

УДК 629.4.05

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ НА МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖУ

Марченко Д.М., Сиднєв В.Р., Максимов Д.Г., Сиднєв І.В.

ANALYSIS ORGANIZATION TRAINS ON NETWORK OF RAILWAYS INTERNATIONAL CARGO TRANSPORTATIONS

Marchenko D., Sydneyev V., Maksimov D., Sydneyev I.

При виконанні досліджень питань організації вагонопотоків на мережі залізниць була застосована теорія масового обслуговування, яка використовується при моделюванні імовірнісних систем на залізничному транспорті. В роботі було встановлено, що дослідження, розробка та реалізація методів удосконалення та технології обслуговування вантажних вагонопотоків у міжнародному сполученні мають науково-практичну цінність. Аналіз наведених даних свідчить про те, що залізничний транспорт займає лідируюче місце на транспортному ринку України, але конкуренція з боку інших видів транспорту помітно підсилюється. Встановлені основні причини коливань вагонопотоків на мережі залізниць. Доведено, що значна частина транспортних потоків задовільно описується законами розподілу Пуассона, Ерланга, біноміальним та нормальним.

Ключові слова: вагонопотік, міжнародні перевезення, залізничний транспорт, станція, організація, обслуговування, система.

Вступ. Динаміка розвитку процесів в Україні така, що зростає товарообіг України з прикордонними країнами та обсяги експорту транспортних послуг. На сьогоднішній день прогнозувати ситуацію на транспортному ринку дуже важко, проте оптимістичні прогнози припускають зростання економіки, а слідом за цим і збільшення потоків вантажів.

Через територію України проходить шість міжнародних транспортних коридорів (МТК) для пропуску та обслуговування міжнародних вагонопотоків.

Існуюча тенденція збільшення обсягу вантажних перевезень у міжнародному сполученні на залізницях України вносить зміни до організації перевезень і управління на залізничному транспорті.

Ефективна організація вагонопотоків при міжнародних та інтермодальних перевезеннях вантажів надасть Україні можливість глибокої інтеграції у структури європейської співдружності, збільшення

надходжень до державного бюджету валютних коштів, закріплення на міжнародному транспортному ринку за Україною солідного сектору вантажопотоку, що надходять із країн Азії в Європу та навпаки.

Постановка проблеми. Аналіз наведених даних свідчить про те, що залізничний транспорт займає поки лідируюче місце на транспортному ринку України, але конкуренція з боку інших видів транспорту помітно підсилюється. Із застосуванням нової технології та необхідністю забезпечення конкурентно спроможності залізничних транзитних напрямків, які проходять територією України, виникає потреба в перегляді критеріїв оптимізації та вдосконалення організації вагонопотоків на залізничних станціях у міжнародному сполученні на основі оптимального розподілу ресурсів та введення пріоритетності при обслуговуванні. Реалізація цієї науково-прикладної задачі забезпечена зниженням експлуатаційних витрат від необгрунтованого перебування вагонопотоків міжнародного сполучення під простоями на станціях та своєчасного обслуговування поїздів у міждержавному та міжнародному сполученні.

Таким чином, дослідження, розробка та реалізація методів удосконалення та технології обслуговування вантажних вагонопотоків у міжнародному сполученні мають науково-практичну цінність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При виконанні досліджень питань організації вагонопотоків на мережі залізниць застосовується теорія масового обслуговування, яка використовується при моделюванні імовірнісних систем, із введенням кореляційних залежностей. По цьому питанню проводилися дослідження багатьма вченими (проф. В.М. Акулиничев, Н.Н. Шабалин, Н.И. Федотов, И.В. Сотников, Е.А. Сотников) [1,2].

Системотехнічне моделювання застосовується при проектуванні технічних систем великого масштабу, побудова макро- і мікроструктур, виконує оцінку функціонування й прогнозування розвитку си-

туації, ґрунтується на знанні технології об'єкта, який моделюється, його схем, і характеру взаємодії з потоком будь-якої заданої структури. Дані методики пропонувалися такими вченими, як В.А. Персианов, Гуд К. і Маккой В [3].

Мета статті. Метою статті є аналіз організації вагонопотоків на мережі залізниць при міжнародних перевезеннях вантажу з урахуванням пріоритетності в обслуговуванні додаткового міжнародного вагонопотоку.

Результати досліджень. Залізничні станції є найважливішими ланками організації експортно-імпортних перевезень. Від чіткості їхньої роботи залежить рівномірність і ритмічність роботи обслуговування міжнародних напрямків, строки доставки вантажів, ступінь використання технічних коштів транспорту.

У свою чергу станції складаються з ряду підсистем з окремими лініями загального конвеєра, що забезпечують його результативну потужність - пропускну й переробну спроможності.

