

УДК 65.01:656.2

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

*Дикань В. Л., д.е.н., професор,
Кузнецов В. Є., здобувач вищої освіти,
Скрипінський О. Л., здобувач вищої освіти (УкрДУЗТ)*

Досліджено глобальні технологічні зміни в залізничній галузі. Встановлено, що сьогодні ключові інноваційні зрушення у сфері залізничного транспорту викликані процесами цифровізації і стосуються впровадження прогресивних систем автономних поїздів, що дозволяють підвищити ефективність і надійність залізничного транспорту, інтелектуального управління залізничним рухом на основі технологічних можливостей штучного інтелекту та інтернету речей, екологічних засобів і систем обслуговування, технологій управління клієнтським досвідом, засобів рейкової автоматизації та систем доповненої і віртуальної реальності тощо. Відзначено, що ключові інноваційно-технологічні тренди розвитку підприємств залізничного транспорту наразі ґрунтуються на впровадженні можливості цифрових технологій в діяльність залізниць і орієнтовані не лише на підвищення рівня технологічності галузі, а й підвищення відповідальності залізничних компаній за вплив на довкілля, забезпечення декарбонізації діяльності транспорту.

Ключові слова: технологічні тренди, цифровізація, розвиток, технологічні рішення, підприємства залізничного транспорту.

TECHNOLOGICAL TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF RAIL TRANSPORT ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

*Dykan V., Doctor of Economics, Professor,
Kuznetsov V., postgraduate,
Skrypinskyi O., postgraduate (USURT)*

Rail transport is undergoing significant changes in response to the growing demand for high-speed transport between cities and countries. Major trends in the rail industry include drones and smart sensors for rail track inspections, digital communication platforms and automated train control. Railway technology startups, known to be slow adopters of modern technology, are working to scale a variety of solutions that combine biometrics, artificial intelligence and cloud computing. For train operators and railway companies, IoT devices enable predictive maintenance to monitor any anomalies. Along with this, such new trends as hybridization of rolling stock and high-speed railway contribute to the growth of the pool of promising railway technologies. Global technological changes in the railway industry are studied. It has been established that today the key innovative shifts in the field of railway transport are caused by digitalization processes and relate to the introduction of progressive systems of autonomous trains, which allow to increase the efficiency and reliability of railway transport, intelligent management of railway traffic based on the technological capabilities of artificial intelligence and the Internet of Things, environmental means and service systems, passenger experience management technologies, rail automation tools and augmented and

© Дикань В.Л.,
Кузнецов В.Є.,
Скрипінський О.Л.

Вісник економіки транспорту і промисловості № 84, 2023

virtual reality systems, etc. It was noted that the key innovative and technological trends in the development of railway transport enterprises are currently based on the introduction of digital technologies into the activities of railways and are aimed not only at increasing the technological level of the industry, but also at increasing the responsibility of railway companies for the impact on the environment, the implementation of global trends in the decarbonization of transport activities.

Keywords: *technological trends, digitalization, development, technological solutions, railway transport enterprises.*

Постановка проблеми.

Залізничний транспорт зазнає значних змін у відповідь на зростаючий попит на швидкісні перевезення між містами та країнами. Основні тенденції розвитку залізничної галузі свідчать про активне впровадження дронів та інтелектуальних датчиків для перевірки залізничних колій, цифрових комунікаційних платформ та технологій автоматичного керування поїздами. Залізничні технологічні стартапи, які, як відомо, повільно впроваджують сучасні інновації, працюють над масштабуванням різноманітних рішень, які поєднують біометричну інформацію, штучний інтелект і хмарні обчислення. Для операторів поїздів і залізничних компаній пристрої інтернету речей дозволяють впроваджувати прогнозне обслуговування для моніторингу будь-яких аномалій. Поряд з цим такі нові тенденції як гібридизація рухомого складу та високошвидкісна залізниця сприяють зростанню пулу перспективних залізничних технологій.

З огляду на зазначене потребують детальнішого дослідження глобальні цифрові технологічні тренди розвитку залізничного транспорту з метою виявлення перспективних для реалізації на підприємствах залізничної галузі України інноваційних технологічних рішень.

Аналіз досліджень та публікацій.

