

## ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ

Г.С. Бауліна<sup>1</sup>, Г.Є. Богомазова<sup>2</sup>, С.М. Продашук<sup>3</sup>, О.В. Ковальова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>к.т.н., доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою,  
Український державний університет залізничного транспорту,  
Харків, Україна,  
ORCID ID: 0000-0001-8464-1507

<sup>2</sup>к.т.н., доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою,  
Український державний університет залізничного транспорту,  
Харків, Україна,  
ORCID ID: 0000-0002-8042-0624

<sup>3</sup>к.т.н., доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою,  
Український державний університет залізничного транспорту,  
Харків, Україна,  
ORCID ID: 0000-0002-7673-3863

<sup>4</sup>к.т.н., доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою,  
Український державний університет залізничного транспорту,  
Харків, Україна,  
ORCID ID: 0000-0001-5342-0795

### Анотація

**Вступ.** В Україні перевезення вантажів у контейнерах почали активно розвиватися лише в останні роки. Однак порівняно з іншими країнами система контейнерних перевезень залізничним транспортом залишається недостатньо розвиненою. Контейнерні перевезення відіграють ключову роль у сталому розвитку транспортної системи як всередині країни, так і на міжнародній арені, оскільки вони сприяють застосуванню комбінованих видів транспорту та забезпечують їх ефективну взаємодію. **Мета.** У роботі формалізовано оптимізаційну технологію транспортного процесу перевезення вантажів у контейнерах залізницею у напрямку порту за рахунок зменшення експлуатаційних витрат під час формування і переміщення контейнерного поїзда та врахування ймовірних затримок під час доставки вантажів. **Результати.** Проведено дослідження сучасного стану контейнерних перевезень в Україні, що показали активне зростання обсягів з 2023 року, особливо в експортному сполученні, в тому числі і в напрямку портів. Аналіз взаємодії морських портів і залізничних станцій довів наявність проблем, пов'язаних з організацією формування та відправлення контейнерних поїздів. Запропоновано оптимізаційну модель, що має стохастичний характер та враховує ймовірні затримки контейнерного поїзда. Такі затримки виникають через перебої та порушення на різних етапах процесу транспортування і описуються нормальним законом розподілу. Застосування такої моделі сприяє зниженню експлуатаційних витрат за рахунок скорочення простою вагонів на станції примикання контейнерного терміналу та припортової станції, а також веде до зменшення часу обігу вантажного вагона. З огляду на отримані дані про міця затримок та причини їх виникнення необхідно передбачати резерви часу при транспортуванні контейнерних поїздів. **Висновки.** Запропонована технологія

може бути корисною як для працівників залізничного та морського транспорту, так і для вантажовідправників і вантажоодержувачів, що відправляють свої вантажі у контейнерах. В умовах наявності зворотного зв'язку із суміжними транспортними підприємствами можна досягти максимальної ефективності використання даної технології.

**Ключові слова:** перевезення вантажів у контейнерах, контейнерний поїзд, експлуатаційні витрати, затримка поїзда, оптимізаційна модель.

### FORMATION OF THE OPTIMAL TECHNOLOGY FOR THE TRANSPORTATION PROCESS OF CARGO TRANSPORTATION IN CONTAINERS

H.S. Baulina<sup>1</sup>, H.Ye. Bohomazova<sup>2</sup>, S.M. Prodashchuk<sup>3</sup>, O.V. Kovalova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>PhD (Tech), Associate Professor at the Department of Cargo and Commercial Work Management,  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0001-8464-1507

<sup>2</sup>PhD (Tech), Associate Professor at the Department of Cargo and Commercial Work Management,  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-8042-0624

<sup>3</sup>PhD (Tech), Associate Professor at the Department of Cargo and Commercial Work Management,  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-7673-3863

<sup>4</sup>PhD (Tech), Associate Professor at the Department of Cargo and Commercial Work Management,  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0001-5342-0795

