№ 2(43) 2025
НАУКА і ТЕХНІКА СЬОГОДНІ
серії: право, економіка, педагогіка, техніка, фізико-математичні науки

УДК 656.223.2.001.18

https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-2(43)-1491-1501

Рибальченко Лілія Ігорівна кандидат технічних наук, доцент Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, тел.: +38 (057) 730-10-88, https://orcid.org/0000-0003-3585-624X.

ВИКОРИСТАННЯ BIG DATA ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Анотація. У статті досліджено можливості застосування технологій Big Data у сфері прийняття управлінських рішень для підвищення ефективності експлуатаційної діяльності залізничного транспорту України. Проаналізовано переваги використання великих даних, зокрема, у плануванні перевезень, оптимізації маршрутів, управлінні рухом та прогнозуванні технічного стану інфраструктури і рухомого складу. Зосереджено увагу на застосуванні алгоритмів машинного навчання, моделей прогнозування, аналітичних платформ і хмарних рішень, що дозволяють аналізувати великі обсяги різнорідної інформації в реальному часі.

Особливу увагу приділено практичним аспектам впровадження Big Data у залізничний транспорт України, включаючи складнощі інтеграції, потребу в сучасній інфраструктурі даних та адаптації персоналу до роботи з інноваційними технологіями. Проаналізовано міжнародний досвід провідних залізничних компаній у цій галузі та можливості його адаптації до вітчизняних умов. Визначено основні напрямки для подальшого розвитку, зокрема впровадження автоматизованих систем моніторингу, підвищення точності прогнозування експлуатаційних показників та використання даних для стратегічного планування.

У роботі наведено рекомендації щодо розвитку цифрових технологій у галузі залізничного транспорту України, що враховують актуальні потреби економіки, соціальні виклики та екологічні вимоги. Запропоновані рекомендації сприятимуть посиленню конкурентоспроможності української залізничної галузі на міжнародному рівні. Стаття є основою для подальших наукових і практичних досліджень у сфері інтеграції Big Data у процес управління залізничними перевезеннями.

Ключові слова: залізничні перевезення, прогнозування, штучний інтелект, оптимізація маршрутів, Big Data, вантажопотоки, вагонопотоки, прогнозування попиту, логістика, безпека, конкурентоспроможність, моніторинг рухомого складу, технічний стан.

Rybalchenko Liliia Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, tel.: +38 (057) 730-10-88, https://orcid.org/0000-0003-3585-624X.

USE OF BIG DATA FOR MAKING MANAGEMENT DECISIONS IN THE SPHERE OF RAILWAY OPERATIONS

Abstract. The article explores the possibilities of applying Big Data technologies in the field of managerial decision-making to increase the efficiency of operational activities of railway transport in Ukraine. The advantages of using big data are analyzed, in particular, in transportation planning, route optimization, traffic management and forecasting the technical condition of infrastructure and rolling stock. The focus is on the application of machine learning algorithms, forecasting models, analytical platforms and cloud solutions that allow analyzing large volumes of heterogeneous information in real time.

Particular attention is paid to the practical aspects of implementing Big Data in railway transport in Ukraine, including the difficulties of integration, the need for a modern data infrastructure and adapting personnel to work with innovative technologies. The international experience of leading railway companies in this field and the possibilities of its adaptation to domestic conditions are analyzed. The main directions for further development are identified, in particular, the implementation of automated monitoring systems, increasing the accuracy of forecasting operational indicators and using data for strategic planning.

The paper provides recommendations for the development of digital technologies in the railway transport sector of Ukraine, taking into account the current needs of the economy, social challenges and environmental requirements. The proposed recommendations will contribute to strengthening the competitiveness of the Ukrainian railway industry at the international level. The article is the basis for further scientific and practical research in the field of integrating Big Data into the railway transport management process.

Keywords: rail transportation, forecasting, artificial intelligence, route optimization, Big Data, freight flows, wagon flows, demand forecasting, logistics, safety, competitiveness, rolling stock monitoring, technical condition.

Постановка проблеми. Сучасний залізничний транспорт є основою економічної інфраструктури України, забезпечуючи значну частину вантажних і пасажирських перевезень. Однак, експлуатаційна діяльність залізничного транспорту стикається зі значними викликами, серед яких недостатня ефективність використання ресурсів, зношеність інфраструктури, зростання обсягів перевезень і вимоги до екологічної сталості. Крім того, у контексті євроінтеграційних процесів зростає необхідність забезпечення відповідності стандартам і конкурентоспроможності на міжнародному рівні[1].

