

# АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.073.235:656.212:519.85

DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2026-1-71.29>

**Огліх В. В.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
вчений секретар інституту Інституту транспортних систем  
та технологій Національної академії наук України  
ORCID: 0000-0003-3193-7931

**Шаповалов О. В.**, кандидат технічних наук, старший науковий  
співробітник, доцент кафедри транспортних технологій  
та міжнародної логістики Університету митної справи та фінансів  
ORCID: 0000-0001-8788-3771

**Кузьменко А. І.**, кандидат технічних наук, доцент,  
завідувачка кафедри транспортних технологій та міжнародної  
логістики Університету митної справи та фінансів  
ORCID: 0000-0001-7278-3647

**Лісунова В. В.**, завідувачка науково-організаційного відділу  
Інституту транспортних систем та технологій  
Національної академії наук України  
ORCID: 0000-0003-1634-2091

## МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ВІДПОВІДНОСТЕЙ

У статті розглянуто проблематику моделювання взаємозв'язків у транспортних системах із застосуванням методу аналізу відповідностей (Correspondence Analysis, CA). Актуальність дослідження зумовлена трансформаціями транспортної мережі України як під впливом глобальної цифровізації, так і під впливом військової агресії. Існує нагальна потреба у нових підходах до стратегічного й тактичного керування логістичними процесами. Особливу увагу приділено інтермодальним перевезенням як ключовому чиннику сталого розвитку транспортної системи. У роботі систематизовано чинники, що впливають на рівень інтермодальних перевезень, зокрема державну політику, інфраструктурну забезпеченість, функціонування терміналів, цінові аспекти та інновації в галузі ІКТ. На основі аналізу сучасних наукових джерел окреслено тенденції переходу від фрагментарних досліджень до комплексного сценарного планування та використання інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Запропоновано алгоритм застосування методу аналізу відповідностей для сегментації ринку інтермодальних перевезень, що включає формалізацію даних у вигляді контингентних матриць, нормалізацію та побудову профілів, визначення  $\chi^2$ -відстаней, сингулярний розклад та візуалізацію результатів у низьковимірному просторі. Показано, що CA дозволяє виявляти приховані закономірності у великих масивах категоріальних даних, ідентифікувати кластери клієнтів та формувати диференційовані тарифні й сервісні стратегії. Практична цінність дослідження полягає у створенні інструментарію для оптимізації процесів прийняття рішень у сфері інтермодальних логістичних операцій, що може бути використаний як приватними операторами, так і державними інституціями. Перспективи подальших досліджень пов'язані з інтеграцією методів прогнозу аналітики та штучного інтелекту для моделювання складних мережевих систем у режимі реального часу.

Ключові слова: транспортні системи, інтермодальні перевезення, цифрова трансформація, аналіз даних, аналіз відповідностей, інтелектуальні системи підтримки рішень

**Ohlikh V. V., Shapovalov A. V., Kuzmenko A. I., Lisunova V. V. Modeling interrelations in transport systems using the method of correspondence analysis**

The article explores the modeling of interrelations within transport systems through the application of Correspondence Analysis (CA), a statistical method particularly effective for categorical and mixed discrete data. The relevance of this research is shaped by the profound transformation of Ukraine's transport network under the dual pressures of military aggression and



© В. В. Огліх, О. В. Шаповалов, А. І. Кузьменко, В. В. Лісунова, 2026  
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

---

global digitalization. These challenges necessitate innovative approaches to strategic and tactical decision-making in logistics, especially in the domain of intermodal transportation, which is increasingly recognized as a cornerstone of sustainable development. Intermodal transport enables the integration of rail, road, maritime, and inland waterways, thereby reducing costs, saving time, and minimizing environmental impact. The study systematizes the diverse factors influencing intermodal transport performance, including state policy support, infrastructure maturity, terminal network development, pricing mechanisms, and the role of ICT-driven innovations. A comprehensive review of contemporary literature highlights the shift from fragmented analyses toward systemic approaches that incorporate scenario planning, multi-criteria evaluation, and intelligent decision support systems capable of processing large-scale datasets in real time.

The methodological contribution of the paper lies in the proposed algorithm for applying CA to the segmentation of the intermodal transport market. This algorithm involves the construction of contingency matrices, normalization and profile building,  $\chi^2$ -distance calculations, singular value decomposition, and visualization of results in low-dimensional Euclidean space. Such an approach allows researchers and practitioners to uncover hidden associations, identify clusters of clients with similar modal preferences, and design differentiated tariff and service strategies tailored to specific market segments. Unlike traditional numerical methods, CA provides a more nuanced representation of categorical relationships, enabling the detection of structural patterns that are often overlooked in complex transport systems.