#### **Summary**

**Introduction.** Containerized cargo transportation in Ukraine has only begun to develop actively in recent years. However, compared to other countries, the system of container transportation by rail remains underdeveloped. Container transportation plays a key role in the sustainable development of the transport system both domestically and internationally, as it promotes the use of combined modes of transport and ensures their effective interaction. **Purpose.** This paper formalizes the optimization technology of the transport process of cargo transportation in containers by rail to the port by reducing operating costs during the formation and movement of a container train and taking into account possible delays in cargo delivery. **Results.** A study of the current state of container transportation in Ukraine was conducted, which showed an active growth in volumes since 2023, especially in export traffic, including in the direction of ports. An analysis of the interaction between seaports and railway stations has shown the existence of problems related to the organization of the formation and departure of container trains. The author proposes an optimization model that is stochastic in nature and takes into account possible delays of a container train. Such delays arise due to interruptions and disruptions at different stages of the transportation process and are described by a normal distribution law. The use of this model helps to reduce operating

costs by reducing the idle time of wagons at the junction station of the container terminal and the port station, and also leads to a reduction in the turnaround time of a freight car. Taking into account the data obtained on the places of delays and the reasons for their occurrence, it is necessary to provide time reserves for the transportation of container trains. **Conclusions.** The proposed technology can be useful both for railway and maritime transport workers, as well as for shippers and consignees who ship their goods in containers. Given the feedback from adjacent transport companies, it is possible to maximize the efficiency of this technology.

**Key words:** cargo transportation in containers, container train, operating costs, train delay, optimization model.

**Вступ.** Перевезення вантажів у контейнерах залізничним транспортом є одним із найбільш ефективних і надійних способів транспортування вантажів на великі відстані. Вони широко використовуються в міжнародній логістиці та забезпечують високий рівень сервісу та якості перевезення. Контейнерні перевезення дозволяють забезпечити швидку доставку вантажів до клієнтів з меншою кількістю вантажних операцій, що дозволяє зменшити витрати на транспортування вантажу. Це вигідно як для залізничного транспорту, так і для власників вантажу, експедиторів, логістичних компаній та інших видів транспорту, які взаємодіють із залізницею.

В Україні перевезення вантажів у контейнерах набули широкого розвитку лише в останні роки. Система контейнерних перевезень при використанні залізничного транспорту порівняно з іншими країнами є недостатньо розвиненою. Це пов'язано з застарілою інфраструктурою, яка за рівнем розвитку відстає від країн Європи або США. Проте оновлення, звісно, відбуваються. З кожним роком запитувана швидкість перевезень збільшується, а використання контейнерів сприяє цьому через зручність їх перевантаження з одного типу транспорту на інший.

**Постановка проблеми.** За даними дослідницького відділу Statista [1], прогнозується, що в період з 2023 до 2026 року глобальна контейнерна торгівля зростатиме на 3,3 відсотка на рік. Отже, Україна повинна не відставати від світового ринку і розвивати перевезення вантажів у контейнерах як територією нашої держави, так і за її межами, тому процес перевезення вантажів контейнерними поїздами слід розглядати як ключовий компонент логістичного транспортного ланцюга поставки товарів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню раціонального перевезення вантажів у контейнерах присвячено чимало робіт науковців-транспортників. Так, у роботі [2] автори пропонують економіко-математичну модель контейнерних поїздів, що враховує технічне оснащення ланцюга поставки і технологію транзитних потоків. Запропонований метод у статті [3] дозволяє скоротити витрати на транспортування вантажів, а також час, необхідний на вантажні операції у галузі контейнерних перевезень. Контейнерні перевезення вантажів при застосуванні сучасних логістичних технологій і рішень дозволяють забезпечити швидку доставку з меншою кількістю вантажно-розвантажувальних операцій і мінімальним ризиком для збереження майна вантажовласників [4].

