

залізничної системи, які виконують цілу низку системоутворюючих функцій, що забезпечують функціонування системи організації вагонопотоків. Оперативне управління технологічними процесами сортувальних станцій традиційно здійснюється досвідченим персоналом який має відповідний досвід. Однак у сучасних реаліях ціна неоптимальних рішень при управлінні крупними технічними станціями є дуже високою, адже залізнична система України має мінімум резервів і функціонує на грані своїх можливостей. З іншого боку рівень інформатизації та цифровізації транспортно-логістичного процесу на залізниці значно підвищився протягом останнього десятиріччя, що в свою чергу розширює можливості для здійснення переходу управлінських технологій технічними залізничними станціями на новий якісний рівень. Однак для здійснення цифрової трансформації управління сортувальними станціями одних лише систем збору інформації недостатньо. Необхідні якісні моделі обробки цієї інформації. Для забезпечення можливості генерувати якісні управлінські рішення дані моделі повинні адекватно моделювати всі основні складові технологічного процесу станції. Вирішення даної задачі стало можливим завдяки використанню у ході формалізації станційних технологічних процесів сучасних математичних апаратів, таких як математичний апарат генетичних алгоритмів, нечіткої логіки, байєсових мереж тощо. Розроблені математичні оптимізаційні моделі, які інтегрують управління всіма підсистемами сортувальних станцій в тому числі підсистему місцевої роботи, призначені для формування на їх основі процедур, результатом роботи яких є оперативні плани роботи станцій в графічному вигляді. Вони дозволяють на основі критерію експлуатаційних витрат будувати раціональні плани роботи станції в тому числі і в умовах жорсткого обмеження ресурсів, як наприклад при виконанні ремонтних робіт та закритті колій. Також вони дозволяють забезпечити належний рівень надійності роботи підсистем, тв умовах варіативності змінних завдань, як, наприклад, дозволяють зберегти працездатність підсистеми розформування-формування в умовах оперативного корегування плану формування поїздів.

[1] Prokopov, A., Prokhorov, V. Kalashnikova, T., Golovko, T., Bohomazova, H. Constructing a model for the automated operative planning of local operations at railroad technical stations. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2021. 3 (3 (111)), 32–41.

УДК 656.22

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ У
ПОЇЗДИ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА ПРИНЦИПАМИ
СПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

**IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF CAR FLOW ORGANIZATION ON
TRAINS BASED ON TRANSPORTATION MODELS ACCORDING TO THE
PRINCIPLES OF SHARED USE**

Аспірант М.А. Кравченко¹, док. техн. наук А.В. Прохорченко¹
¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

М. Kravchenko (postgraduate)¹, A. Prokhorchenko, D.Sc. (Tech.)¹
¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Україна займає одне з провідних місць у світі щодо експорту аграрної продукції. Одним із ключових елементів в глобальних ланцюгах постачань зернових вантажів займає залізничний транспорт. Однак, конкурентна боротьба між видами транспорт та постійне підвищення вартості логістики вимагають пошуку ефективних підходів для зменшення витрат на залізничні перевезення вантажів. Процес перевезень зернових вантажів характеризується піковими періодами навантаження, які призводять до перевантаження залізничної мережі, що ускладнює доставку зернових вантажів з причин виникнення значних затримок поїздів. Значний вплив на стійкість системи організації вагонопотоків у поїзди та на швидкість перевезень відіграє прийнята операційна модель перевезень. Враховуючи, що базовою моделлю в залізничній системі України є парадигма перевезень "hub-and-spoke" [1], де переважно використовуються вагонні та групові відправки для організації поїздів, що в пікові періоди перевезень призводить до перевантаження сортувальних систем та дефіциту локомотивів, значного сповільнення руху і, як наслідок, збільшення обороту вагонів.