Питання забезпечення розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах цифровізації знаходиться в центрі уваги багатьох вчених та спеціалістів галузі. Теоретико-методологічні та практичні інструменти реалізації

цифрових технологічних трансформацій розкриваються у наукових працях таких науковців, як Каличева Н. Є., Корінь М. В., Мних О. Б., Обруч Г. В., Овчиннікова В. О., Токмакова І. В. та інші [1-7]. Віддаючи належне напрацюванням вчених щодо пошуку дієвих механізмів та інструментів забезпечення розвитку підприємств залізничного транспорту, слід вказати на те, що сьогочасні технологічні трансформації мають прискорений та хаотичний характер. Разом з цим цифровим технологіям притаманні як значні переваги, так і загрози їх використання, що вказує на доцільність проведення ґрунтовних досліджень з метою з'ясування перспективних напрямів та інструментів реалізації цифрових трансформацій на підприємствах залізничного транспорту України.

Мета статті полягає у дослідженні цифрових трансформацій у залізничній галузі і встановленні технологічних трендів у стимулюванні прогресивних інноваційних перетворень на залізничному транспорті.

Виклад основного матеріалу. В останні роки вчені неодноразово підкреслювали той факт, що цифровізація є основною тенденцією, яка розвивається, у глобальному бізнесі та повсякденному житті, і пов'язана з впровадженням або розширенням використання цифрових і комп'ютерних технологій. Цифровізація – це перш за все використання цифрових рішень, що дозволяють підвищити ефективність обробки даних, досягнути зниження витрат, підвищення продуктивності (наприклад, експлуатація та технічне обслуговування), сформувати

нові бізнес-моделі та відкрити нові можливості для отримання прибутку та збільшення вартості компанії [1].

Зміна технологічного ландшафту, що супроводжується постійним розвитком технологій, обумовлює величезні трансформації в діяльності підприємств залізничного транспорту. На фоні системного впровадження цифрових рішень (таких як взаємопов'язані датчики та інструменти діагностики, аналітика великих даних, інтернет речей (IoT), машинне навчання та штучний інтелект (AI)) індустрія залізничного транспорту отримала можливість здійснювати інтелектуальну та швидку інтерпретацію даних у корисну інформацію і цим самим запустила механізм радикальної трансформації бізнес-діяльності (планування, експлуатації та обслуговування) з точки зору збільшення доступності активів і ефективності витрат [8].

За останні два десятиліття по всьому світу підприємства залізничного транспорту впроваджують цифрові рішення, прагнучи забезпечити підвищення власної економічної ефективності та комфортності транспортно-логістичних послуг для користувачів. Технологія роботи підприємств залізничного транспорту під впливом процесів цифровізації прогресувала від простих послуг з перевезення до здійснення інтегрованого транспортно-логістичного обслуговування. Ключовими сферами діяльності підприємств залізничного транспорту, що найбільше піддалися впливу процесів цифровізації, є управління експлуатаційною діяльністю, обслуговування активів та залізничної інфраструктури, зв'язок і сигналізація, управління клієнтським досвідом (рис. 1).

Процеси цифровізації експлуатаційної складової роботи підприємств залізничного транспорту супроводжуються масштабним створенням «розумних» станцій на основі

платформених рішень, використанням планшетів для роботи персоналу вокзалів, впровадженням цифрових процесів перевірки установок станції, встановленням цифрових головних інформаційних дисплеїв, введенням цифрового обліку робочого часу експлуатаційного персоналу, створенням цифрового сховища експлуатаційної документації.

Впровадження цифрових технологій в експлуатаційну діяльність підприємств залізничного транспорту пов'язане з тим, що цифровізація залізничних операцій дає змогу підвищити ефективність і продуктивність праці персоналу станцій, машиністів, менеджерів середньої ланки та операційного персоналу. Цифровізація залізничних операцій дозволяє персоналу отримувати інформацію в режимі реального часу, включаючи попередження про обертання, прокручування, централізоване керування рухом поїздів тощо [9].

Разом з тим цифрові технології дозволяють підвищити і рівень екологічної відповідальності підприємств залізничного транспорту, зменшивши споживання паперу та рівень впливу на навколишнє середовище, удосконалити процеси управління, та ті з них, що стосуються визначення місцезнаходження та моніторингу інцидентів на об'єктах, покращити процеси отримання інформації в режимі реального часу про маршрути, поломки, події, а також організувати інтегровані системи комунікацій з клієнтами.