Дослідження [5] спрямоване на зниження експлуатаційних витрат, що виникають у разі непродуктивного перевезення порожніх контейнерів, за рахунок оптимізації передачі та їх оренди при застосуванні стратегії сумісного використання. Якість функціонування контейнерного терміналу та обсяг логістичних витрат залежить від типу, кількості вантажно-розвантажувального обладнання та кількості подач фітінгових платформ на колії навантаження-розвантаження [6].

Підвищення точності прогнозування контейнероперевезень допоможе учасникам перевізного процесу розуміти тенденції ринку доставки вантажів у контейнерах та приймати раціональні рішення щодо їх перевезення [7]. Робота [8] спрямована на збільшення пропускної спроможності мережі контейнерних перевезень на основі розумного формування поїздів при забезпеченні декарбонізації транспортно-експедиторського сектору. Автори у статті [9] сформували модель цілочисельного лінійного програмування, яка зображує сценарії нормального, перевантаженого та недостатнього попиту на контейнери при мінімізації їх загального часу транспортування.

Проблеми ефективності планування перевезень вантажів у контейнерах на залізничних підприємствах досліджено у роботі [10]. Технологію планування перевезення вантажів маршрутами, що враховує множину випадків їх затримки, розглянуто у статті [11]. Визначення величини затримки поїзда вирішено за допомогою теорії нечітких множин.

Аналіз основних наукових досліджень довів, що контейнерні перевезення є важливим фактором сталого розвитку транспортної системи України як на внутрішньому, так і на міжнародному рівні, оскільки такі перевезення сприяють використанню змішаних видів транспорту, забезпечуючи ефективну взаємодію між ними. Отже, доцільним є дослідження процесу організації контейнерних поїздів при зміні виду транспорту із залізничного на морський.

**Формулювання цілей статті.** Метою роботи є оптимізаційна технологія транспортного процесу перевезення вантажів у контейнерах залізницею у напрямку порту за рахунок зменшення експлуатаційних витрат під час формування і переміщення контейнерного поїзда та врахування ймовірних затримок під час доставки вантажів.

**Виклад основного матеріалу.** Починаючи з 2016 року і до початку повномасштабної війни в Україні фіксувалося зростання обсягів контейнерних перевезень (рис. 1). Причинами такого стабільного збільшення обсягів перевезень був перехід вантажовідправників на використання контейнерів, що дозволило забезпечити безпечність і регулярність перевезень під час застосування контейнерних поїздів. Такі поїзди курсують за точним графіком, тому час прибуття в кінцевий пункт є відомим, що полегшує планування перевезень, особливо за потреби подальшої перевалки контейнера на інший вид транспорту.

На сьогодні український ринок, який був одним із провідних напрямків контейнерних перевезень серед чорноморських країн з річним обігом понад млн TEU, зазнав значного спаду через тривалу військову блокаду морських портів. З лютого 2022 року контейнерні термінали в Одеській області були відрізані від лінійного сполучення.

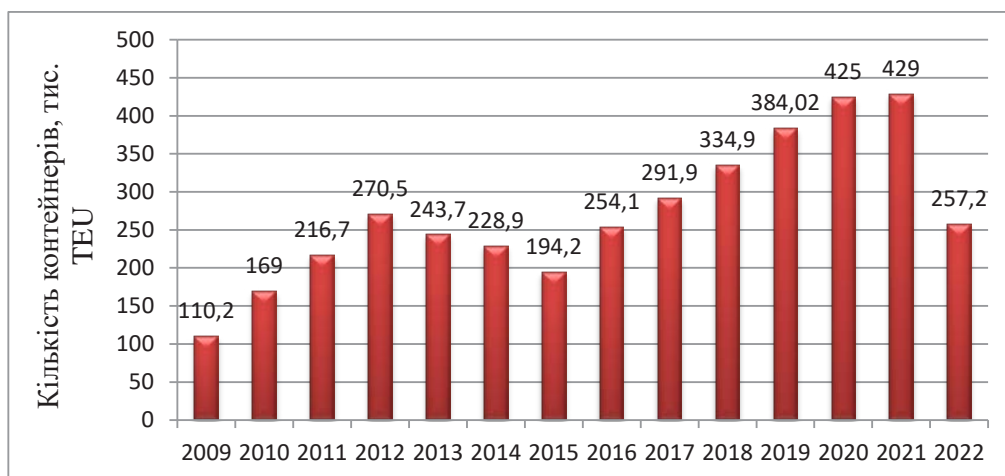


Рис. 1. Діаграма обсягів перевезень контейнерів залізничним транспортом (з урахуванням порожніх)