Традиційні методи прийняття управлінських рішень, засновані на статистичному аналізі та емпіричних підходах, не завжди дозволяють швидко й адекватно реагувати на сучасні виклики. У цьому контексті впровадження технологій Big Data стає одним із ключових напрямків інноваційного розвитку залізничного транспорту. Використання великих даних відкриває можливості для детального аналізу операційних процесів, прогнозування навантажень, оптимізації маршрутів і управління ресурсами на основі реальних даних.

Проте інтеграція Big Data у сферу залізничного транспорту України стикається з низкою проблем, таких як відсутність централізованої інфраструктури для обробки даних, недостатній рівень цифровізації процесів і низька готовність персоналу до роботи з сучасними інструментами. Крім того, впровадження таких технологій потребує значних інвестицій і стратегічного підходу, який враховує технічні, організаційні та соціальні аспекти.

Враховуючи ці виклики, постає необхідність дослідження можливостей і шляхів впровадження технологій Big Data для прийняття управлінських рішень у сфері експлуатаційної діяльності залізничного транспорту. Це дозволить не лише підвищити ефективність роботи галузі, а й забезпечити її сталий розвиток, відповідно до сучасних міжнародних стандартів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сфера впровадження цифрових технологій у залізничному транспорті України є важливою для розвитку галузі та підвищення ефективності управління. Останні дослідження зосереджуються на використанні технологій великих даних (Big Data) для вирішення управлінських завдань і вдосконалення експлуатаційної діяльності.

Одним з основних напрямів досліджень є оптимізація перевезень за допомогою аналізу даних про вантажопотоки та прогнозування їх динаміки. Запровадження інструментів аналізу великих даних дозволяє значно підвищити точність прогнозів, знизити операційні витрати та підвищити ефективність планування перевезень. Акцент робиться на автоматизації процесів збору та аналізу даних, що значно скорочує час реагування на змінні умови.

Інші дослідження зосереджуються на економічних аспектах впровадження інформаційних технологій у залізничний сектор, зокрема на тому, як Big Data може сприяти більш ефективному плануванню міжнародних перевезень. Це особливо актуально в умовах інтеграції з європейськими транспортними коридорами, де оптимізація вантажних і пасажирських потоків може значно підвищити конкурентоспроможність.

Крім того, окремі роботи досліджують автоматизовані системи управління перевезеннями, що дозволяють зменшити час простою вагонів, покращити точність розкладів та забезпечити безпеку перевезень. Це можливе завдяки інтеграції Big Data в існуючі системи управління.

В цілому, дослідження показують, що технології великих даних мають великий потенціал для вдосконалення управлінських рішень у залізничному транспорті. Однак для ефективного впровадження цих технологій необхідні значні інвестиції у цифрову інфраструктуру та навчання персоналу.

Мета статті полягає у дослідженні можливостей та перспектив використання технологій великих даних (Big Data) для оптимізації управлінських процесів у сфері експлуатаційної діяльності залізничного транспорту України. Основна мета — виявити потенційні переваги інтеграції Big Data у процеси планування, моніторингу та управління вантажними і пасажирськими перевезеннями, що дозволяє підвищити ефективність роботи залізниць, зменшити витрати та покращити якість обслуговування.

У статті також буде розглянуто, як використання великих даних може сприяти більш точному прогнозуванню та управлінню вантажопотоками, оптимізації руху поїздів, зменшенню часу простою та поліпшенню управлінських рішень на всіх етапах перевезення. Вивчення існуючих досліджень та досвіду впровадження технологій Big Data в інших країнах дозволить запропонувати адаптовані рішення для української залізничної галузі.

Виклад основного матеріалу. У контексті зростаючої потреби у модернізації залізничного транспорту України, застосування технологій великих даних (Big Data) відкриває нові можливості для оптимізації управлінських процесів у сфері експлуатаційної діяльності. Впровадження таких технологій дозволяє зібрати, обробити та проаналізувати величезні обсяги інформації, що надходить від різних джерел, таких як датчики на рухомому складі, системи моніторингу станцій та інформаційні потоки з навколишнього середовища, включаючи погодні умови і дані щодо вантажопотоків[1].

