраструктури, впровадженням і розширенням мережі високошвидкісного сполучення, застосуванням цифрових рішень, розробленням та використанням екологічно чистого рухомого складу, реалізацією принципів безшовної та безвуглецевої мобільності. Розкрито методичні аспекти щодо оцінювання ефективності системи управління розвитком підприємств залізничного транспорту за критеріями оперативності, безперервності, стійкості, пропускну здатності, мобільності, точності та гнучкості.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Economic Outlook: Global growth to remain resilient in 2025 and 2026 despite

significant risks. *oecd.org* : website. URL: <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2024/12/economic-outlook-global-growth-to-remain-resilient-in-2025-and-2026-despite-significant-risks.html>.

2 Dykan V., Obruch H., Dmytriiev I. Conceptual provisions for ensuring balanced development of railway transport enterprises under the conditions of implementation of digital changes in the industry. *Innovative development of the road and transport complex: problems and prospects*: monograph / Іа. Levchenko, I. Dmytriiev and others. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2023. P. 139-157.

3 Дикань В. Л., Рижова Ю. О. Підходи до управління інноваційним розвитком залізничного транспорту України. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2014. № 48. С. 55-59.

4 Каличева Н. Є., Абрамчук В. С., Лобанова Є. В. Інформаційні технології як чинник забезпечення сталого розвитку складського господарства підприємства. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2022. Вип. 4. С. 15-26.

5 Корінь М. В. Теоретико-методологічні аспекти розвитку інфраструктури залізничного транспорту в умовах транскордонного співробітництва : дис. ... д-р екон. наук: 08.00.03. Харків, 2019. 524 с.

6 Овчиннікова В. О. Теоретико-методологічні аспекти стратегічного управління розвитком залізничного транспорту України : дис. ... д-р екон. наук: 08.00.03. Харків, 2018. 517 с.

7 Токмакова І. В. Забезпечення гармонійного розвитку залізничного транспорту України : монографія. Х.: УкрДУЗТ, 2015. 403 с.

8 Чернявський А. В., Зоріна О. І. Мультикласовий підхід у формуванні пасажирських перевезень та альтернативне технологічне рішення післявоєнного відновлення залізниці України. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 81-82. С. 115-122.

9 Freight Rail's Strategic Investments. *aar.org* : *website*. URL: <https://www.aar.org/issue/freight-rail-investments/>.

10 Global investment in the maintenance of rail infrastructure in selected countries in 2022. *statista.com* : *website*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1479071/global-rail-maintenance-investment/>.

11 Завершення будівництва залізничного маршруту «Достик – Моїнти». *railway.supply* : *веб-сайт*. URL: <https://www.railway.supply/uk/zavershennya-budivnicztva-zaliznichnogo-marshrutu-dostik-mo%D1%97nti/>.

12 Мережа високошвидкісної залізниці Китаю розшириться до 60 000 кілометрів до 2030 року. *railway.supply* : *веб-сайт*. URL: <https://www.railway.supply/en/chinas-high-speed-railway-network-to-expand-to-60000-kilometers-by-2030/>.

13 China's CR450: A new era of high-speed rail at 400 km/h. *chinadaily.com.cn* : *website*. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202412/29/WS67714d81a310f1265a1d57d6.html>.

14 Tianfu high-speed train maintenance base put into use in SW China. *english.www.gov.cn* : *website*. URL: https://english.www.gov.cn/news/202406/15/content_WS666cea48c6d0868f4e8e8250.html.

15 A Ceremonial Start to Construction of the China-Kyrgyzstan-Uzbekistan Railway. *thediplomat.com* : *website*. URL: <https://thediplomat.com/2024/12/a-ceremonial-start-to-construction-of-the-china-kyrgyzstan-uzbekistan-railway/>.

16 France's Kevin Speed signs access agreement with SNCF Réseau. *railway-technology.com* : *website*. URL: <https://www.railway-technology.com/news/kevin-speed-access-agreement-sncf-reseau/?cf-view>.

17 Valencia-Madrid High-Speed Train Route Sees Record Passenger Growth. *ftnnews.com* : *website*. URL: <https://ftnnews.com/travel-news/rail/valencia-madrid-high-speed-train-route-sees-record-passenger-growth/>.

18 Paris and Berlin linked: High-speed train service launches with fares from €59. *euronews.com* : *website*. URL: <https://www.euronews.com/travel/2024/12/13/high-speed-train-from-paris-to-berlin-to-launch-this-winter-with-daily-connections-from-59>.

19 Türkiye: Eastern Türkiye Middle Corridor Railway Development Project. *aiib.org* : *website*. URL: <https://www.aiib.org/en/projects/details/2024/approved/eastern-turkiye-middle-corridor-railway-development-project.html>.

20 Innotrans 2024: the future of digital railway signalling in Indra's hands. *atalayar.com* : *website*. URL: <https://www.atalayar.com/en/articulo/economy-and-business/innotrans-2024-the-future-of-digital-railway-signalling-in-indras-hands/20240923132322205428.html>.

21 Digital Railway Market Size. *gminsights.com* : *website*. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/digital-railway-market>.