Окрім цього цифровізація експлуатаційної складової роботи підприємств залізничного транспорту створює ряд можливостей і переваг для підвищення якості процесу транспортно-логістичного обслуговування. Ключовими з них є такі як [9]:

– покращення оперативності та надійності внутрішніх процедур і консультацій;

- краща інтеграція інформації з інформація і документація;
- різних систем і більш ефективні способи виконання завдань; –зниження психосоціальних ризиків на робочому місці;
- наявність різноманітних внутрішніх каналів зв'язку; –зменшення помилок, пов'язаних з ручною обробкою даних тощо.
- легкодоступна та актуальна

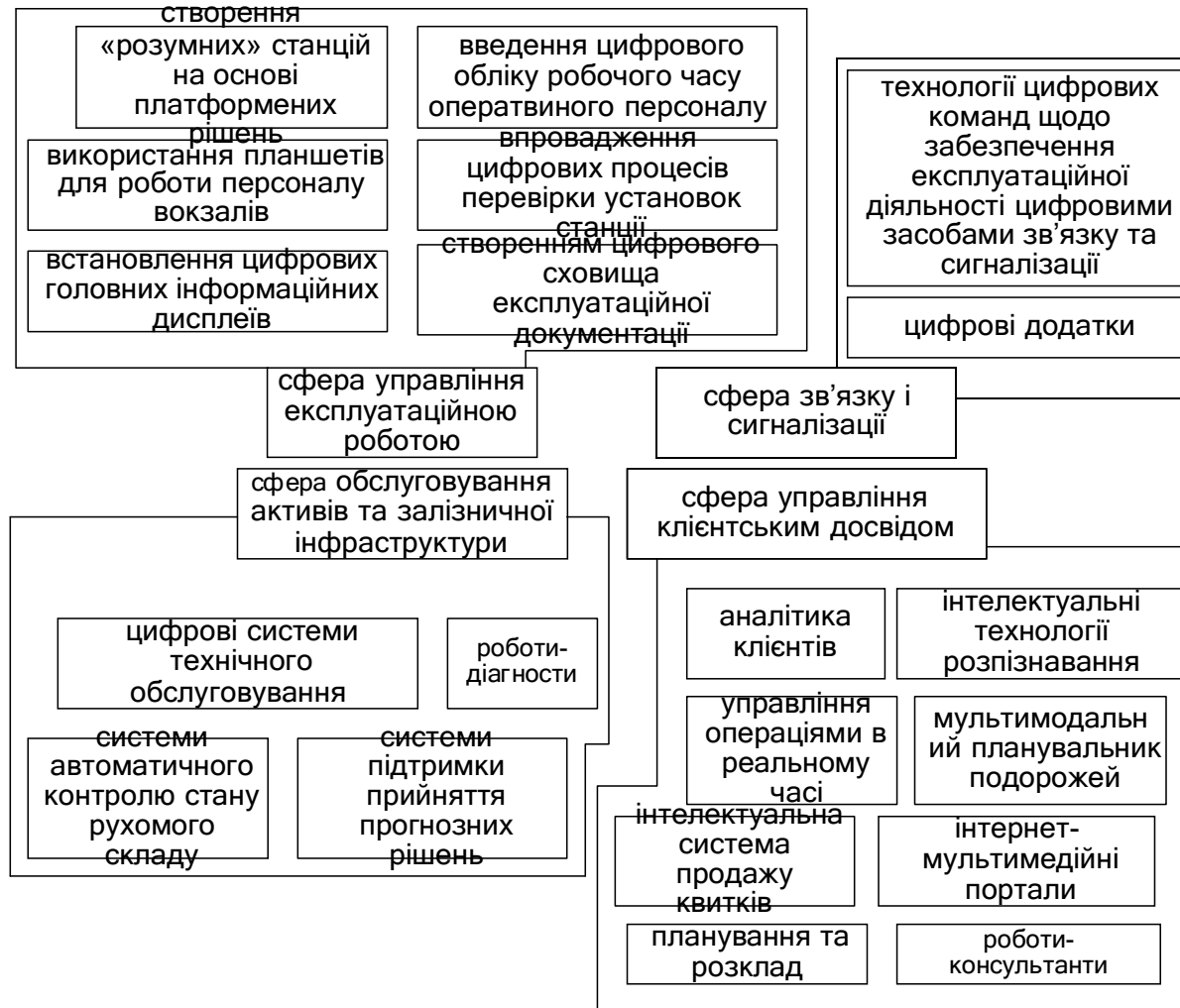


Рис. 1. Глобальні технологічні тренди розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах цифровізації