Однією з ключових можливостей використання Big Data є точніше прогнозування попиту на перевезення, що дозволяє більш ефективно планувати маршрути, керувати розкладами та оптимізувати використання ресурсів. Це сприяє не лише зниженню витрат на перевезення, а й покращенню якості обслуговування клієнтів завдяки можливості забезпечення більш точної доставки вантажів в обумовлений час. Важливою перевагою є можливість прогнозування та мінімізації затримок, оскільки обробка великих обсягів даних дозволяє виявляти потенційні проблеми на ранніх етапах і вживати відповідних заходів для їх усунення[2,3].

Застосування технологій великих даних також дозволяє вдосконалити систему моніторингу технічного стану рухомого складу та інфраструктури, що є основним фактором забезпечення безпеки та оперативності залізничних перевезень. Аналіз даних про технічні несправності та поломки дозволяє ефективно планувати ремонтні роботи та знижувати ймовірність виникнення аварійних ситуацій. Водночас оптимізація планування ремонтних заходів на основі прогнозування можливих несправностей дозволяє зменшити витрати та покращити ефективність обслуговування.

Перспективи використання Big Data в управлінні залізничними перевезеннями в Україні включають також інтеграцію даних з різних видів транспорту для створення єдиної системи управління, що дозволить знизити витрати на логістику та забезпечити безперебійну доставку вантажів між різними транспортними вузлами. Однак, для ефективного впровадження таких технологій необхідно вирішити питання вдосконалення інфраструктури збору і зберігання даних, а також забезпечити належну підготовку персоналу для роботи з новими інструментами та системами.

Технології Big Data дозволяють не лише вдосконалити операційну діяльність залізничного транспорту, але й сприяють підвищенню конкурентоспроможності залізничних перевезень на міжнародному рівні. Інтеграція таких інструментів у процеси планування, обслуговування та безпеки руху допоможе знизити витрати та підвищити ефективність на всіх етапах операційної діяльності. Однак для досягнення цих результатів потрібно розвивати інфраструктуру, впроваджувати інноваційні методи аналізу даних та здійснювати належне навчання персоналу[4].

Інтеграція технологій Big Data у процеси планування, моніторингу та управління вантажними і пасажирськими перевезеннями на залізничному транспорті відкриває численні переваги, які можуть значно підвищити ефективність роботи залізниць, зменшити витрати та покращити якість обслуговування.

Інтеграція технологій Big Data в процеси планування, моніторингу та управління вантажними і пасажирськими перевезеннями на залізничному транспорті має значний потенціал для покращення ефективності функціонування залізниць, зниження витрат та поліпшення якості обслуговування.

Використання технологій великих даних дає змогу проводити більш точне прогнозування попиту на перевезення. На основі зібраних даних можна визначити часи пікових навантажень, враховувати сезонні коливання та економічні фактори, що дозволяє оптимізувати розклад руху поїздів та використовувати залізничні ресурси найбільш ефективно. Це дозволяє знижувати витрати на перевезення і забезпечувати своєчасність виконання замовлень.

Завдяки системам моніторингу, що працюють на основі Big Data, можна здійснювати реальний моніторинг технічного стану рухомого складу та залізничної інфраструктури, що дозволяє оперативно виявляти потенційні проблеми та запобігати аварійним ситуаціям. Інформація про стан колій, погоду, зношення вагонів і локомотивів дає можливість проводити профілактичний ремонт, знижуючи ймовірність поломок і аварій.

Використання Big Data дозволяє значно зменшити час простою транспортних засобів на станціях і терміналах, а також покращити управління потягами, що дозволяє збільшити їхню продуктивність. Дані про поточний

стан перевезень допомагають оптимізувати використання рухомого складу, зменшуючи витрати на експлуатацію та дозволяючи більш раціонально планувати роботу залізниць.

Технології Big Data допомагають створювати персоналізовані сервіси для пасажирів і вантажовідправників. На основі аналізу даних про переваги клієнтів, їхні маршрути, час відправлення і прибуття можна розробляти індивідуальні пропозиції та оптимізувати роботу поїздів, що підвищує рівень задоволення користувачів послугами залізничного транспорту.

Завдяки Big Data можна оптимізувати інтеграцію залізничного транспорту з іншими видами транспорту — автомобільним, авіаційним, морським. Це дозволяє створювати єдині логістичні ланцюги, що забезпе-чують більш ефективне перевезення вантажів та зменшення витрат на транспортування. Із використанням даних з різних джерел можна створювати комплексні стратегії для ефективного переміщення товарів між різними видами транспорту[5].