Технологія роботи цих ліній базується на постійних режимах, що дозволяють заздалегідь визначати загальний хід процесу обслуговування експортно-імпортного вагонопотоку. Прогнозування поведінки складної системи, якою є станція, необхідно для правильного прийняття управлінських рішень на мікро та макрорівнях. Однак ці режими не завжди є постійними й можуть визначатися лише послідовним набором окремих подій, характеристика яких проявляється тільки в ході виконання операцій, а на існуючих станціях на кожен даний момент не може бути визначена. Це залежить від тривалості виконуваних операцій, що у свою чергу залежить від цілого ряду об'єктивних і суб'єктивних факторів і має імовірнісний характер. При цьому мережа зміни випадкової величини обмежена припустимими межами, оскільки транспортний процес не може бути чисто випадковим. Встановлення цих меж можливе за допомогою статистичних досліджень роботи передавально-прикордонних станцій та внутрішніх сортувальних станцій.

Відомо, що функціонування будь-якої сортувальної станції інтерпретується за допомогою мережі масового обслуговування [4].

Одержання достовірних результатів для планування оперативної роботи станцій залежить від прийнятої для розрахунків математичної моделі або математичного апарату рішення завдання в цілому, залежить від аналізу інтервалів входу поїздів на станцію та потоків обслуговування в кожній станційній підсистемі.

Для приведення обраної системи масового обслуговування у відповідність із існуючими розмірами вагонопотоків, а також враховуючі динаміку моделі, що задає вхідні потоки та потоки обслуговування, проведені аналіз структури й оцінка параметрів обслуговування вагонопотоків.

Випадковий характер надходження призводить до того, що в певні моменти на вході в систему ма-

сового обслуговування утворюється черга, а в інші періоди часу частина каналів простоюють.

Статистичні дані зібрані за період 2014-2016 роки являють собою одномірні масиви розмірністю 600 спостережень.

Оброблені статистичні дані дозволили побудувати гістограму випадкових інтервалів часу між двома поїздами, що прибувають на станцію послідовно, й перевірити отриманий емпіричний закон розподілу на відповідність експонентному закону розподілу або закону Ерланга за допомогою критерію χ^2 - Пірсона [5,6].

Спостереження показують, що розподіл вхідних інтервалів на сортувальну станцію вагонопотоку, незалежно від сезону, підлягає експонентному закону.

$$f(t)=0,28 \exp(-0,28t).$$

Результати досліджень показали, що розподіл підкоряється експонентному закону або закону Ерланга 2-го порядку

$$f(t)=(2\lambda)^2 t \exp(-2\lambda t).$$

Дослідження вихідного вагонопотоку зі станцій також підкоряється експонентному закону [23]

$$f(t)=\lambda \exp(-\lambda t).$$

Таким чином, в основному вхідним потоком поїздів є найпростіший пуассонівський потік, що володіє властивостями стаціонарності, ординарності та відсутності післямови [7,8].

Межі зміни інтенсивності обслуговування для кожної технологічної лінії становлять:

- лінія переробки вагонів;
- лінія інформаційного забезпечення;
- лінія обробки документів.

Причинами коливань є:

- недостатньо умов і технічних коштів для виконання необхідних операцій, пов'язаних з митними, технічними та перевантажувальними операціями;
- не в повній мірі досягається максимальна паралельність виконання операцій з обробки документів на кожен поїзд і спостерігаються дублюючі операції;
- не всі місця обладнані АРМ, у результаті спостерігаються збої в інформаційному забезпеченні, що призводить до збільшення тривалості обробки інформації [9,10].

Дослідженнями, проведеними різними вченими, доведено, що значна частина транспортних потоків задовільно описується законами розподілу Пуассона, Ерланга, біноміальним та нормальним [11,12].

Цей висновок у значній мірі застосовується в дійсних умовах для залізничних станцій при міжнародних перевезеннях, у зв'язку зі сформованою ситуацією, коли наявні вагонопотоки вже встановилися та пропускні спроможності станційних пристроїв мають резерв для їхнього обслуговування.

Якщо розподіл вихідного потоку визначається трьома факторами: вхідним потоком, тривалістю обслуговування й ступенем завантаження апарату обслуговування, то для станцій з низьким ступенем завантаження обслуговуючих пристроїв характерний випадок, коли при пуассонівському вхідному потоці та пуассонівському або ерлангівському розподілі часу обслуговування на виході із системи може бути отриманий довільний закон розподілу інтервалів між поїздами.

Висновки. В роботі було встановлено, що дослідження, розробка та реалізація методів удосконалення та технології обслуговування вантажних вагонопотоків у міжнародному сполученні мають науково-практичну цінність. Аналіз наведених даних свідчить про те, що залізничний транспорт займає лідируюче місце на транспортному ринку України, але конкуренція з боку інших видів транспорту помітно підсилюється.

Оброблені в роботі статистичні дані дозволяють побудувати гістограму випадкових інтервалів часу між двома поїздами, що прибувають на станцію послідовно, й перевірити отриманий емпіричний закон розподілу на відповідність експонентному закону розподілу або закону Ерланга за допомогою обраного критерію. Встановлено основні причини коливань вагонопотоків на мережі залізниць. На підставі виконаних досліджень доведено, що значна частина транспортних потоків задовільно описується законами розподілу Пуассона, Ерланга, біноміальним та нормальним.