Цифровізація процесів обслуговування активів полягає у використанні цифрових рішень у процесах проектування системи обслуговування активів, придбання, експлуатації та виведення з експлуатації фондів, їх ефективного технічного обслуговування, що є ключовим компонентом загальних стратегій і рекомендацій щодо управління активами. Вплив цифровізації кардинально змінює всі види діяльності з обслуговування активів на підприємствах

залізничного транспорту. Зрештою, повне впровадження цифрових технологій для обслуговування активів відкриває шлях до надійної системи організації діяльності підприємств залізничного транспорту.

Завдяки залученню відповідних стратегій цифрової трансформації підприємства залізничного транспорту можуть досягти певного скорочення витрат, підвищення якості послуг, надійності та найбільш оптимального використання своїх фізичних активів.

Розумне управління активами вважається можливим завдяки системам технічного обслуговування, які можуть вивчати та діагностувати наявні проблеми, а також прогнозувати можливі збої на основі попередніх даних і аналітики. Вони також повинні вміти сформулювати відповідні засоби захисту.

Стратегії технічного обслуговування на основі умов і вказівок щодо прогнозування проблем є ключовими та необхідними інструментами для оптимізації ефективних рішень щодо управління активами, своєчасного визначення майбутніх можливих неполадок, збільшення доступності активів та покращення їх ремонтпридатності. Для цього важливо забезпечити виконання таких вимог, як точна ідентифікація збоїв в обслуговуванні, точне калібрування датчиків, точні оцінки причин і тенденцій невдач, формулювання ефективних заходів пом'якшення та превентивних стратегій. Величезного успіху в цьому напрямку досягла компанія Siemens, яка у партнерстві з ST Engineering Electronics розробила та впровадила рішення для управління цифровими активами – Rail Enterprise Asset Management System (REAMS) [10]. Ця цифрова технологія оснащена аналітичними можливостями та досвідом. REAMS був представлений на лінії Downtown (92 поїзди, 34 станції) у Сінгапурі.

Активно розробляються цифрові рішення і для автоматичного контролю стану рухомого складу. Інтелектуальні системи моніторингу та спостереження змінюють те, як оператори управління рухом керуватимуть різними небезпеками, вторгненнями, залізничними переїздами та поведінкою водіїв. Система автоматичного контролю стану рухомого складу ґрунтується на використанні цифрових даних, що зберігаються на локальних серверах, або інтегруються в головну систему інформаційних технологій компанії. Багато залізничних

компаній світу вже мають програмне забезпечення для моніторингу стану рухомого складу, налаштоване відповідно до їхніх конкретних вимог. Більшість залізничних компаній здійснюють технічне обслуговування власного обладнання самостійно, замість того, щоб залучати оригінальних виробників техніки або постачальників. Відзначаючи надійність таких систем моніторингу, у випадку їх неналежного функціонування, компанії вважають за краще повертатися до ручних перевірок [11]. Отже, перш ніж оператори зможуть повністю адаптуватися до технологій, необхідно досягти вищого рівня довіри до таких рішень та надійності їх функціонування.

Основними перевагами залучення систем моніторингу стану рухомого складу є [11]:

- у сфері технічного обслуговування: оптимізація, автоматизація, скорочення праці та прогнозування криз;

- у сфері безпеки перевезень: мінімізація збоїв обслуговування, зменшення інцидентів і простоїв;

- у сфері якості обслуговування: підвищення якості діагностики та моніторингу стану рухомого складу, прогнозування індикаторів проблем.

Поряд з цим недоліки залучення систем моніторингу стану рухомого складу полягають в тому, що під час їх використання досить часто виникають проблеми з технічною підтримкою програмних рішень, досить складної перевірки та навчання технічного обслуговування. Перш ніж прийняти остаточне рішення щодо встановлення автоматичної системи моніторингу, було б дуже бажано проконсультуватися з усіма зацікавленими сторонами, щоб вони могли повністю зрозуміти вимоги та можливі обмеження. Також іноді системи моніторингу важко інтегрувати в основну ІТ-систему. Серед інших недоліків слід відзначити те, що вони можуть мати обмеження щодо умов експлуатації та

вимагати висококваліфікованого персоналу для обслуговування.

