МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

V-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«ТРАНСПОРТ: НАУКА ТА ПРАКТИКА»

21-22 травня 2026 р.



Україна, Київ – Одеса

2024. Вип. 9(40), ч.II. С. 189–195. URL: https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/9(40)_II/23.pdf (дата звернення: 19.04.2024).

4. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С. О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем. *Транспортні системи та технології перевезень.* 2024. Вип. 28. С. 28–33. URL: https://tstt.diit.edu.ua/article/view/311996 (дата звернення: 29.09.2024).

5. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Солошич І. О. Інноваційні складові транспортних процесів вантажних перевезень у галузі автомобільного транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39), ч.II. С. 223–231. URL: https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/8(39)_II/28.pdf

zagor_vlad@ukr.net

УДК 656.2

Киман А.М., к.т.н., доцент

Український державний університет залізничного транспорту, Україна

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ І ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Анотація. *Проведений аналіз наукових і практичних досліджень щодо методів управління розвитком залізничної мережі. Виявлено, що відсутній цілісний методологічний підхід до управління розвитком залізничної мережі на основі макроаналізу транспортних процесів. Запропоновано методи управління розвитком залізничної мережі ґрунтувати на методах макроаналізу, які дозволять розглядати залізничну мережу як складну динамічну систему.*

Проблематика. Сучасні умови функціонування залізничного транспорту, що характеризуються зростанням нерівномірності попиту на перевезення, структурними трансформаціями мережі та обмеженістю ресурсів, зумовлюють необхідність удосконалення підходів до управління її розвитком. Ефективність прийняття стратегічних і тактичних рішень у цій сфері безпосередньо залежить

від науково обґрунтованих методів, що здатні враховувати складну взаємодію елементів мережі та динаміку транспортних процесів. У цьому контексті особливої актуальності набуває аналіз теоретичних і практичних досліджень, що присвячені методам управління розвитком залізничної мережі, що дозволяє виявити існуючі підходи, їх переваги та обмеження.

Основні матеріали дослідження. Незважаючи на значну кількість наукових праць, питання розробки методів управління розвитком залізничної мережі на основі макроаналізу транспортних процесів, який дозволяє враховувати взаємозв'язки між елементами мережі, динаміку потоків та системні ефекти, залишаються недостатньо дослідженими та потребують подальшого розвитку. Базовим теоретичним напрямом у цій сфері є методи оптимізації та дослідження операцій, які забезпечують формалізацію процесів функціонування та розвитку залізничної мережі у вигляді математичних моделей [1-4]. Застосування цих методів дозволяє вирішувати широкий спектр задач, зокрема оптимізацію структури мережі, розміщення та розвиток інфраструктурних об'єктів, формування планів перевезень і графіків руху поїздів, розподіл пропускної спроможності, а також мінімізацію експлуатаційних витрат і часу обігу рухомого складу. Дані методи створюють теоретичну основу для прийняття раціональних управлінських рішень щодо розвитку залізничної мережі. Основна увага в цих підходах зосереджена на задачах оптимізації за заданих параметрів залізничної мережі. Однак аспекти, пов'язані з урахуванням її складної мережевої природи та впливу динамічних змін процесів в умовах невизначеності зовнішнього середовища, залишаються недостатньо розкритими.

Все більшого поширення набувають підходи, що орієнтовані на врахування динаміки транспортних процесів та стохастичного характеру функціонування залізничної мережі [5]. Окремо, можна виділити дослідження присвячені розвитку транспортної системи, зокрема залізничної в умовах стохастичних процесів функціонування [6]. Одним із інструментів, що дозволяє врахувати складність взаємодії елементів мережі та дослідити структурну динаміку

транспортних процесів є теорія складних мереж, яка забезпечує можливість дослідження взаємозв'язків між структурними характеристиками мережі та ефективністю її функціонування. Теорія складних мереж отримала широке застосування для дослідження залізничних систем на макрорівні, що дозволило виявити фундаментальні закономірності їх структури та розвитку [7]. Разом із цим, зростання складності транспортних процесів, нерівномірність вантажопотоків і обмеженість ресурсів у залізничниій системі обумовлюють актуальність дослідження явищ затримок і заторів як ключових індикаторів їх функціонування [8]. Саме накопичення затримок і формування заторів відображають наявність критичних місць у мережі, пов'язаних із перевантаженням окремих дільниць, станцій, що безпосередньо впливає на ефективність перевізного процесу та потребує врахування при прийнятті рішень щодо розвитку мережі. Досить перспективним напрямом досліджень стає прогнозування затримок на основі графових нейронних мереж [9, 10]. Результати дослідження демонструють новий етап розвитку методів аналізу затримок поїздів, орієнтований на врахування мережевих взаємозв'язків і динамічних процесів. Це створює методологічну основу для інтеграції моделей штучного інтелекту з підходами макроаналізу транспортних процесів та дозволяє перейти до системного виявлення критичних елементів залізничної мережі.

