
Стан наукової думки до питань організації перевезень пасажирів залізничним транспортом

Олена Доля

кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна
ORCID 0000-0002-0364-988X

Костянтин Доля

кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Харків, Україна
ORCID 0000-0002-4693-9158

Юлія Михайлова

Кафедра експлуатації флоту і технологій морських перевезень, Одеський національний морський університет, Одеса, Україна
ORCID 0000-0002-4882-7803

Для цитування цієї статті:

Доля Олена, Доля Костянтин, Михайлова Юлія. Стан наукової думки до питань організації перевезень пасажирів залізничним транспортом. *International Science Journal of Engineering & Agriculture* Vol. 2, No. 2, 2023, pp. 182-188. doi:10.46299/j.isjea.20230202.17.

Надійшла до редакції: 20 лютого 2023 р.; **Схвалено:** 25 лютого 2023 р.;

Опубліковано: 01 квітня 2023 р.

Анотація: Залізничний транспорт відіграє значну роль в перевезеннях пасажирів при різних типах сполучення, що є основою для актуальності питання дослідження таких перевезень. У статті розглянуто прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень, прогнозування швидкісного залізничного пасажирського потоку та обсягу перевезень у середньостроковому та довгостроковому плані високошвидкісної залізничної мережі, прогнозу залізничних пасажирських перевезень на основі сезонної декомпозиції та моделі, прогнозування обсягів пасажиропотоку для новозбудованої швидкісної залізниці в транспортному коридорі. Розглянуто, що відмінність відстаней руху поїздів, можуть стати теоретичною основою для оптимізації параметрів прибуття пасажирів залізницею. Також, описано питання загальної структури для інтелектуальної залізничної пасажирської станції інтелектуальної залізничної пасажирської станції. У статті досліджуються існуючі методи розрахунку, які включають метод зібраних коефіцієнтів, метод графів і номерів поїздів одностороннього методу, імовірнісний метод, метод найгіршої ситуації та метод моделювання, крім того, дає запропоноване значення їхніх параметрів. Модель координації між швидкісними залізничними лініями та звичайними залізничними лініями в коридорі залізничного пасажирського транспорту. Висловлено, що раціональна схема транспортного співробітництва може покращити використання залізничних потужностей, швидкість руху поїздів, якість обслуговування та організації залізничних перевезень. Проаналізовано вплив факторів та тенденції зростання обсягу відправлень міськими залізничними пасажирами, виявлено різні ефекти та кореляції соціально-економічних змінних і факторів пропозиції залізничного транспорту для різних міст.

Ключові слова: залізничний транспорт, перевезення пасажирів, пасажирський потік, пасажирська станція, залізничні лінії, організації залізничних перевезень, вплив факторів, тенденції.

1. Вступ

Наукові інтереси питань організації перевезень пасажирів залізничним транспортом можна описати такими:

- прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень;
- дослідження щодо обов'язкової деформації гнучкої системи захисту для виділеної залізничної пасажирської лінії;
- архітектура системи роботи та диспетчеризації виділеної залізничної пасажирської лінії; оцінка якості обслуговування залізничних пасажирських перевізників на маршруті;
- роль ландшафтних переваг у рішеннях про подорожі залізничних пасажирів;
- методологія перевірки квитків часу відправлення поїздів на залізничному пасажирському вокзалі;
- коригування призначення колії на складних залізничних пасажирських станціях;
- ефективність розташування транспорту та інтеграційний ефект великомасштабної залізничної пасажирської станції на транспортні ресурси; значення часу в дорозі для пасажирів, які відправляються залізницею, на основі моделей варіаційної структури;
- аналіз вібрації систем залізничних пасажирських вагонів з урахуванням ефекту гнучкого кузова;
- прогнозування швидкісного залізничного пасажирського потоку та обсягу перевезень у середньостроковому та довгостроковому плані високошвидкісної залізничної мережі;
- прогнозу залізничних пасажирських перевезень на основі сезонної декомпозиції та моделі;
- прогнозування пасажиропотоку міжміської залізниці; проектування системи безпеки та комфорту залізничних пасажирів;
- прогнозування обсягів пасажиропотоку для новозбудованої швидкісної залізниці в транспортному коридорі.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є питання організації перевезень пасажирів залізничним транспортом. Предметом дослідження є залізничний транспорт— вид рейкового транспорту, що здійснює перевезення пасажирів та вантажів в колісних екіпажах. Залізничний транспорт є галуззю промисловості, частиною транспортної мережі логістичних ланцюгів, які сприяють міжнародній торгівлі і економічному зростанню.