The practical significance of the study is twofold. First, it offers a robust analytical tool for private stakeholders such as logistics providers, terminal operators, and intermodal carriers, who require accurate market segmentation to optimize service delivery. Second, it provides state institutions and policymakers with evidence-based insights for infrastructure planning, regulatory frameworks, and sustainable transport strategies. By bridging methodological rigor with applied relevance, the research contributes to the modernization of transport systems and supports Ukraine's integration into global logistics networks.

Key words: transport systems, intermodal transportation, digital transformation, data analytics, correspondence analysis, intelligent decision support systems.

**Постановка проблеми.** Ухвалення стратегічних та тактичних рішень стосовно вдосконалення транспортної мережі України набуває надзвичайної важливості через трансформації, спричинені військовою агресією з боку росії та глобальним зсувом світової економіки у фазу інформаційної ери. Інтенсивне розширення цифрової економіки докорінно змінило транспортні системи, перетворивши їх на платформи, орієнтовані на інформацію, здатні акумулювати колосальні обсяги даних про рух вантажів та пасажирів, траєкторії руху, швидкість доставлення, а також особливості поведінки споживачів послуг [1, 2].

Для сталого розвитку логістичної діяльності вирішальну роль відіграє саме розвиток систем, що забезпечують інтермодальні перевезення. Наукові розробки у цій сфері демонструють конкретні шляхи для оптимізації системи та підвищення частки використання інтермодальних перевезень у загальному логістичному ланцюжку. Це, своєю чергою, сприяє мінімізації негативного впливу операційних витрат логістики на стійкість загального розвитку.

Однак, належна організація подібних перевезень ускладнюється необхідністю брати до уваги широкий спектр чинників (рис. 1), зокрема:

- ступінь підтримки державою політики щодо інтермодальних перевезень;
- розвиненість логістичної інфраструктури як такої;
- наявність мережі транспортних терміналів, а також функції різних типів ІТ-терміналів;
- структура самої транспортної мережі, включаючи визначення маршрутів для інтермодальних перевезень;
- ступінь залучення різномірних видів транспорту;
- цінові аспекти самих перевезень;
- формування мережі доступних інтермодальних послуг;
- специфіка здійснення операцій, пов'язаних із транспортуванням вантажів;
- ступінь трансформації товарних потоків
- інновації в галузі інформаційно-комп'ютерних технологій.

Для підвищення стійкості логістичних систем необхідне інтенсивне планування та розвиток систем інтермодального транспортування [3]. Ефективне управління логістичними процесами, оптимізація транспортних потоків і прийняття обґрунтованих управлінських рішень у режимі реального часу вимагають дослідження взаємозв'язків між структурними компонентами транспортної системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Інтермодальні перевезення дедалі більше розглядаються як ключовий елемент сталого розвитку транспортної системи. Основна ідея інтермодальних перевезень полягає у використанні альтернативних видів транспорту (залізничний, внутрішній водний та морський) для підвищення ефективності логістичної системи внаслідок зниження витрат та економії часу [4]. Крім того, завдяки використанню ІТ зменшується негативний вплив логістичної діяльності на навколишнє середовище [5].

Огляд сучасних наукових джерел з проблематики інтермодальних перевезень засвідчує посилення наукової уваги до питань сталого розвитку, процесів цифровізації та застосування багатокритеріальних методів підтримки прийняття управлінських рішень. У дослідженнях особливий акцент зроблено на використанні сценарного планування та інтелектуальних систем підтримки, що забезпечують обробку значних масивів даних за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