Навіть попри зниження економіки під час воєнного стану, контейнерні перевезення у 2023 році активно розвивались. Обсяги перевезень вантажів у контейнерах (без врахування порожніх) в 2023 році виявились на 34% більшими, ніж у 2022 році згідно з [12], коли було транспортовано лише 150,1 тис. TEU без врахування порожніх. Експортні перевезення вантажів у контейнерах у 2023 році склали значну частину – 124 946 TEU, імпорتنі – 37 083 TEU, внутрішні – 38 387 TEU, транзитні – 844 TEU (рис. 2).

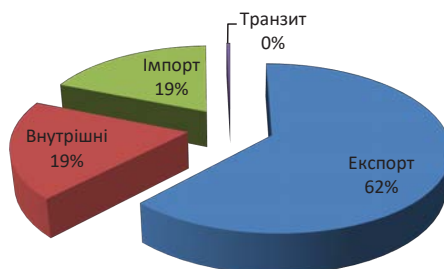


Рис. 2. Діаграма розподілу обсягів перевезень вантажів у контейнерах у 2023 р.

За дев'ять місяців 2024 року обсяги контейнерних перевезень зросли на 47% порівняно з аналогічним періодом минулого року, досягнувши 197 897 TEU. Це найвищий показник за останні сім років. Він на 7% перевищує обсяги перевезень за той же період довоєнного 2021 року [13].

Організація транспортного процесу перевезення вантажів у контейнерах є важливою складовою частиною взаємодії залізничного та морського транспорту [14]. Однією з основних проблем під час організації такого процесу є недостатня координація між різними видами транспорту, що ускладнює налагодження безперебійного транспортування вантажопотоку. Крім того, на затримку процесу може впливати завантаженість або відсутність необхідних технічних засобів, непередбачені

обставини, в тому числі і через наявність воєнного стану в Україні, що призводить до виникнення додаткового простою транспортних засобів на залізничних станціях. Простої вагонів можуть привести до порушення термінів доставки вантажу або графіків руху транспорту, що негативно впливає на якість роботи транспортно-логістичного ланцюга та сприяє підвищенню експлуатаційних витрат учасників перевізного процесу.

У зв'язку з цим доцільним є проведення досліджень транспортного процесу перевезення вантажів у контейнерах та технології формування і транспортування контейнерного поїзда (КП) до морського порту. За такою технологією потяг з порожніх фітингових платформ подається зі станційних колій на колії контейнерного терміналу (рис. 3). Після виконання операцій з обробки склад КП переставляється на колії станції. Після виконання операцій з відправлення контейнерний поїзд відправляється на припортову станцію за спеціальним твердим розкладом, з якої він повністю подається на колію морського порту, де контейнери перевантажуються з платформ на судно.

Так, виникає задача оптимізації технології перевезення вантажів у контейнерах до порту. Як критерій оптимізації враховано експлуатаційні витрати, що виникають у процесі формування та прямування КП до морського порту. До експлуатаційних витрат включено: витрати на обробку вагонів на станції примикання контейнерного терміналу та на припортовій станції; витрати на виконання маневрової роботи на станції примикання контейнерного терміналу і на припортовій станції; витрати на прямування КП до припортової станції; витрати на затримку вагонів, що виникають через різні перебої в транспортному процесі та непередбачувані обставини.