Для підтвердження практичного досвід та виявлення закономірностей діючої моделі перевезень в роботі проведено дослідження трансформації структури мережі організації вагонопотоків у поїзди на основі методів аналізу складних мереж шляхом порівняння мереж плану формування поїздів (ПФП) у 2012-2013 році з ПФП у 2018-2019 року. Досліджено такі показники як ступені вершин, щільність, діаметр графа, середню довжину шляху в мережі, коефіцієнт Пірсона, тощо [2]. Виявлено, що ступінь концентрації мережі підтверджує незмінність існування останні шість років операційної моделі перевезень "hub-and-spoke". Однак, сітьовий коефіцієнт кластеризації, що описує транзитивність мережі збільшився у 1,222796 від значення у ПФП 2012-2013 року. Це засвідчує тенденцію до більшої глобальної кластеризації мережі, тобто збільшення варіантів організації вагонопотоків за якими напрями руху поїздопотоків уникають позакласних сортувальних станцій (великих хабів) в мережі. Такий варіант перевезень тяжіє до операційної моделі "point-to-point", яка дозволяє пришвидшити рух вантажів та зменшити витрати на перевезення. Виявлено, що постійні спроби останніх років збільшення рівня маршрутизації вантажних перевезень в пікові періоди навантаження змінюють на макрорівні показники швидкості. Середня довжина шляху в мережі призначень ПФП (кількість станцій, де буде переформовано вагонопотік) скоротилась з 3,70603 у ПФП 2012-2013 року до 3,42235 у ПФП 2018-2019 року. За таких умов науково обґрунтованим є застосування технологій перевезень з об'єднання великих груп вагонів на початковому етапі перевезень (ступеневі маршрути), що дозволить уникати частих переформувань на сортувальних станціях. Одним із напрямів

надання системі перевезень зернових вантажів значної гнучкості операцій та швидкості руху відправок є гібридизація існуючої моделі перевезень "hub-and-spoke" з "point-to-point" яка може ґрунтуватись на принципах райдшерингового сервісу для організації ступеневих маршрутів. Така модель перевезень відповідає принципам економіки спільного використання [3]. Для досягнення мережевого ефекту [4], що важливо для побудови будь-якого сервісу райдшерингових послуг запропоновано цифрову платформу-агрегатор, яка дозволить поєднати вагонні відправки у ступеневий маршрут за рахунок укрупнення навантаження партій зерна до 15-25 вагонів різних відправників, що бажають відправити у співпадаючі календарні періоди для можливості бронювання місця в ступеневому маршруті.

- [1] Pels E. Optimality of the hub-spoke system: A review of the literature, and directions for future research. *Transport Policy*. Volume 104, April 2021, Pages A1-A10. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.08.002>
- [2] Mrvar, A., Batagelj, V. Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. *Complex Adapt Syst Model* 4, 6 (2016). URL: <https://doi.org/10.1186/s40294-016-0017-8>
- [3] Kathan, W., Matzler, K., Veider, V. The sharing economy: Your business model's friend or foe?, in: *Business Horizons/ Kelley School of Business, Indiana University*. 2016. Vol. 59/ 6. P. 663 – 672.
- [4] James Currier. Why Uber's network effects are vulnerable? 2019. NFX. URL: <https://www.nfx.com/post/the-network-effects-map-nfx-case-study-uber> (last access: 10.09.2022)

УДК 656.2

RESEARCH OF CROSS-BORDER TRANSPORTATION PATTERNS IN THE EAST ASIA AND PACIFIC REGION

H. Prokhorchenko¹ PhD(Tech.), I. Kolesnyk¹

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

The global economy has been adversely affected by the COVID-19 pandemic and its containment measures. And although during 2021, despite the impact of the pandemic, the world economy showed growth, new strains of the virus and rising inflation in developed countries are entering the stage of recession. Forecasts show that the growth rate of the world economy will decrease significantly - from 5.5% in 2021 to 4.1% in 2022 and 3.2% in 2023 [1].

Against this background, the East Asia and Pacific region has good economic indicators and an expected economic growth of up to 5.2% in 2023. It is expected that Asia will recover faster than other regions and will be at the center of all logistics activities - both in growth and in investments. It is predicted that by 2030, the East Asia and Pacific region will account for about half of the growth in world trade [2]. Trade growth between Asia and the rest of the world will account for about 55 percent, with intra-Asia trade growth accounting for the rest. Therefore, the study of cross-border transportation models in this region is relevant.

Until recently, cross-border transportation in the East Asia and Pacific region was dominated by the traditional model, in which wholesale orders prevailed, which were