Загалом інтеграція Big Data в управлінські процеси залізничного транспорту дозволяє значно підвищити продуктивність, знизити витрати та забезпечити більш високий рівень обслуговування. Це створює основи для сталого розвитку галузі та покращення її економічної ефективності, хоча впровадження таких технологій потребує значних інвестицій в інфраструктуру та підготовку кваліфікованого персоналу.

Використання великих даних (Big Data) у сфері управління залізничними перевезеннями значно покращує точність прогнозування вантажопотоків і дає змогу оптимізувати різноманітні етапи експлуатаційної діяльності. Інтеграція даних з різних джерел дозволяє не лише передбачити попит на перевезення, але й оперативно реагувати на зміни, що виникають у процесі роботи залізничної мережі.

По-перше, завдяки аналізу даних, що збираються в реальному часі, можна більш точно визначати напрямки і обсяги вантажопотоків. Це дає змогу більш ефективно планувати завантаження транспорту і розподіляти ресурси. Наприклад, прогнозування обсягів перевезень з урахуванням економічної ситуації або змін у попиті дозволяє завчасно підготувати необхідну кількість рухомого складу та інфраструктури.

По-друге, завдяки даним, що отримуються в режимі реального часу, можна покращити управління рухом поїздів. Прогнозуючи і коригуючи графіки, враховуючи затримки, погодні умови або завантаження станцій, можна значно підвищити ефективність роботи залізничної мережі. Наприклад, завдяки системам аналізу даних, що автоматично адаптуються до змін, можна уникнути затримок і забезпечити стабільне виконання розкладів.

Окрім того, використання великих даних дозволяє зменшити час простою транспорту, що має велике значення для ефективності залізничного транспорту. Оптимізуючи маршрути перевезень і враховуючи різноманітні

фактори, такі як завантаження вантажів або технічний стан рухомого складу, можна мінімізувати час, який транспорт проводить на станціях, що значно покращує загальну продуктивність системи.

В результаті, використання Big Data в управлінні залізничними перевезеннями забезпечує не тільки оптимізацію внутрішніх процесів, а й підвищення загальної ефективності роботи залізничного транспорту, зменшення витрат і покращення якості обслуговування, що є важливими аспектами для розвитку і стабільності цієї сфери[6].

Інтеграція технологій великих даних (Big Data) з іншими сучасними технологіями відкриває нові можливості для вдосконалення управління залізничними перевезеннями та оптимізації експлуатаційної діяльності. Зокрема, поєднання Big Data з технологіями Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) і машинного навчання дозволяє створювати інтелектуальні системи, які автоматично адаптуються до змін у процесах перевезення та забезпечують високий рівень ефективності.

Інтернет речей — це система взаємопов'язаних пристроїв, що здатні збирати, обробляти та передавати дані через інтернет. У контексті залізничного транспорту IoT може бути використаний для збору даних від різноманітних датчиків, встановлених на поїздах, станціях і інфраструктурі. Це може включати інформацію про стан колій, технічний стан рухомого складу, а також реальний час пересування поїздів. Дані з цих пристроїв можуть бути оброблені за допомогою технологій Big Data для створення реальних моделей, що прогнозують можливі проблеми або визначають найбільш ефективні маршрути для поїздів.

Інтеграція IoT з Big Data дозволяє не лише зібрати великі обсяги даних, але й застосовувати їх для прийняття управлінських рішень. Наприклад, якщо IoT-датчики виявлять потенційні несправності на поїзді або станції, система, яка аналізує великі дані, може передбачити можливі наслідки і оперативно запропонувати рішення для запобігання затримок або аварій.

Штучний інтелект і машинне навчання використовуються для створення моделей прогнозування та прийняття рішень на основі аналізу великих обсягів даних. У поєднанні з Big Data ці технології дозволяють автоматизувати багато процесів, що раніше вимагали ручної праці або складного математичного моделювання. Машинне навчання може бути використане для прогнозування запитів на перевезення, прогнозування часу затримок або на підвищення ефективності роботи залізничних маршрутів.

Наприклад, алгоритми машинного навчання можуть вивчати попередні дані про рух поїздів і вантажопотоки, щоб оптимізувати розклад руху та розподіл вантажів, враховуючи історичні тенденції, сезонні коливання та інші фактори. Такі системи, інтегровані з Big Data, здатні на основі даних про реальний стан системи давати прогнози щодо майбутніх проблем, що дозволяє оперативно вживати заходів до їх виникнення.