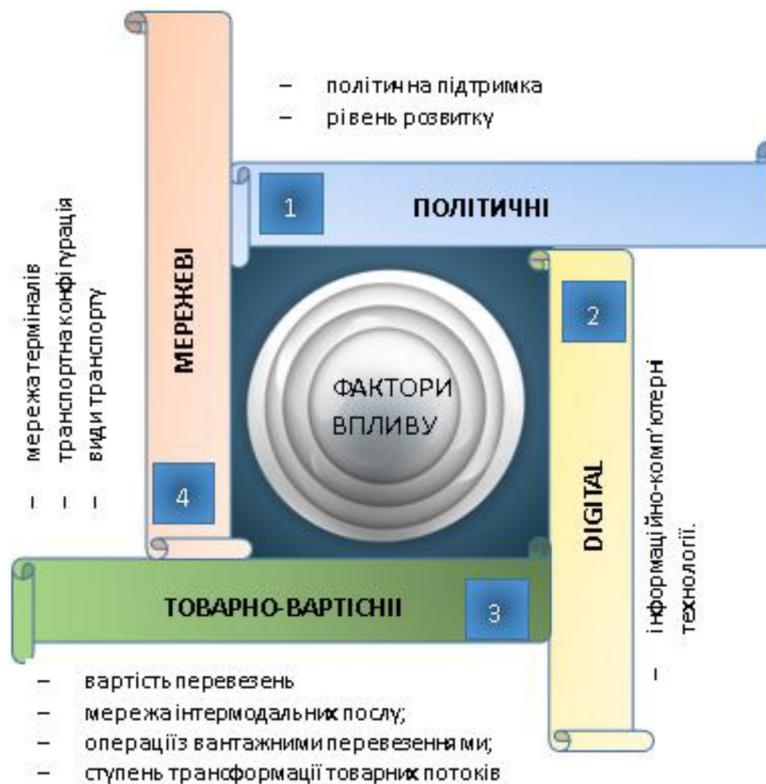


Рис. 1. Фактори впливу на рівень інтермодальних перевезень

Аналіз літератури демонструє перехід від фрагментарних досліджень до системного підходу, орієнтованого на комплексне вивчення таких аспектів:

- **оптимізація логістичних ланцюгів** через інтеграцію різних видів транспорту (залізничного, автомобільного, морського), для підвищення ефективності логістичної системи шляхом зниження витрат та економії часу [4];
- **зменшення негативного впливу** логістичної діяльності **на навколишнє середовище** [5], зменшення вуглецевого сліду шляхом зменшення частки автомобільних перевезень;
- **цифрова трансформація** та автоматизація процесів планування та управління;
- **інновації** в галузі ІКТ;
- **data analyze** (обмежена доступність даних через фрагментованість транспортних систем на тлі їх величезного обсягу та наявності як кількісної, так і якісної інформації);
- **сценарне планування** [6];
- **багатокритеріальна оцінка**, яка ускладнює прийняття стратегічних і тактичних рішень;
- **інтелектуальні Decision Support Systems (DSS)** [7];
- **розробка моделей підтримки прийняття рішень** для підтримки стратегічних рішень у сфері інтермодальних перевезень в складних мережевих системах, експертні методи, нечітка логіка, та AI;
- **масштаб мережі**, що ускладнює прийняття рішень та моделювання.

Стаття [6] заповнює прогалину в дослідженнях, що стосуються комплексного сценарного планування розвитку інтермодальних перевезень, зокрема у Південно-Східній Європі. Визначено шість сценаріїв розвитку, які відрізняються: конфігурацією мережі; видами транспорту, рівнем розвитку інфраструктури; роллю терміналів; ступенем трансформації товарних потоків. Враховано інтереси різних груп зацікавлених сторін (уряд, бізнес, логістичні оператори, громадськість) та дванадцять критеріїв оцінки.

Результати аналізу свідчать, що дослідницьким програмам у сфері підтримки прийняття рішень бракує досліджень, які б визначали інтелектуальні DSS (Decision Support Systems), моделювання сценаріїв та симуляцій, data analyze в контексті інтеграції реального часу та прогнозу аналітики на різних рівнях) [7, 8].

**Мета статті.** Розвиток цифрових технологій спричинив стрімке наростання обсягів даних у галузі транспорту. Для формування як стратегічних, так і тактичних рішень критично важливою є інструментальна спроможність виявляти значущі зв'язки між формами перевезення, класами замовників-вантажовідправників, типами рухомого складу, зонами географічного обслуговування, номенклатурою вантажів, та іншими параметрами.

Цей підхід набуває особливої ваги при дослідженні інтермодальних перевезень, де взаємодія між різними видами транспорту потребує точного інформаційного забезпечення. У цьому контексті, застосування

---

математичних методів моделювання виступає ключовим засобом для вивчення взаємозалежностей між компонентами транспортної системи та моделями поведінки клієнтів.

Актуальність дослідження обумовлена складністю та багатогранністю поставленого завдання, його практичною цінністю, а також недостатнім рівнем наявних розробок у цій сфері.

**Метою дослідження** є формування певного набору інструментів, який сприятиме отриманню необхідної інформації для оптимізації процесів прийняття рішень саме у сфері інтермодальних логістичних операцій.