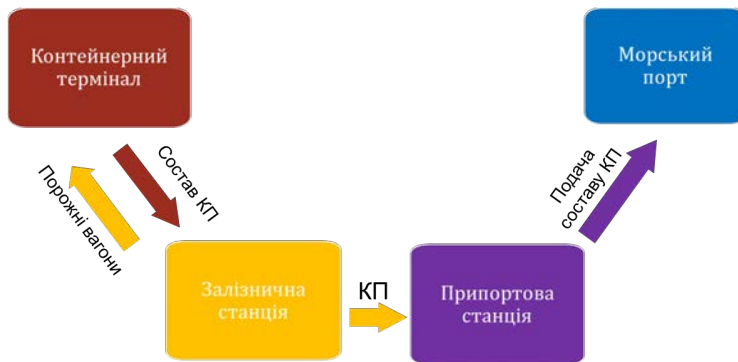


Рис. 3. Схема організації перевезень вантажів у складі контейнерного поїзда

Отже, цільову функцію оптимізаційної моделі можна надати в такому вигляді:

$$W(U_{КП}) = \frac{U_{КП} (t_{обр}^{КТ} + t_{обр}^{ПС}) b_{вз}}{P_n^{КТ} + P_n^{ПС}} + \frac{(b_{лз} + b_{скл}) (t_{мп}^{КТ} + t_{мп}^{ПС})}{U_{КП}} + \frac{T_{нр} b_{нр}}{U_{КП}} + \frac{b_3}{U_{КП}} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{t_0}^{t_1} t_3 e^{-\frac{(t_3 - \bar{t}_3)^2}{2\sigma^2}} dt_3 \rightarrow \min \quad (1)$$

де  $U_{КП}$  – склад контейнерного поїзда, ваг;  $t_{обр}^{КТ}$ ,  $t_{обр}^{ПС}$  – час на обробку вагонів на станції примикання контейнерного терміналу та на припортовій станції



відповідно, год;  $P_n^{KT}$ ,  $P_n^{PC}$  – середня переробна спроможність станції примикання контейнерного терміналу та припортової станції відповідно, ваг;  $b_{вз}$  – вартість простою одного вагона за годину, грн/ваг.-год;  $b_{лз}$  – вартість однієї години маневрової роботи при тепловозній тязі, грн/год;  $b_{скл}$  – витратна ставка однієї години роботи складача поїздів, грн/год;  $t_{мп}^{KT}$ ,  $t_{мп}^{PC}$  – обсяг маневрової роботи на станції примикання контейнерного терміналу та на припортовій станції відповідно, год;  $T_{пр}$  – час прямування КП, год;  $b_{пр}$  – вартість однієї години прямування КП до припортової станції, грн/год;  $t_3$  – час затримки вагонів на різних етапах транспортного процесу, год;  $b_3$  – витрати, пов'язані з затримкою вагонів на різних етапах транспортного процесу, грн/год;  $t_0$ ,  $t_1$  – початок та кінець звітної періоду.

Вантажні залізничні перевезення є складною стохастичною системою, на яку впливають збої та порушення, викликані різними причинами. Це можуть бути: збої в технологічних процесах залізничних станцій, підприємств та морського порту; відмови технічних засобів; відсутність вільних транспортних та навантажувальних ресурсів; екстремальні погодні явища; порушення умов транспортування; пошкодження інфраструктури через воєнні дії; помилки оперативних працівників тощо. Усе це призводить до затримок у часі на різних стадіях транспортного процесу – на станціях та на підходах до них, у вантажовласника або на шляху прямування, що відображено в останній складовій цільовій функції запропонованої моделі (1). Крім того, це спричиняє недотримання графіка руху та порушення строків доставки вагонів до припортових станцій для передачі контейнерів на судна. Розуміння та прогнозування затримок, викликаних виникненням цих збоїв і порушень, може обмежити їх вплив на загальносистемний графік за рахунок раннього попередження, що дозволить вжити заходів щодо пом'якшення наслідків. Проведені дослідження довели, що час затримки вагонів  $t_3$  має стохастичний характер і підпорядковується нормальному закону розподілу.