Використання Big Data в поєднанні з автоматизацією дозволяє не тільки збирати дані, але й миттєво застосовувати їх у реальному часі для покращення робочих процесів. Інтеграція з іншими інфраструктурними технологіями, такими як системи управління трафіком, може автоматично коригувати рух поїздів у разі змін або непередбачених обставин, таких як погодні умови, аварії чи затори на коліях. Ці інтеграційні рішення забезпечують не тільки зменшення часу простою, але й зниження витрат на управлінські та технічні процеси.

Інтеграція Big Data з іншими інтелектуальними системами надає можливість створення єдиної цифрової екосистеми для управління всіма аспектами залізничного транспорту. Така екосистема включає не тільки планування і моніторинг перевезень, але й взаємодію з клієнтами, управління вантажними і пасажирськими перевезеннями, а також взаємодію з іншими видами транспорту, такими як автотранспорт або морські порти.

Таким чином, інтеграція технологій Big Data з іншими сучасними технологіями не тільки підвищує ефективність і точність управління перевезеннями, але й сприяє розвитку повноцінних систем автоматизованого моніторингу, прогнозування та оптимізації на всіх етапах перевезень. Це дозволяє залізничним підприємствам оперативно реагувати на зміни, знижувати витрати і підвищувати рівень безпеки та обслуговування пасажирів та вантажів.

Інтеграція технології Big Data в Єдину автоматизовану систему керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) відкриває широкі можливості для вдосконалення управління вантажопотоками та оптимізації операцій на всіх етапах перевезень. Система АСК ВП УЗ вже забезпечує автоматизоване управління перевезеннями, але додавання технологій Big Data дозволяє підвищити ефективність її функціонування через глибший аналіз та обробку великих обсягів даних.

Використання Big Data в рамках АСК ВП УЗ дозволяє значно поліпшити точність прогнозування та планування вантажних перевезень. Ці технології забезпечують обробку даних у реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни в умовах перевезень, зокрема, зменшувати затримки та коригувати маршрути поїздів. Завдяки обробці великих масивів даних можна здійснювати прогнозування обсягів вантажопотоків, що дозволяє більш ефективно розподіляти ресурси.

Впровадження Big Data в АСК ВП УЗ дає можливість точніше оцінювати стан транспортних коридорів, вантажів і рухомого складу, що сприяє більш ефективному розподілу вантажів та оптимальному плануванню перевезень. Також система може автоматично коригувати маршрути і розклади з урахуванням змінних, таких як погодні умови, технічний стан складу, а також навантаженість станцій і шляхів. Це дозволяє зменшити час простою та підвищити ефективність роботи залізниць.

Використання Big Data дозволяє отримувати дані про стан перевезень у реальному часі, що дає змогу керівникам АСК ВП УЗ приймати обґрунтовані рішення щодо необхідних коригувань. Завдяки цьому поліпшується якість управлінських рішень на всіх етапах перевезень – від планування до завершення транспортування.

Однією з головних переваг інтеграції Big Data в АСК ВП УЗ є здатність системи прогнозувати затримки та інші проблеми на маршрутах, що дозволяє знижувати час простою і підвищувати ефективність роботи. За допомогою аналізу великих даних можна ідентифікувати потенційні проблеми на ранніх етапах, оптимізуючи план перевезень і оперативно коригуючи маршрути.

Завдяки постійному розвитку технологій Big Data, є значний потенціал для подальшого вдосконалення АСК ВП УЗ. В перспективі можна очікувати впровадження більш складних алгоритмів для прогнозування попиту на перевезення, що дозволить удосконалити планування та ще більш точно оптимізувати використання залізничної інфраструктури. Крім того, інтеграція з іншими технологіями, такими як інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI), дасть змогу покращити моніторинг та управління рухомим складом, що сприятиме підвищенню загальної ефективності та якості послуг на залізничному транспорті.

Таким чином, інтеграція Big Data в АСК ВП УЗ надає потужні інструменти для поліпшення ефективності управління вантажними перевезеннями, зменшення витрат та забезпечення високої якості обслуговування клієнтів.

Висновки. Впровадження технологій великих даних на залізницях України відкриває нові можливості для значного покращення ефективності управлінських процесів у сфері транспорту. Аналіз великих обсягів даних дозволяє точніше прогнозувати попит на перевезення, оптимізувати рух поїздів, зменшити витрати на обслуговування і покращити якість обслуговування клієнтів.

Використання Big Data дозволяє більш ефективно прогнозувати обсяги вантажопотоків, оптимізувати розклад поїздів, а також забезпечити своєчасну доставку вантажів, зменшуючи затримки та час простою транспорту. Це, в свою чергу, позитивно впливає на економічну ефективність перевезень і знижує операційні витрати.