**Виклад основного матеріалу.** Розроблені моделі мають бути спрямовані як на приватних учасників ринку, серед яких оператори мереж, логістичні провайдери, власники терміналів чи спеціалізовані інтермодальні оператори, так і на державні установи, включно з органами формування політики у галузі транспорту та адміністраціями портів. Такий широкий спектр користувачів передбачає застосування математичного інструментарію математичного апарату, що варіюється за рівнем своєї складності.

У завданнях, де використовуються категоріальні або змішані дискретні дані, метод аналізу відповідностей (*Correspondence Analysis*, CA) стає природним вибором. Його ключова перевага полягає у здатності відображати структуру асоціацій у низьковимірному просторі без необхідності штучного перетворення категоріальних характеристик у числові. Це спрощує виявлення прихованих закономірностей у великих масивах категоріальних даних. На відміну від методу головних компонент, який орієнтований здебільшого на числові узагальнення багатовимірної інформації, аналіз відповідностей є більш ефективним під час роботи з категоріальними даними. Він дозволяє точніше описати структуру взаємовідносин у транспортних системах без спрощення багатовимірності. Результати цього методу презентуються у низьковимірному евклідовому просторі, де просторове розташування точок відображає рівень асоціацій між відповідними категоріями або їх відсутність.

**Методологія.** Алгоритм *Correspondence Analysis* для задачі сегментації ринку інтермодальних перевезень складається з таких кроків.

**Крок 1. Постановка задачі.** Завдання полягає в аналізі інтермодальних ланцюгів, виявленні, класів вантажовідправників, що формують попит на комбіновані маршрути, виявленні вузлів, де доцільно формувати термінально-складську інфраструктуру та мультимодальні термінали. Значущим є те, що на підставі результатів CA виявляється сегментація ринку, формуються сегменти клієнтів з подібними профілями вибору модальностей; це дозволяє для кожного сегмента розробити диференційовану тарифну і сервісну стратегію.

**Крок 2. Формалізація вхідних даних.** Вхідні дані представлені контингентною матрицею  $S$  розмірності  $n \times k$ :  $S = [s_{ij}]$ ,  $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, k$ , де рядки  $i$  відповідають типам перевезень (автомобільні, залізничні, морські, авіаційні, комбіновані тощо), а стовпці  $j$  – класам користувачів або суб'єктам інфраструктури (виробники, логістичні оператори, роздрібні мережі, експедитори, кінцеві споживачі тощо).

Її елемент  $s_{ij}$  містить абсолютну частоту або зважене значення вибору виду перевезення  $i$  представниками класу  $j$  за обраний період.

Завдання полягає в аналізі інтермодальних ланцюгів, виявленні, класів вантажовідправників, що формують попит на комбіновані маршрути, виявленні вузлів, де доцільно формувати термінально-складську інфраструктуру та мультимодальні термінали.

Значущим є те, що на підставі результатів CA виявляється сегментація ринку, формуються сегменти клієнтів з подібними профілями вибору модальностей – це дозволяє для кожного сегмента розробити диференційовану тарифну і сервісну стратегію.

**Крок 3. Нормалізація та побудова профілів**

Визначення загальної суми елементів  $Stot$  та побудова матриці ймовірностей (відносних частот)  $P = \{p_{ij}\}$ ,  $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, k$ :

$$Stot = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k s_{ij}, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, k;$$

$$\forall i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, k : p_{ij} = s_{ij} / Stot.$$

**Крок 4. Центрування даних (Маргінальні профілі):**

На даному кроці, який базується на гіпотезі про незалежність, визначаються відмінності між спостережуваними профілями рядків/стовпців та їхніми очікуваними (середніми) значеннями.

Визначаємо вектори  $r1 = (r1_1, r1_2, \dots, r1_n)$ ;  $r2 = (r2_1, r2_2, \dots, r2_k)$  – рядкові та стовпчикові маргінали.

$$r1_i = \sum_{j=1}^k p_{ij}, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, k;$$

$$r2_j = \sum_{i=1}^n p_{ij}, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, k.$$

Тоді рядкові та стовпчикові профілі (нормалізовані по сумі рядка) мають вигляд:

$$pr_i = \left( \frac{p_{i1}}{r1_i}, \dots, \frac{p_{ik}}{r1_k} \right), \quad pr_j = \left( \frac{p_{1j}}{r2_j}, \dots, \frac{p_{nj}}{r2_j} \right), \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, k,$$

очікувані частоти  $E = \{e_{ij}\}$ ,  $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, k$ ;  $e_{ij} = r1_i \times r2_j$ .