3. Мета та задачі дослідження

У статті обрано актуальні завдання пасажирських перевезень й викладено бачення стану питань та запропоновано певні рішення за такими напрямками досліджень:

- вентиляція в салоні;
- використання статистичного алгоритму для визначення пасажиропотоку;
- оцінка поведінки водія в громадському транспорті;
- вплив вентиляційних установок на швидкість повітряного потоку та температурні поля в салоні;
- вплив зворотного зв'язку в реальному часі на поведінку водія;

- інтегрована оцінка пасажирського транспорту;
- оцінка середнього часу очікування пасажирів;
- прогнозування пасажиропотоку з використанням просторово-часової гібридної моделі глибокого навчання;
- збір інформації про пасажиропотік у громадському транспорті в режимі реального часу на основі системи тарифікації карток;
- зменшення забруднення повітря всередині приміщень у салоні автобуса;
- складання раціонального розкладу регіональних автобусів на основі різниці пасажиропотоку;
- дослідження інтелектуального алгоритму розрізнення об'єму пасажирів автобуса на основі форми стопи; дослідження пропускної здатності транспортного засобу;
- короткостроковий прогноз пасажиропотоку автобуса на основі багатofункційного дерева рішень;
- короткострокове прогнозування пасажиропотоку на маршрутах на основі комбінаційних моделей кластеризації;
- короткочасне прогнозування пасажиропотоку автобусів шляхом визначення особливостей неповних даних;
- вирішення задачі моделювання маршрутів міської пасажирської транспортної системи з урахуванням якості обслуговування пасажирів та технологічного впливу на навколишнє середовище;
- управління транспортним рухом, орієнтоване на пасажирів;
- закономірності міських пасажирських перевезень на основі існуючих міжрайонних зв'язків;
- дослідження моделі прогнозування пасажирських перевезень;
- моделювання відновлення надійності мережі пасажирських перевезень в міській агломерації;
- прогнозування обсягу пасажиропотоку за допомогою нейронної мережі;
- економіко-математична модель прогнозування пасажирських перевезень на довгостроковій основі;
- шляхи вирішення проблем пасажирських перевезень у міських транспортних системах;
- модель часового ряду прогнозування пасажиропотоку;
- оцінка якості транспортного обслуговування пасажирів;
- моделі множинного лінійного програмування та прогнозування часових рядів та аналіз кількості пасажирських перевезень;
- прогноз пасажиропотоку на основі векторів підтримки точкового продукту;
- дослідження оптимізації екологічної системи міських пасажирських перевезень на основі поїздки;
- дослідження періодичності складання розкладів автопоїздів на спеціальних лініях для пасажирських перевезень;
- моделі коефіцієнтів розподілу пасажиропотоку регіонального транспортного коридору.

4. Аналіз літератури

Роботи [1, 2] Li Q., Ji C., Jia L., Qin Y. (2013) та Zhang C., Shi T., Lv X., Bai W., Liang B., Hu H. (2018) висвітлюють такі питання, як моделювання розподілу пасажирів опираючись на час очікування залізничних пасажирів на основі відстані руху поїзда. Час очікування пасажирів на вокзалі показує позитивну кореляцію між середнім часом очікування та відстанню руху поїзда. Результати, що відображають відмінність відстаней руху поїздів, можуть стати теоретичною основою для оптимізації параметрів прибуття пасажирів

залізницею. Також, описано питання загальної структури для інтелектуальної залізничної пасажирської станції інтелектуальної залізничної пасажирської станції.