Інтеграція Big Data сприяє вдосконаленню моніторингу технічного стану рухомого складу та інфраструктури. Оперативний доступ до інформації про несправності та знос дозволяє прогнозувати необхідні ремонтні роботи, що знижує ймовірність аварій і поломок, підвищуючи безпеку перевезень.

Синергія Big Data з Інтернетом речей (IoT) та штучним інтелектом дозволяє створювати інтелектуальні системи для автоматизації процесів, що знижує витрати на управлінські та технічні операції, покращує контроль за рухом поїздів і сприяє оптимізації всієї логістичної мережі.

Для ефективного впровадження технологій великих даних в Україні необхідно значно оновити інфраструктуру збору та обробки даних, а також забезпечити кваліфіковане навчання персоналу, який буде працювати з новими інструментами. Ці інвестиції є важливими для досягнення сталого розвитку галузі.

Використання Big Data дозволяє підвищити конкурентоспроможність українських залізничних перевезень на міжнародному ринку, забезпечуючи високий рівень обслуговування і зменшуючи витрати на логістику.

Таким чином, інтеграція технологій Big Data в управлінські процеси на залізничному транспорті є ключовим елементом для досягнення підвищеної ефективності, зниження витрат і покращення обслуговування на всіх етапах перевезень. Це сприятиме розвитку галузі, підвищенню її економічної ефективності і конкурентоспроможності.

Література:

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р. — Київ, 2018. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text

2. Рибальченко Л.І. Визначення цільової функції оптимізації використання порожнього парку вагонів / Л.І. Рибальченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №6/3 (60). – С. 25-27.

3. Рибальченко Л.І. Автоматизація технології оперативного управління рухомим складом / Л.І. Рибальченко, Н.М. Ковтун // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2015. – Вип. 156. – С. 135-139.

4. Zhang, G., Lu, H., Zhang, H., & Zhang, H. (2020). Design and Application of Railway Intelligent Big Data Information Network Platform. Proceedings from ICBDEM '20: 2020 International Conference on Big Data Application & Economic Management. (pp. [specific pages, if available]). [Location]: [Publisher, if specified].

5. Tracsis. 7 Rail Industry Trends to Track in 2024 [Site of Tracsis]. (2024, January 9). Retrieved from https://tracsis-us.com/news/7-rail-industry-trends-to-track-in-2024.

6. Sarp, S., Kuzlu, M., Jovanovic, V., Polat, Z., & Guler, O. (2024, October 21). Digitalization of railway transportation through AI-powered services: digital twin trains. European Transport Research Review, 16, Article 58. Retrieved from https://doi.org/10.1186/s12544-024-00552-7.

References:

1. Natsionalna transportna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku [National Transport Strategy of Ukraine until 2030]. (2018, May 30). Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 30.05.2018 r. № 430-r – Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 430-r. Kyiv, 2018. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text [in Ukrainian].

2. Rybalchenko, L.I. (2012). Vyznachennia tsilovoi funktsii optymizatsii vykorystannia porozhnoho parku vahoniv [Definition of the target function for optimizing the use of empty railcar fleet]. Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6/3 (60), 25-27 [in Ukrainian].

3. Rybalchenko, L.I., & Kovtun, N.M. (2015). Avtomatyzatsiia tekhnolohii operatyvnoho upravlinnia rukhomym skladom [Automation of operational management technology for rolling stock]. Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoho derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Collection of Scientific Works of the Ukrainian State University of Railway Transport, 156, 135-139 [in Ukrainian].

4. Zhang, G., Lu, H., Zhang, H., & Zhang, H. (2020). Design and Application of Railway Intelligent Big Data Information Network Platform. Proceedings from ICBDEM '20: 2020 International Conference on Big Data Application & Economic Management. (pp. [specific pages, if available]). [Location]: [Publisher, if specified].

5. Tracsis. 7 Rail Industry Trends to Track in 2024 [Site of Tracsis]. (2024, January 9). Retrieved from https://tracsis-us.com/news/7-rail-industry-trends-to-track-in-2024.

6. Sarp, S., Kuzlu, M., Jovanovic, V., Polat, Z., & Guler, O. (2024, October 21). Digitalization of railway transportation through AI-powered services: digital twin trains. European Transport Research Review, 16, Article 58. Retrieved from https://doi.org/10.1186/s12544-024-00552-7.