Л і т е р а т у р а

1. Вагнер Г. Основы досліджень операцій. М.: Мир. 1973. - 450 с.
2. Колмогоров А.Н. Основне поняття теорії ймовірностей. ОНТИ НКТП СРСР. 1986. - 294 с.
3. Алешинский Е.С., Павленко О.В. Теоретические основы для разработки унифицированной технологии грузодвижения в транспортных узлах. «Автомобильный транспорт» № 6 - Харьков: ХНАДУ. - 2002. - С. 17-21
4. Нагорний С.В., Альошинський С.С., Павленко О.В. Методика вибору варіанта інтенсивної технології вантажоруху в транспортному вузлі з домінуючим сектором залізничного транспорту. «Автомобильный транспорт» № 12 - Харків: ХНАДУ. - 2003. - с. 15-19.
5. Di Febbraro A., Recagno V. and S. Sacone (1996). "INTRANET: A New Simulation Tool for Intermodal Transportation Systems", Simulation Practice and Theory, vol. 4, pp. 47 - 64.
6. EUROPEAN Agreement on Important International Combined Transport Lines and Related Installations (AGTC) // United Nations Economic Commissions for Europe Inland Transport Committee. - Done in Geneva on 1 February 1991. - 33 p.
7. Ferreira, L., and J. Sigut (1993) "Measuring the Performance of Intermodal Freight Terminals", Transportation Planning and Technology, vol. 17, pp. 269-280.
8. Berenyi J. Nas status on terminal technologies and challenges (the evaluation and development of the intermodal transport in Hungary) / Institute for Transport Sciences Ltd (Budapest) / EUTP 3rd Clustering Meeting Rotterdam, 12th December 2002.
9. Boile M. P., Spasovic L. N. and Bladikas A. K. (1995). "Modeling Intermodal Auto-Rail Commuter Networks", Transportation Research Record, no. 1516, pp. 38-47.
10. Tulecki A. Przyszlosciowe technologie przewozowe w korytarzach transportowych Europe - Azja // Konferencja "Multimodalne korytarze Transportowe Europa - Azja". - Pozna, 1997. - S. 45-48.
11. Intermodal Transport Services To The Interior Project. Part F: Container Railway As MTO Industry Structure And Practices. - China. - October 2004.
12. Jennings, B., and M. C. Holcomb (1996). "Beyond Containerization: The Broader Concept of Intermodalism", Transportation Journal, pp. 5-13.

Марченко Д.М., Сиднєв В.Р., Максимов Д.Г., Сиднєв І.В. Аналіз організації вагонопотоків на мережі залізниць при міжнародних перевезеннях вантажу.

При виконанні досліджень питань організації вагонопотоків на мережі залізниць була застосована теорія масового обслуговування, яка використовується при моделюванні імовірнісних систем на залізничному транспорті. В роботі було встановлено, що дослідження, розробка та реалізація методів удосконалення та технології обслуговування вантажних вагонопотоків у міжнародному сполученні мають науково-практичну цінність. Аналіз наведених даних свідчить про те, що залізничний транспорт займає лідируюче місце на транспортному ринку України, але конкуренція з боку інших видів транспорту помітно підсилюється. Встановлені основні причини коливань вагонопотоків на мережі залізниць. Доведено, що значна частина транспортних потоків задовільно описується законами розподілу Пуассона, Ерланга, біноміальним та нормальним.

Ключові слова: вагонопотік, міжнародні перевезення, залізничний транспорт, станція, організація, обслуговування, система.

Marchenko D., Sydnyev V., Maksimov D., Sydnyev I. Analysis organization trains on network of railways international cargo transportations.

The current trend increase in freight traffic international traffic on railways of Ukraine makes changes organization and management traffic on railway. Obtaining reliable results for planning operational stations depends adopted for calculation mathematical model or mathematical tools solving problem as a whole depends on the gap analysis log train station and flows in each service station subsystem. When

doing research on organization car traffic on rail network was applied queuing theory used in modeling probabilistic systems for rail transport. The paper found that research, development and implementation methods for improvement and technology services freight car traffic in international traffic with scientific and practical value. Analysis data shows that rail transport has a leading position in transport market of Ukraine, but competition from other modes transport significantly increases. The basic causes vibrations car traffic on railway network. It is proved that much traffic laws satisfactorily described by Poisson distribution, Erlang, and binomynalnym normal.

Keywords: vahonopotik, international transportation, rail station, organization, maintenance, system.

Марченко Д.М. – перший проректор СХУ ім. В. Даля, доктор технічних наук, професор кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті».

Сиднєв В.Р. – начальник "Лиманського Центру професійного розвитку персоналу" РФ "Донецька Залізниця" ПАТ "Укрзалізниця" м. Лиман.

Максимов Д.Г. – начальник відділу "Головне управління Держпраці у Донецькій області" Державна служба України з питань праці м. Краматорськ.

Сиднєв І.В. – головний спеціаліст - юрисконсульт відділу юридичного забезпечення "Головне управління Держпраці у Донецькій області" Державна служба України з питань праці м. Краматорськ.

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 28.03.2017