Важливо виділити напрям досліджень, де роботи безпосередньо присвячені виявленню вузьких місць на залізничній мережі як ключових обмежень її функціонування та розвитку. При цьому значна частина досліджень орієнтована на аналіз локальних елементів мережі [11]. У роботі [12] запропоновано розширене трактування вузьких місць, яке виходить за межі суто інфраструктурних обмежень. Автори класифікують вузькі місця на фізичні, організаційні та політико правові, доводячи, що значний вплив на ефективність мережі мають регуляторні бар'єри, структура ринку та неузгодженість логістичних процесів. Важливим результатом є обґрунтування концепції "монопольного вузького місця", яка підкреслює необхідність державного

регулювання інфраструктури як природної монополії та забезпечення недискримінаційного доступу до неї. Комплексний підхід до ідентифікації вузьких місць також реалізовано у роботі [13], де залізнична система розглядається як багаторівнева структура, а вузькі місця виникають у взаємодії між інфраструктурою, управлінням рухом та організацією перевезень.

Вище проведений аналіз сучасних досліджень виявив наявність суттєвого дослідницького розриву у сфері формування методів управління розвитком залізничної мережі. Незважаючи на значну кількість наукових робіт, що присвячені оптимізації окремих елементів залізничної системи, прогнозуванню затримок, управлінню пропускною спроможністю та ідентифікації вузьких місць, переважна більшість підходів орієнтована на локальні або операційні задачі та не забезпечує комплексного врахування взаємозв'язків між елементами мережі. Сучасні методи штучного інтелекту (ШІ) демонструють високий рівень ефективності у задачах прогнозування затримок та аналізу транспортних процесів. Однак, методи ШІ здебільшого застосовуються для підвищення точності передбачення і не інтегруються у систему прийняття стратегічних рішень щодо розвитку інфраструктури. У свою чергу, класичні підходи до планування розвитку мережі базуються на статичних моделях і не враховують динамічну природу перевізного процесу, зокрема процеси поширення затримок і формування заторів. Особливо актуальним цей розрив є для залізничної мережі України, яка функціонує в умовах структурних трансформацій, високого рівня невизначеності та обмеженості ресурсів. У таких умовах ефективне управління розвитком мережі потребує переходу від аналізу окремих показників або елементів системи до комплексного дослідження транспортних процесів на макрорівні з урахуванням їх динамічної та мережевої природи. Окрім інфраструктурних рішень для розвитку мережі важливим є визначення операційної моделі перевезень вантажів.

Висновки. Проведений аналіз наукових досліджень показав, що існуючі методи управління розвитком залізничної мережі переважно ґрунтуються на

оптимізаційних моделях, імітаційному моделюванні, управлінні пропускною спроможністю, аналізі вузьких місць, теорії складних мереж та сучасних методах штучного інтелекту. Ці підходи дозволяють вирішувати окремі задачі. Разом з тим більшість із них орієнтована на локальний, операційний або статичний рівень аналізу і не забезпечує комплексного врахування взаємозв'язків між елементами мережі, динаміки вагонопотоків, поширення затримок та формування системних заторів. Встановлено основний дослідницький розрив, який полягає у відсутності цілісного методологічного підходу до управління розвитком залізничної мережі на основі макроаналізу транспортних процесів. Наявні дослідження недостатньо інтегрують топологічні характеристики мережі, динамічні властивості перевізного процесу, синхронізацію вагонопотоків, прогнозування затримок і виявлення критичних станцій. Це обґрунтовує необхідність подальшої розробки методів макроаналізу, які дозволять розглядати залізничну мережу як складну динамічну систему.