З метою забезпечення практичної реалізації моделі враховано технологічні та нормативні умови, що відображені в системі обмежень:

$$\begin{cases} U_{КП} \leq Z_{КП} \\ q_m U_{КП} + P_{cm} U_{КП} + M_a \leq M_{КП} \\ t_{обр}^{KT} + t_{обр}^{PC} \leq T_n \\ T_{пр} \leq T_\delta \end{cases}, \quad (2)$$

де  $Z_{КП}$  – максимальний склад КП, ваг;  $q_m$  – маса тари вагона, т/ваг;  $P_{cm}$  – статичне навантаження вагона, т/ваг;  $M_a$  – маса локомотива поїзного, т;  $M_{КП}$  – максимально допустима маса КП бруто, т;  $T_n$  – нормативний час обробки вагонів на станціях, год;  $T_\delta$  – тривалість доставки контейнерів до припортової станції, год;

Запропонована оптимізаційна модель була створена для того, щоб мінімізувати загальні витрати в процесі формування та транспортування контейнерного поїзда. Організація контейнерних перевезень повинна намагатися задовольнити умову прямого завантаження «поїзд – судно», водночас скорочуючи час зберігання на складах станції. Використання запропонованої технології дозволяє забезпечити скорочення простою вагонів на станції примикання контейнерного терміналу й припортовій станції приблизно на 17%, зменшити час обігу вантажного вагона на 0,67 доби та оптимізувати процес планування перевезення вантажів

у контейнерах з урахуванням можливих затримок. Враховуючи дані щодо місць затримок та причин їх виникнення, необхідно закладати часові резерви на маршруті контейнерних поїздів, що рухаються за твердим розкладом. Для отримання максимальної ефективності використання даної технології необхідна наявність уточнених вихідних даних, що стосуються графіка роботи суміжних транспортних підприємств, таких як порти та митниці.

**Висновки.** Проведено дослідження сучасного стану контейнерних перевезень в Україні. Проаналізовано обсяги перевезень вантажів у контейнерах та визначено, що з початком повномасштабної війни український ринок контейнерних перевезень зазнав значного спаду через тривалу військову блокаду морських портів. Проте вже з 2023 року спостерігається активне зростання обсягів перевезення, особливо в експортному сполученні, в тому числі і в напрямку портів.

Формалізовано транспортний процес перевезення вантажів у контейнерах у складі контейнерного поїзда у вигляді оптимізаційної моделі. Як критерій оптимізації враховано експлуатаційні витрати, що виникають у процесі формування та прямування контейнерного поїзда до морського порту. Сформована модель враховує стохастичний характер часу затримки вагонів, пов'язаний з перебоями та порушеннями на різних стадіях процесу транспортування, що відображається нормальним законом розподілу. Крім того, при розробленні моделі враховано технологічні та нормативні вимоги, що висуваються до роботи залізничного транспорту.

Впровадження запропонованої технології сприятиме зменшенню простою транспортних засобів на станції примикання контейнерного терміналу та припортовій станції, а також дозволить оптимізувати процес планування контейнерних перевезень із застосуванням контейнерних поїздів з огляду на можливі затримки та втрати, пов'язані з ними. Вона може бути вигідною для робітників залізничної і морської галузі, відправників та одержувачів вантажів. Максимальна ефективність застосування такої технології можлива за умов наявності зворотного зв'язку з суміжними транспортними підприємствами.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Global container trade by trade lane 2022. Statista : official website. URL: <https://www.statista.com/statistics/1130550/global-container-trade-by-trade-lane/#statisticContainer> (дата звернення: 22.10.2024).
2. Ломотько Д.В., Запара Я.В., Нестеренко О.О. Удосконалення транспортно-експедиційної роботи з контейнерними вантажами. *Випробування та сертифікація*. 2024. № 1 (3). С. 59–68. doi: 10.37701/ts.03.2024.09.
3. Стрелко О.Г., Бердниченко Ю.А., Ковальський І.Л., Вознюк В.С. Аналіз розвитку контейнерних перевезень залізничним транспортом в Україні. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2020. № 2. С. 6. doi:10.31649/2307-5376-2020-2-39-44.
4. Bohomazova H., Shaihorodska O. Analysis of the logistics structure of international container transportation. *Міжнародна транспортна інфраструктура, промислові центри та корпоративна логістика* : матеріали 19-ої науково-практичної міжнародної конференції, м. Харків, 1–2 червня 2023 р. Харків : УкрДУЗТ, 2023. С. 45–46.