Як показав досвід провідних залізничних компаній деякі системи виявилися ненадійними, зокрема з точки зору неправильного виявлення збоїв. Для недопущення неправильної роботи цифрових рішень варто інтегрувати систему моніторингу з основною ІТ-системою, щоб можна було визначити найкраще місце виявлення та доступу до даних. Питання керування даними (такі як розмір, використання, безпека та доступ) і спеціальні навички для перетворення даних також є важливою проблемою під час застосування цифрових рішень в процесі моніторингу стану рухомого складу.

Цифровізація процесів обслуговування інфраструктури також активно відбувається в залізничних компаніях світу. В обслуговуванні залізничної інфраструктури застосування інтернету речей, датчиків і пристроїв відкриває нові горизонти для виявлення проблем чи пошкоджень, профілактичного обслуговування та координації з іншими системами, державними установами, постачальниками логістичних послуг, іншими видами транспорту.

Нещодавно підприємства залізничного транспорту та постачальники найсучасніших систем спільно ініціювали низку програм оцифрування для покращення безпеки системи, зниження витрат на технічне обслуговування, оптимізації доступності активів, виявлення проблем та стратегій пом'якшення. У деяких країнах залізничні компанії почали використовувати пасажирські поїзди для збору інформації про пристрої вздовж залізничних колій для подальшої оцінки в центрах технічного обслуговування. Це покращує не тільки частоту та ефективність перевірки обладнання, але й знижує витрати на обслуговування та ремонт у нічний час.

Використання системи підтримки

прийняття прогнозних рішень (PDSS) дозволяє підвищити ефективність планування технічного обслуговування, наприклад оновлення колії. Такі системи надають командам з технічного обслуговування розширені можливості обробки даних і візуалізації для підтримки прийняття оптимальних рішень, зокрема щодо визначення областей, де необхідно проводити часті коригувальні заходи з технічного обслуговування, пріоритизації завдань технічного обслуговування, кількісної оцінки стану активів, аналізу даних про стан активів для виявлення попередніх ознак щодо майбутніх проблем.

Системи PDSS також забезпечують профілактичне обслуговування. Завдання з планування, які раніше займали години щодня (такі як збір даних, обстеження території та встановлення пріоритетів завдань), були повністю автоматизовані. Завдяки цьому ризик людських помилок значно мінімізований. У результаті залізнична компанія може більше зосередитися на критичних дефектах колії та потенційному погіршенні її стану. PDSS також забезпечує повний і необмежений доступ до даних. З системами PDSS для підтримки програм заміни рейок залежно від стану очікується, що загальна довжина рейок, що потребують заміни щороку, зменшиться [12].

Використання інтелектуальних технологій розпізнавання на залізничних станціях стає все більш поширеним не лише в системах продажу квитків, але й для покращення безпеки та обслуговування. Що стосується технічного обслуговування поїздів на станціях, деякі компанії в Азії встановили фіксовані детектори зображення в ремонтних центрах і використовують роботів для швидкого сканування компонентів поїзда перед виконанням ручного ремонту.

Цифрові системи управління та сигналізації можуть радикально

підвищити надійність і продуктивність залізничних операцій. З точки зору управління інфраструктурними активами, вони також усунуть застарілі залізничні сигнальні коробки та важкі мідні дроти. Наприклад, DB Netz є головною дочірньою компанією Deutsche Bahn, яка володіє та керує більшою частиною німецької залізничної системи. Вона оцифрувала свої системи керування поїздами для майбутнього в дослідницькій програмі, а саме «технологія цифрових команд управління та сигналізації». Shift2Rail – це європейська програма співпраці в області технологій, досліджень і розробок, яка спільно фінансується її членами та Horizon 2020. У проєктах Shift2Rail вивчається потенціал цифрових додатків у різних підсистемах, таких як «X2Rail» для управління, управління та сигналізації, «Pivot» для покращення продуктивності, «In2Track» для інфраструктури та «In2Stempo» для енергетики. Дослідження та інновації (R&I), які проводяться в рамках Shift2Rail, сприяють більш ефективному прогнозуванню та контролю поточної та майбутньої продуктивності залізничних активів [13].