Література

1. Borndörfer R., Klug T., Lamorgese L., Mannino C., Reuther M., Schlechte T. (Eds.) Handbook of Optimization in the Railway Industry. Cham : Springer International Publishing, 2018. 321 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-72153-8

2. Budai-Balke G. Operations Research Models for Scheduling Railway Infrastructure Maintenance : thesis. Rotterdam : Erasmus University Rotterdam, 2009. 177 p. URL: https://repub.eur.nl/pub/16008/thesis_GabriellaBudaiBalke_TI456.pdf

3. Hickish B., Fletcher D. I., Harrison R. F. A methodology to optimise a rail network specification for maximum passenger satisfaction and reduced initial investment. *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2022. Vol. 21. Article 100279. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2021.100279

4. Yaghini M., Momeni M. Multicommodity network design problem in rail freight transportation. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012. Vol. 43. P. 728–739. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.146

5. Michal G., Huynh N., Shukla N., Munoz A., Barthelemy J. RailNet: A simulation model for operational planning of rail freight. Transportation Research Procedia. 2017. Vol. 25. P. 461-473. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.426

6. Katsman M. D., Matsiuk V. I., Myronenko V. K. Modeling the reliability of transport under extreme conditions of operation as a queuing system with priorities. Reliability: Theory & Applications. 2023. Vol. 18, No. 2 (73). P. 167–179. DOI: https://doi.org/10.24412/1932-2321-2023-273-167-179

7. Ghosh S, Banerjee A, Sharma N, Agarwal S, Ganguly N. Statistical analysis of the Indian Railway network: a complex network approach. Acta Phys Pol B Proc Suppl.2011. 4:123–137. DOI: https://doi.org/10.5506/APhysPolBSupp.4.123

8. Spanninger T., Trivella A., Büchel B., Corman F. A review of train delay prediction approaches. Journal of Rail Transport Planning & Management. 2022. Vol. 22. Article 100312. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100312

9. Кулявець А. М., Буров Є. В. Метод прогнозування затримок доставок та оптимізації маршрутів у логістичних системах на основі графових нейронних мереж. Information Systems and Networks. 2025. No. 18, Part 1. P. 60-68. DOI: https://doi.org/10.23939/sisn2025.18.1.058

10. Mamdouh M., Ezzat M., Hefny H. Improving flight delays prediction by developing attention-based bidirectional LSTM network. Expert Systems with Applications. 2024. Vol. 238. Article 121747. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121747

11. Karwasra K., Rangaraj N., Singh K. N. System analysis of train operations to improve freight flow on high gradient rail bottleneck section with mixed traffic. Journal of Rail Transport Planning & Management. 2025. Vol. 35. Article 100522. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2025.100522

12. Drewello H., Günther F. Bottlenecks in railway infrastructure – do they really exist? The corridor Rotterdam-Genoa. Association for European Transport. 2012. URL: https://aetransport.org/public/downloads/ZjtC8/5505-5218a24b13e09.pdf

13. Witlox F., Zwanikken T., Jehee L., Donners B., Veeneman W. Changing tracks: identifying and tackling bottlenecks in European rail passenger transport. European Transport Research Review. 2022. Vol. 14. Article 7. DOI: https://doi.org/10.1186/s12544-022-00530-9

kyman.am@kart.edu.ua

ЗМІСТ

Moisa A., Kichkina O.I. TRANSPORT SUPPORT OF ROLLING EQUIPMENT IMPORTS TO UKRAINE 3
Tykhonina I. SPECIFIC FEATURES OF STOWING TIMBER CARGO ON THE VESSEL'S DECK 6
Tykhonina I. SEA CARRIAGE OF DANGEROUS CARGOES – GENERAL AND SPECIFIC TERMS 9
Yeriutin D.O., Klymenko V.V. TRANSFORMATION OF THE AIRLINE OPERATING MODEL IN THE CONTEXT OF THE ENERGY CRISIS AND ENVIRONMENTAL LIMITATIONS 12
Бандрівський П.П., Возняк О.М. МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ 17
Бондаренко А.А., Кічкіна О.І. ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ЦІН НА ПАЛИВО НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 20
Боровик С.С. Кравченко О.А. СВІТОВИЙ КОНТЕЙНЕРНИЙ ФЛОТ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ 24
Гільдєєв Д.О., Онищенко С.П. КОНЦЕПЦІЯ ВРАХУВАННЯ ВИКИДІВ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ 29
Добровольський О.В. ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ У ПРИМІСЬКОМУ ЗАЛІЗНИЧНОМУ СПОЛУЧЕННІ 34
Дрожжин О. Л. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ РОЗРАХУНКУ НАДБАВКИ ДО ФРАХТУ EMERGENCY FUEL SURCHARGE 36
Заверкін А.В., Кузьменко С.В., Климаш А.О., Марченко Д.М. АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ 39
Загорянський В. Г. СПЕЦИФІКА ЇСТІВНОЇ УПАКОВКИ В КОНТЕКСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ 43
Киман А.М. АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ І ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ МЕРЕЖІ 46