5. Yinying Tang, Si Chen, Yuan Feng & Xinglong Zhu. Optimization of multi-period empty container repositioning and renting in China Railway Express based on container sharing strategy. *European transport research review*. 2021. Vol. 13, no. 1. pp. 1–12. doi: <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00498-y>.
6. Rasulov M., Masharipov M., Ismatullaev A. Optimization of the terminal operating mode during the formation of a container block train. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 264. P. 05025. 12 p. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405025>.
7. Hirata E., Matsuda T. Forecasting Shanghai container freight index: a deep-learning-based model experiment. *J. Mar. Sci. Eng.* 2022. 10, 593. 14 p. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10050593>.
8. Prandtstetter M, Krasel L.F., Ritzinger U., Brandstätter G. Optimised use of fixed-scheduled container trains in collaborative logistics. *Transportation Research Procedia*. 2023. 72. P. 3529–3536. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.749>.
9. Xia Y., Wang W., Zhou Y., Luo Y., Wei Y. A daily container-to-train assignment model based on the passenger transportation-like organisation strategy for railway container transportation. *Transportmetrica a: transport science*. 2023. Vol. 19, № 2, 2019852. 26 p. doi: <https://doi.org/10.1080/23249935.2021.2019852>.
10. Харчук О.Г., Курмаз Я.В. Ефективність планування контейнерних перевезень на залізничних підприємствах. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету. Серія «Економіка і управління»*. 2014. № 33. С. 161–168.
11. Удосконалення процесу перевезення вантажів маршрутами у напрямку західних кордонів України / А.О. Ковальов, Г.С. Бауліна, Г.Є. Богомазова, І.В. Керницький, Є.А. Мигалатій. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2023. № 206. С. 139–152. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.206.2023.296786>.
12. «Укрзалізниця» перевезла понад 200 тис. TEU контейнерних вантажів в 2023 році. URL: [https://cfts.org.ua/news/2024/02/14/ukrzalznitsya\\_perevezla\\_ponad\\_200\\_tis\\_teu\\_konteynernih\\_vantazhiv\\_v\\_2023\\_rotsi](https://cfts.org.ua/news/2024/02/14/ukrzalznitsya_perevezla_ponad_200_tis_teu_konteynernih_vantazhiv_v_2023_rotsi) (дата звернення: 10.08.2024).
13. За дев'ять місяців залізничним транспортом перевезено майже 198 тис. ДФЕ. <https://www.railinsider.com.ua/za-devyat-misyacziv-zaliznychnym-transportom-perevezeno-majzhe-198-tys-dfe> (дата звернення: 15.10.2024).
14. Baulina H.S., Bohomazova H.Ye., Prodashchuk S.M. Technological proposal for the attention of the risk in the management of the work of a railway station with a port. *Revista De La Universidad Del Zulia*. 2023. Año 14, N 39. P. 400–414. DOI: <http://dx.doi.org/10.46925/rdluz.39.22>.