Клієнтський досвід стає ключовою темою для оператора залізничного транспорту. Пасажири вимагають кращих пропозицій обслуговування та отримання інформації в реальному часі. Для покращення якості обслуговування пасажирів, залізничні компанії використовують автоматичне оформлення квитків і відеоспостереження, налаштовують служби доставки продуктів харчування в поїзди і створюють враження від перебування в готелях. Відеоспостереження виявляє крадіжки та допомагає оптимізувати пасажирське навантаження. Крім того, додатки для смартфонів і мобільних пристроїв автоматизують продаж квитків і порівняння цін для пасажирів і залізничних компаній. Бортові системи і надалі покращують бронювання в

останню хвилину та контроль ідентифікації, а також призначення місць, а інформаційно-розважальні системи залучають пасажирів під час подорожі.

Щоб ще більше спростити процес продажу квитків, а також ідентифікацію пасажирів, компанії використовують біометричні рішення для продажу квитків. Наприклад, інноваційним рішенням в цьому напрямі є проєкт GoWith, що спрямований на розроблення і впровадження платформи розподілу місць для залізничних компаній. Це інноваційне рішення стосується використання програмного забезпечення як послуги, що дозволяє компаніям створювати певні зони в поїзді. Зокрема, зони можуть включати тихі та сімейні, а також випадкові чи ділові зони, що покращує враження пасажирів від поїздки. Іншим інноваційним проєктом є проєкт RailRestro – доставка їжі до місця прибуття поїзда, в рамках якого надається послуга доставки їжі пасажирам поїздів. Онлайн-сервіс цього інноваційного проєкту дозволяє безконтактно доставляти до місця пасажира в поїзді з ряду акредитованих ресторанів і дає пасажирам можливість перетворити поїздку на кулінарний досвід.

Залізничні компанії прагнуть впровадження нових технологій і пропозицій цифрового досвіду, щоб залишатися актуальними. Одним із останніх прикладів також є впровадження системи пасажиропотоку в період COVID для управління скупченістю залізничного вокзалу [5]. Дана система призначена для аналізу пасажиропотоку з використанням датчиків інтернету речей та штучного інтелекту в транспортних засобах і на станціях з використанням різних технологій і дозволяє:

- проводити оцінку потоку людей у режимі реального часу, отриманої за допомогою обробки зображень;
- ідентифікувати потік і координувати рух зображення, що перетворюється на потік людей і рівень

заторів;

- проводити підрахунок кількості пасажирів, які входять до транспорту і виходять із транспортного засобу.

Штучний інтелект має вирішальне значення для виявлення та поєднання шаблонів із даних, створених за допомогою передових технологій. Популярність штучного інтелекту значно зросла в центрах підтримки клієнтів на вокзалах. Найпоширеніші програми штучного інтелекту на залізничному транспорті є: аналітика клієнтів; управління операціями в реальному часі; інтелектуальна система продажу квитків; прогнозне технічне обслуговування; планування та розклад; мультимодальний планувальник подорожей [6].

За останні декілька років європейські залізниці досягли суттєвих успіхів у формуванні прозорого спілкування з пасажирами на станціях і зупинках. Ці послуги включають більш інформативні та зручні веб-сайти, інформацію в реальному часі про транспортні засоби в русі, придбання квитків, бортові інформаційно-розважальні послуги та динамічну інформацію про пасажирів і розклад. Декілька залізничних операторів зробили інтернет-мультимедійні портали доступними для пасажирів на борту. Австрійська федеральна залізниця використовує привабливий слоган, щоб залучити пасажирів до своїх залізничних послуг. У Німеччині пасажирів залізниць можуть отримати доступ до інтернету на понад 135 станціях, у залах очікування Deutsche Bahn і на борту поїздів Inter-city Express [7].