Авторами робіт [3, 4] Yuqiang H., Baohua M., Rong H. (2006) та Bao Y. (2010) описано методики розрахунку максимальної кількості пасажирів залізничної пасажирської станції. Визначено, що залізнична мережа незупинно збільшується, а тому буде побудовано багато нових залізничних пасажирських станцій й дуже необхідно вивчати теорії побудови залізничних пасажирських станцій, якими обумовлено, що максимальна кількість пасажирів є ключовим параметром для проектування пропускної здатності залізничної пасажирської станції. У статті досліджуються існуючі методи розрахунку, які включають метод зібраних коефіцієнтів, метод графів і номерів поїздів одностороннього методу, імовірнісний метод, метод найгіршої ситуації та метод моделювання, крім того, дає запропоноване значення їхніх параметрів. Модель координації між швидкісними залізничними лініями та звичайними залізничними лініями в коридорі залізничного пасажирського транспорту. Висловлено, що раціональна схема транспортного співробітництва може покращити використання залізничних потужностей, швидкість руху поїздів, якість обслуговування та організації залізничних перевезень. Попереднє дослідження в основному зосереджувалося на аспекті управління залізничною або пасажирською організацією, які ігнорували їх взаємодію. На основі планування залізничного транспортного коридору та структури та розподілу пасажиропотоків розглянуто проблему раціонального співробітництва коридору залізничного пасажирського перевезення з метою визначення різновидів, кількості та маршрутів руху поїздів на швидкісній залізничній лінії та існуючі звичайні залізничні лінії в коридорі залізничного транспорту. Запропоновано дворівневу модель програмування підрозділу. Верхня модель призначена для мінімізації загальних витрат на перевезення, а нижня — рівноважна модель, що визначається пасажирями.

Дослідження питання моделі оцінки ризику безпеки для інформаційних технологій залізничної системи та її застосування в системі залізничних пасажирських квитків в роботі [5] Li H., Liu Y., He D. (2007). На основі методу оцінки ризику безпеки: цей документ, заснований на оцінці ризику безпеки, продемонстрований у невизначеному методі отримати мету кількісної оцінки ризику безпеки. Ризик безпеки оцінюється шляхом створення нечіткої матриці для ризику безпеки та адресного набору факторів ризику, наборів індикаторів ризику безпеки та вагового коефіцієнта факторів ризику безпеки та застосовується до системи залізничних пасажирських квитків. Цілі безпеки, передбачені системою залізничних пасажирських квитків, включають безпеку системи, доступність, автентичність ідентифікації та надійність транзакцій з метою захисту фізичних активів та інформаційних активів від загроз, які надходять від самої системи, персоналу, екологічних та природних катаклізмів. Авторами роботи [6] Stoilova S., Nikolova R. (2018) розроблено методологію вибору транспортного плану міжміських поїздів у мережі залізниць за допомогою методу аналітичного процесу ієрархії. В роботах [7, 8] Wang J., Zhang J., Wang W., Lü, X. (2011) та Li, J., Zhang C., Teng J. (2019) було запропоновано підходи до розрахунку кількості пасажирів поліпшенням нейронної мережі та її застосуванням в прогнозуванні кількості пасажирів на залізниці під час весняного фестивалю. Покращена модель нейронної мережі була створена шляхом побудови моделі та показу алгоритмів, яку порівнювали з традиційною нейронною мережею шляхом застосування при прогнозуванні пасажиропотоку на залізниці під час весняного фестивалю. Проаналізовано вплив факторів та тенденції зростання обсягу відправлень міськими залізничними пасажирями, виявлено різні ефекти та кореляції соціально-економічних змінних і факторів пропозиції залізничного транспорту для різних міст.

5. Методи досліджень

Організаційні питання процесу пасажирських перевезень в роботах [9-13] були вивчені й за цим рекомендовано їхнє урахування. Здебільш, авторами було досліджено методи оцінки та моделі передачі руху на міській залізничній пасажирській станції. На основі мислення «відкритого до об'єкта» та за допомогою програмного забезпечення моделювання розкиду було досліджено методи візуального моделювання оцінених методів передачі транспорту на міській пасажирській станції. Оцінено якості обслуговування залізничних пасажирів з використанням комплексної моделі нечіткої оцінки та нейронної мережі. Запропоновано два підходи до оцінки на основі комплексної моделі нечіткого оцінювання та нейронної мережі. Визначено фактори, що викликають низький попит на приміський пасажирський потяг. Встановлено модель упорядкованої логіт-регресії. Згідно з результатами, причинами зниження пасажиропотоку є розташування поїзда на маршруті, легкий доступ до альтернативних видів транспорту, система ціноутворення та обмежена пропозиція лише двох поїздок.