### REFERENCES

1. Global container trade by trade lane 2022 // Official website Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1130550/global-container-trade-by-trade-lane/#statisticContainer> (last accessed 2023/08/21).
2. Lomotko, D., Zapara, Y., & Nesterenko, O. (2024). The freight forwarding operations with bulk cargo improvement [Udoskonalennia transportno-ekspedytsiinoi roboty z konteinernymy vantazhamy]. Testing and certification, № 1(3), 59–68. doi: 10.37701/ts.03.2024.09 [in Ukrainian].
3. Strelko, O., Berdnychenko, Yu., Kovalskyi, I., & Vozniuk, V. (2020). Analysis of the development of container transportation by rail in Ukraine [Analiz rozvytku konteinernykh perevezen zaliznychnym transportom v Ukraini]. Scientific works of the VNTU, № 2, 6 p. doi:10.31649/2307-5376-2020-2-39-44 [in Ukrainian].
4. Bohomazova, H., Shaihorodska, O. (2023). Analysis of the logistics structure of international container transportation. International transport infrastructure, industrial centers and corporate logistics: the nineteenth Scientific and Practical International Conference. (Kharkiv, Ukraine, June 6–7, 2024), 45–46.
5. Yinying Tang, Si Chen, Yuan Feng & Xinglong Zhu (2021). Optimization of multi-period empty container repositioning and renting in CHINA RAILWAY Express based on container sharing strategy. European transport research review, Vol. 13, no. 1, p. 1–12. doi: <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00498-y>.
6. Rasulov, M., Masharipov, M., & Ismatullaev A. (2021). Optimization of the terminal operating mode during the formation of a container block train. E3S Web of Conferences, vol. 264, p. 05025, 12 p. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405025>.
7. Hirata, E., & Matsuda T. (2022). Forecasting Shanghai container freight index: a deep-learning-based model experiment. J. Mar. Sci. Eng, 10, 593, 14 p. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10050593>.
8. Prandtstetter, M, Krasel, L.F., Ritzinger, U., & Brandstätter G. (2023). Optimised use of fixed-scheduled container trains in collaborative logistics. Transportation Research Procedia, 72, p. 3529–3536. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.749>.
9. Xia, Y., Wang, W., Zhou, Y., Luo, Y., & Wei Y. (2023). A daily container-to-train assignment model based on the passenger transportation-like organisation strategy for railway container transportation. Transportmetrica a: transport science, vol. 19, № 2, 2019852, 26 p. doi: <https://doi.org/10.1080/23249935.2021.2019852>.
10. Kharchuk, O., Kurmaz, Ya. (2014). Efficiency in planning of container transportations on the railway undertakings [Efektyvnist planuvannia konteinernykh perevezen na zaliznychnykh pidprijemstvakh]. Collection

- of scientific works of DETUT. Series “Economics and Management”, 33, p. 161–168 [in Ukrainian].
11. Kovalov A.O., Baulina H.S., Bogomazova H.Ye., Kernitskyi I.V., Myhalatii Ye.A. (2023). Improvement of the process of cargo transportation by routes in the direction to the western borders of Ukraine [Udoskonalennia protsesu perevezennia vantazhiv marshrutamy u napriamku zakhidnykh kordoniv Ukrainy]. Collection of scientific works of UkrDUZT, 206, P. 139–152. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.206.2023.296786> [in Ukrainian].
  12. “Ukrzaliznytsia” transported over 200 thousand TEU of containerized cargo in 2023. URL: [https://cfts.org.ua/news/2024/02/14/ukrzaliznitsya\\_perevezla\\_ponad\\_200\\_tis\\_teu\\_konteynernikh\\_vantazhiv\\_v\\_2023\\_rotsi](https://cfts.org.ua/news/2024/02/14/ukrzaliznitsya_perevezla_ponad_200_tis_teu_konteynernikh_vantazhiv_v_2023_rotsi) (last accessed 10.08.2024).
  13. Over the past nine months, almost 198 thousand SFE were transported by rail. URL: <https://www.railinsider.com.ua/za-devyat-misyacziv-zaliznychnym-transportom-perevezeno-majzhe-198-tys-dfe> (last accessed 15.10.2024).
  14. Baulina H.S., Bohomazova H.Ye., Prodashchuk S.M. Technological proposal for the attention of the risk in the management of the work of a railway station with a port. Revista De La Universidad Del Zulia. 2023. Año 14, N 39. P. 400–414. DOI: <http://dx.doi.org/10.46925//rdluz.39.22>.