Використання роботів у процесі обслуговування клієнтів зростає в усьому світі. Оскільки це допомагає вирішити багато проблем, включаючи вимоги до персоналу, мовні проблеми та аналітику клієнтів у реальному часі. Наприклад, East Japan Railway Company розробила та розгорнула JR East Communication Robot у Токіо за допомогою технологій обробки

природної мови і розпізнавання образів. Багатомовний робот здатний надавати відповіді щодо систем роботи залізничного транспорту, прилеглих об'єктів і екскурсійної діяльності. Його вхідні дані складаються з 216 поширених запитань і відповідей, заснованих на інтерв'ю з туристичним і комерційним персоналом «обслуговування клієнтів». Цей комунікаційний робот може зменшити кількість запитів, з якими стикається персонал служби обслуговування клієнтів.

Отже, цифровий розвиток надає унікальну можливість для залізничних перевезень стати невід'ємною частиною переходу до більш екологічного та стійкого виду транспорту. Цифровізація залізничного сектору може покращити продуктивність, конкурентоспроможність та безпеку залізничних систем. Цифрові рішення також підвищують ефективність та економічність окремих бізнес-процесів та операцій. Більшість залізничних операторів знають, як використовувати потужність цифрових технологій для досягнення економії коштів, покращення послуг, розумнішої інфраструктури та кращого обслуговування пасажирів. Разом з цим, процеси цифрової трансформації залізничного транспорту створюють певні виклики і перешкоди на шляху повної цифровізації діяльності залізниць. Такими викликами варто визнати:

– технічні: пропускна спроможність передачі та зв'язку, точність даних, кібербезпека, суперечливі стандарти та їх застарілість;

– комерційні: фрагментація ланцюга постачання, управління та керування даними, гарантія, власне програмне забезпечення;

– економічні: високі початкові інвестиції та витрати на обслуговування;

– організаційно-кадрові: вплив на менеджмент і культуру компанії, вимога до навичок обслуговування ІТ;

– нормативно-правові: опір з боку органів безпеки, страхових компаній,

перешкода складним тендерним вимогам щодо технологічного розвитку.

Висновки. Отже, сьогодні ключові інноваційні зрушення в сфері залізничного транспорту викликані процесами цифровізації і стосуються впровадження прогресивних систем автономних поїздів, що підвищують ефективність і надійність залізничного транспорту, інтелектуального управління залізничним рухом на основі технологічних можливостей штучного інтелекту та інтернету речей, екологічних засобів і систем обслуговування, технологій управління пасажирським досвідом, засобів рейкової автоматизації та систем доповненої і віртуальної реальності тощо. Ключові інноваційно-технологічні тренди розвитку підприємств залізничного транспорту наразі ґрунтуються на впровадженні можливості цифрових технологій в діяльність залізниць і орієнтовані не лише на підвищення рівня технологічності галузі, а й підвищення відповідальності залізничних компаній за вплив на довкілля, впровадження глобальних напрямів декарбонізації діяльності транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Каличева Н. Є. Теоретико-методологічні засади забезпечення конкурентоспроможності підприємств залізничного транспорту в умовах трансформації бізнес-середовища : дис. ... д-р екон. наук: 08.00.04. Харків, 2019. 525 с.
2. Корінь М. В. Розвиток інфраструктури залізничного транспорту в умовах транскордонного співробітництва: монографія. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 401 с.
3. Мних О. Б. Стратегічний контекст збалансованого розвитку підприємств залізничного транспорту на основі цифровізації. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2020. № 69. С. 135-146.
4. Обруч Г. В. Цифрова трансформація підприємств залізничного транспорту в умовах розбудови глобального цифрового транспортно-логістичного простору. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2021. № 74. С. 91-101.
5. Овчиннікова В. О., Торопова В. І. Розвиток підприємств залізничного транспорту України в умовах цифровізації. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2019. № 68. С. 175 – 181.
6. Ovchynnikova V., Dmytriiev I., Toropova V., Toropova D. Management of innovative development projects of railway transport enterprises. *Innovative development of the road and transport complex: problems and prospects*. Kharkiv: PC Technology center, 2023. С. 125 – 138.
7. Токмакова І. В., Чередниченко О. Ю., Войтов І. М., Паламарчук Я. С. Цифрова трансформація залізничного транспорту як фактор його інноваційного розвитку. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2019. Вип. 68. С. 125-134.
8. Digital transformation. *ibir.deutschebahn.com : web-site*. URL : <https://ibir.deutschebahn.com/2022/en/group-management-report/product-quality-and-digitalization/digitalization/digital-transformation/>.
9. Spending on digital transformation technologies and services worldwide from 2017 to 2026. *statista.com : web-site*. URL : <https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/>.
10. The -magicalll system for Singapore’s Downtown Line. *mobility.siemens.com : web-site*. URL : <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/references/reams-singapore.html>.
11. Digital Transformation of Railways. *rail-research.europa.eu : web-site*. URL : https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2018/04/DIGITAL_TRA

NSFORMATION_RAILWAYS_2018_web.pdf.