REFERENCES

1 Economic Outlook: Global growth to remain resilient in 2025 and 2026 despite significant risks. *oecd.org* : *website*. URL: <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2024/12/economic-outlook-global-growth-to-remain-resilient-in-2025-and-2026-despite-significant-risks.html>.

2 Dykan V., Obruch H., Dmytriiev I. (2023) Conceptual provisions for ensuring balanced development of railway transport enterprises under the conditions of implementation of digital changes in the industry. *Innovative development of the road and transport complex: problems and prospects*: monograph / Ia. Levchenko, I. Dmytriiev and others. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. P. 139-157.

3 Dykan V. L., Ryzhova Yu. O. (2014) Pidkhody do upravlinnia innovatsiinym

rozvytkom zaliznychnoho transportu Ukrainy [Approaches to managing the innovative development of railway transport in Ukraine]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*. № 48. P. 55-59.

4 Kalycheva N. Ye., Abramchuk V. S., Lobanova Ye. V. (2022) Informatsiini tekhnologii yak chynnyk zabezpechennia staloho rozvytku skladskoho hospodarstva pidpriemstva [Information technology as a factor in ensuring the sustainable development of the enterprise's warehouse economy]. *Development of transport management and management methods*. № 4. P. 15-26.

5 Korin M. V. (2019) "Theoretical and methodological bases of ensuring the competitiveness of railway transport enterprises in the conditions of transformation the business environment", Doctor's Thesis, Economy and national economy management, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine.

6 Ovchynnikova V. O. (2018) "Theoretical and methodological aspects of strategic management of railway transport development in Ukraine", Doctor's Thesis, Economy and national economy management, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine.

7 Tokmakova, I.V. (2015) Zabezpechennia harmonijnoho rozvytku zaliznychnoho transportu Ukrainy [Ensuring the harmonious development of railway transport in Ukraine], Kharkiv: USURT. (in Ukrainian).

8 Cherniavskiy A. V., Zorina O. I. (2023) Multyklasovi pidkhid u formuvanni pasazhyrskykh perevezhen ta alternatyvne tekhnolohichne rishennia pisliavoiennoho vidnovlennia zaliznytsi Ukrainy [Multi-class approach in shaping passenger transportation and an alternative technological solution for the post-war restoration of Ukrainian railways]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*. № 81-82. P. 115-122.

9 Freight Rail's Strategic Investments. *aar.org* : *website*. URL: <https://www.aar.org/issue/freight-rail-investments/>.

10 Global investment in the maintenance of rail infrastructure in selected countries in 2022. *statista.com* : *website*. URL:

<https://www.statista.com/statistics/1479071/global-rail-maintenance-investment/>.

11 Completion of construction of the Dostyk – Mointy railway route. *railway.supply*: *website*. URL: <https://www.railway.supply/uk/zavershennya-budivnicztva-zalznichnogo-marshrutu-dostik-mo%D1%97nti/>.

12 China's high-speed rail network to expand to 60,000 kilometers by 2030. *railway.supply*: *website*. URL:

<https://www.railway.supply/en/chinas-high-speed-railway-network-to-expand-to-60000-kilometers-by-2030/>.

13 China's CR450: A new era of high-speed rail at 400 km/h. *chinadaily.com.cn* : *website*. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202412/29/WS67714d81a310f1265a1d57d6.html>.

14 Tianfu high-speed train maintenance base put into use in SW China. *english.www.gov.cn* : *website*. URL: https://english.www.gov.cn/news/202406/15/content_WS666cea48c6d0868f4e8e8250.html.

15 A Ceremonial Start to Construction of the China-Kyrgyzstan-Uzbekistan Railway. *thediplomat.com* : *website*. URL:

<https://thediplomat.com/2024/12/a-ceremonial-start-to-construction-of-the-china-kyrgyzstan-uzbekistan-railway/>.

16 France's Kevin Speed signs access agreement with SNCF Réseau. *railway-technology.com* : *website*. URL:

<https://www.railway-technology.com/news/kevin-speed-access-agreement-sncf-reseau/?cf-view>.

17 Valencia-Madrid High-Speed Train Route Sees Record Passenger Growth. *finnews.com* : *website*. URL:

<https://ftnnews.com/travel-news/rail/valencia-madrid-high-speed-train-route-sees-record-passenger-growth/>.

18 Paris and Berlin linked: High-speed train service launches with fares from

€59. *euronews.com* : *website*. URL: <https://www.euronews.com/travel/2024/12/13/high-speed-train-from-paris-to-berlin-to-launch-this-winter-with-daily-connections-from-59>.

19 Türkiye: Eastern Türkiye Middle Corridor Railway Development Project. *aiib.org* : *website*. URL: <https://www.aiib.org/en/projects/details/2024/approved/eastern-turkiye-middle-corridor-railway-development-project.html>.

20 Innotrans 2024: the future of digital railway signalling in Indra's hands.

atalayar.com : *website*. URL: <https://www.atalayar.com/en/articulo/economy-and-business/innotrans-2024-the-future-of-digital-railway-signalling-in-indras-hands/20240923132322205428.html>.

21 Digital Railway Market Size. *gminsights.com* : *website*. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/digital-railway-market>.