6. Результати досліджень

Аналіз поведінки пасажирів на залізничному транспорті проведено на таких параметрах, як: стан транспортних засобів, якість послуг, що надаються споживачам, конкурентоспроможність цін і пільг між пасажиропотоком, стан інфраструктури транспортного засобу та зупинок в роботі [14]. Застосування нечіткої теорії до алгоритму оптимізації ваги індексу безпеки залізничного пасажирського транспорту в роботі [15] вирішує проблему визначення ваги індексу при оцінці безпеки, ця стаття по-перше поєднує нечітку теорію з процесом аналітичної ієрархії, щоб отримати інтервал зміни ваги кожного індексу. Потім, результати моделювання Монте-Карло використовуються для генерування результатів оцінки для різних вагових індексів, а дисперсія результатів оцінки отримуються кількісним методом. В роботі [16] застосовано вдосконаленої нейронної мережі для прогнозування кількості пасажирів на залізничному транспорті. Створено часову послідовну нейромережову модель прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень. Розроблено параметри мережі. Проведено імітаційний експеримент мережевого навчання та навчання. Порівнюються та аналізуються результати прогнозування покращеної та нормальної нейронної мережі.

7. Висновки

Можна зробити висновок, що:

1. Аналіз сучасної наукової літератури до питання основ організації перевезень пасажирів залізничним транспортом і система пасажирських перевезень демонструє актуальність такого питання у сучасній науці й практиці.
2. Організація транспортних процесів і систем пасажирських перевезень є складною завданням й потребує комплексного підходу.
3. Встановлено взаємовплив на параметри функціонування систем організації перевезень пасажирів залізничним транспортом із оточуючим середовищем.
4. Подальший розвиток наукових підходів щодо особливостей урахування взаємного впливу кількісних характеристик систем організації перевезень пасажирів залізничним транспортом є актуальним і може позитивно вплинути на розвиток сучасної науки і практики.
5. Дослідження транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту доцільно проводити із урахуванням людського чинника у питаннях вибору маршруту їздки, типу транспортного засобу, виду транспорту, комфортностей їздки та

попереднього обслуговування. Відповідно до проведеного аналізу такі дослідження актуально проводити засобами математичного моделювання із використанням гравітаційних підходів.

Список літератури:

- 1) Li, Q., Ji, C. -, Jia, L. -, & Qin, Y. (2013). A distribution model on railway passengers waiting time based on train operation distance. Beijing Ligong Daxue Xuebao/Transaction of Beijing Institute of Technology, 33(SUUPPL.1), 22-25.
- 2) Zhang, C. -, Shi, T. -, Lv, X. -, Bai, W., Liang, B., & Hu, H. (2018). A general framework for intelligent railway passenger station. Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 18(2), 40-44 and 59. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2018.02.007.
- 3) Yuqiang, H., Baohua, M., & Rong, H. (2006). A method for calculating the maximum passenger assembling number of railway passenger station. Paper presented at the Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS, 949-958.
- 4) Bao, Y. (2010). A model for the coordination between high-speed railway lines and conventional rail lines in a railway passenger transportation corridor. Paper presented at the WIT Transactions on the Built Environment, , 114 453-465. doi:10.2495/CR100421.
- 5) Li, H., Liu, Y., & He, D. (2007). A security risk evaluation model for IT system and its application on railway passenger ticket system. Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science, 28(1), 127-130.
- 6) Stoilova, S., & Nikolova, R. (2018). An application of ahp method for examining the transport plan of passenger trains in bulgarian railway network. Transport Problems, 13(1), 37-48. doi:10.21307/tp.2018.13.1.4.
- 7) Wang, J. -, Zhang, J. -, Wang, W. -, & Lü, X. -. (2011). An improved neural network and its' application in prediction of railway passenger volume during spring festival. Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology), 42(SUPPL. 1), 1020-1025.
- 8) Li, J., Zhang, C., & Teng, J. (2019). Analysis of influencing factors and growth trend of urban railway passenger departures volume. Paper presented at the Proceedings of the 24th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, HKSTS 2019: Transport and Smart Cities, 221-228
- 9) Xu, L. -, Li, Z. -, & Wang, S. -. (2008). Evaluation methods and models of traffic transfer at urban railway passenger station. Wuhan Ligong Daxue Xuebao/Journal of Wuhan University of Technology, 30(8), 105-108.
- 10) Ji, H. -, Xing, Z. -, Qin, Y., Jia, L. -, & Wu, G. -. (2011). Evaluation on railway passenger service quality using comprehensive fuzzy evaluation model and neural network. Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology), 42(SUPPL. 1), 72-78.
- 11) Alimo, P. K., Agyeman, S., Zankawah, S. M., Yu, C., Cheng, L., & Ma, W. (2022). Factors causing low demand for a suburban passenger train in sekondi-takoradi. Journal of Transport Geography, 98 doi:10.1016/j.jtrangeo.2021.103268.
- 12) Ren, J. -, Xu, J. -, Tian, G. -, Zhao, H. -, & Pu, J. -. (2018). Field test and statistical characteristics of wheel-rail force for slab track with passenger and freight traffic. Gongcheng Lixue/Engineering Mechanics, 35(2), 239-248. doi:10.6052/j.issn.1000-4750.2016.10.0826.
- 13) Wang, X. -, Wang, W. -, Li, M., Wei, Y. -, Yang, Y. -, & Qu, Y. -. (2013). Field test research on treatment effect of embankment foundation in class IV dead-weight collapsible loess zone along railway passenger dedicated line. Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics, 34(SUPPL.2), 318-324+362.
- 14) Liu, L., Pan, Y., Han, T., & Liu, H. (2007). Analysis on the design and application of the pantograph-catenary current collection of passenger and freight 200 km·h⁻¹ electrified railway line in mountainous area. Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science, 28(1), 93-98.

15) Wu, J., Chen, Z., Jia, Y., & Sun, D. (2018). Application of fuzzy theory to weight optimization algorithm of railway passenger transport safety index. [模糊理论在铁路客运安全指标权重优化算法中的应用] Beijing Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Beijing Jiaotong University, 42(3), 37-43 and 52. doi:10.11860/j.issn.1673-0291.2018.03.006.

16) Wang, Z., Wang, Y. -, Jia, L. -, & Li, P. (2005). Application of improved BP neural network in the prediction of railway passenger volume time serial. Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science, 26(2), 127-131.

The state of scientific opinion on the issues of organizing passenger transportation by rail transport

Olena Dolia

Department of Information Control Systems, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID 0000-0002-0364-988X

Kostiantyn Dolia

Department of automobile and transport infrastructure, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, Kharkiv, Ukraine
ORCID 0000-0002-4693-9158

Iuliia Mykhailova

Department of Fleet Operation and Maritime Transportation Technologies, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine
ORCID 0000-0002-4882-7803

Abstract: Railway transport plays a significant role in the transportation of passengers with various types of connections, which is the basis for the relevance of the research of such transportation. The article deals with forecasting the volume of railway passenger transportation, forecasting the high-speed railway passenger flow and volume of transportation in the medium-term and long-term plan of the high-speed railway network, forecasting the railway passenger transportation based on seasonal decomposition and the model, forecasting the volume of passenger traffic for the newly built high-speed railway in the transport corridor. It is considered that the difference in train travel distances can become a theoretical basis for optimizing the parameters of the arrival of passengers by railway. Also, the issue of the general structure for an intelligent railway passenger station is described. The paper examines the existing calculation methods, which include the collected coefficients method, the graph and train number method of the one-way method, the probabilistic method, the worst-case method and the simulation method, and also gives the proposed value of their parameters. Model of coordination between high-speed rail lines and conventional rail lines in a rail passenger transport corridor. It is stated that a rational scheme of transport cooperation can improve the use of railway capacities, the speed of train movement, the quality of service and the organization of railway transport. The influence of factors and trends in the growth of the volume of shipments by urban railway passengers was analyzed, various effects and correlations of socio-economic variables and factors of the supply of railway transport for different cities were identified.

Key words: railway transport, passenger transportation, passenger flow, passenger station, railway lines, railway transport organizations, influence of factors, trends.