12. Push the needle: How 6 companies are achieving predictive maintenance success. *plantservices.com* : web-site. URL : <https://www.plantservices.com/predictive-maintenance/predictive-maintenance/article/11288555/push-the-needle-how-6-companies-are-achieving-predictive-maintenance-success>.

13. S2R Programme. *rail-research.europa.eu* : web-site. URL : <https://rail-research.europa.eu/research-development/>.

REFERENCES

1. Kalycheva N. Ye. (2019) Teoretyko-metodologichni zasady zabezpechennja konkurentospromozhnosti pidpryemstv zaliznychnoho transportu v umovakh transformaciji biznes-seredovyssha [Theoretical and methodological bases of ensuring the competitiveness of railway transport enterprises in the conditions of transformation the business environment] (Doctor's Thesis), Kharkiv.

2. Korin M. V. (2019) Rozvytok infrastruktury zaliznychnoho transportu v umovakh transkordonnoho spivrobotnytstva [Development of railway transport infrastructure in the context of cross-border cooperation]. Kharkiv: USURT.

3. Mnykh O. B. (2020) Stratehichni kontekst zbalansovanoho rozvytku pidpryemstv zaliznychnoho transportu na osnovi tsyfrovizatsii [Strategic context of balanced development of railway transport enterprises based on digitalization]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, vol. 47, pp. 135-146.

4. Obruch H. V. (2021) Tsyfrova transformatsiia pidpryemstv zaliznychnoho transportu v umovakh rozbudovy hlobalnoho tsyfrovoho transportno-lohistychnoho prostoru [Digital transformation of railway transport enterprises in the conditions of development of the global digital transport

and logistics space]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, vol. 74, pp. 91-101.

5. Ovchynnikova V. O., Toropova V. I. (2019) Rozvytok pidpryemstv zaliznychnoho transportu Ukrainy v umovakh tsyfrovizatsii [Development of railway transport enterprises of Ukraine in conditions of digitalization]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, vol. 68, pp. 175 – 181.

6. Ovchynnikova V., Dmytriiev I., Toropova V., Toropova D. Management of innovative development projects of railway transport enterprises. *Innovative development of the road and transport complex: problems and prospects*. Kharkiv: PC Technology center, 2023. C. 125 – 138.

7. Tokmakova I.V., Cherednychenko O.Yu., Vojtov I.M. and Palamarchuk Ya.S. (2019) Tsyfrova transformatsiia zaliznychnoho transportu iak faktor joho innovatsijnoho rozvytku [Digital transformation of railway transport as a factor of its innovative development]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, vol. 68, pp. 125-134.

8. Digital transformation. *ibir.deutschebahn.com* : web-site. URL : <https://ibir.deutschebahn.com/2022/en/group-management-report/product-quality-and-digitalization/digitalization/digital-transformation/>.

9. Spending on digital transformation technologies and services worldwide from 2017 to 2026. *statista.com* : web-site. URL : <https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/>.

10. The -magicall system for Singapore's Downtown Line. *mobility.siemens.com* : web-site. URL : <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/references/reams-singapore.html>.

11. Digital Transformation of Railways. *rail-research.europa.eu* : web-site. URL : https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2018/04/DIGITAL_TRA

NSFORMATION_RAILWAYS_2018_web.pdf.

12. Push the needle: How 6 companies are achieving predictive maintenance success. *plantservices.com* : *web-site*. URL : [https://www.plantservices.com/predictive-](https://www.plantservices.com/predictive-maintenance/predictive-)

[maintenance/article/11288555/push-the-needle-how-6-companies-are-achieving-predictive-maintenance-success](https://www.plantservices.com/predictive-maintenance/article/11288555/push-the-needle-how-6-companies-are-achieving-predictive-maintenance-success).

13. S2R Programme. *rail-research.europa.eu* : *web-site*. URL : <https://rail-research.europa.eu/research-development/>.