Для аналізу таблиць спряженості обрано  $\chi^2$ -відстань, цей вибір є природним, оскільки враховує **порційні відмінності**, а не абсолютні частоти. Вона дозволяє порівнювати профілі незалежно від того, наскільки великі або малі загальні суми рядків чи стовпців. Ця метрика лежить в основі **аналізу відповідей (СА)**, тому що забезпечує відображення в узгодженому геометричному просторі.

Визначення відстані  $X^2$  між рядками та стовпцями:

Вираз для  $d^2(i, i')$  слугує для зіставлення профілів рядків – а саме, умовних розподілів категорій  $j$  у межах рядків  $i$  та  $i'$ .

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^k \frac{1}{r2_j} \left( \frac{p_{ij}}{r1_i} - \frac{p_{i'j}}{r1_{i'}} \right)^2,$$

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^n \frac{1}{r1_i} \left( \frac{p_{ij}}{r2_j} - \frac{p_{i'j}}{r2_{j'}} \right)^2,$$

$d^2(j, j')$  дає можливість порівняти стовпчикові профілі – тобто умовні розподіли категорій  $i$  у стовпцях  $j$  та  $j'$ .

Коли величини  $d^2(i, i')$  та  $d^2(j, j')$  незначні, це свідчить про те, що розглядувані рядки/стовпці демонструють схожі профілі; іншими словами, вони розподіляють вагову частку по колонкам (стовпцях) аналогічним чином. Натомість велике значення вказує на суттєві розбіжності у структурі частотних розподілів цих рядків.

Вагові коефіцієнти  $1/r1_i$  та  $1/r2_j$  забезпечують коректне порівняння категоріальних розподілів, нівелюють істотні розбіжності загальних частот. Вони надають більшої значущості тим колонкам./рядкам, які мають менші загальні частоти. Коефіцієнти застосовується задля того, аби категорії, які не нечасто зустрічаються, брали активну участь у формуванні оцінки відмінностей, а не залишалися непоміченими на тлі більш чисельних (домінантних) показників.

**Крок 5.** Сингулярний розклад

Крок передбачає:

– формування матриці відхилення  $A$ , яка визначається як

$$A = D_{r1}^{-1/2} (P - r1 \cdot r2^T) D_{r2}^{-1/2},$$

де  $P = \{p_{ij}\}$  – матриця спільних частот,  $D_{r1} = \text{diag}(r1)$  – діагональна матриця сум рядків,  $D_{r2} = \text{diag}(r2)$  – діагональна матриця сум стовпців;

– застосування сингулярного розкладу

$$A = U \Sigma V^T,$$

де  $U$  і  $V$  – ортонормовані матриці лівих та правих сингулярних векторів;  $\Sigma = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots)$  – діагональна матриця сингулярних значень?  $\sigma_k^2$  відповідають частці загальної змінності (інерції), поясненої  $k$ -ю компонентою.

Матриця відхилення фактичних частот від очікуваних ( $P - r1 \cdot r2^T$ ) відображає наскільки наявні залежності відхиляються від моделі статистичної незалежності. А множники  $D_{r1}^{-1/2}, D_{r2}^{-1/2}$  забезпечують інтерпретацію в евклідовому просторі, усувають нерівність масштабів між рядками та стовпцями.

**Крок 6.** Візуалізація.

Координати рядків та стовпців, які описують геометричну структуру таблиці спряженості в низьковимірному просторі визначаються в ортонормованому просторі:

$$F = D_{r1}^{-1/2} U \Sigma,$$

$$G = D_{r2}^{-1/2} V \Sigma.$$

Ці координати переносять об'єкти (рядки та стовпці) до єдиного простору чинників, тобто до простору, у якому квадрат евклідової відстані між векторами набуває змісту  $\chi^2$ -відстані; а вектори вказують на ключові тенденції у взаємозв'язках. Зокрема близькість позицій двох точок відображає схожість їхніх характеристик, а вектори, спрямовані протилежно, свідчать про протиставлення категорій. Відстань конкретної точки від початку координат характеризує значущість відповідної категорії.

Зазвичай найбільшу частку інерції пояснюють перші дві компоненти, що створює можливість для візуалізації на двовимірному графіку, це так звана 2D-проекція. Виникає перспектива ідентифікації кластерів

рядків і стовпців, оцінки напрямків найсильніших асоціацій, виявлення симетричності структури взаємозв'язків.

**Висновки.** Як приклад застосування запропонованого підходу можна навести аналіз даних, щодо використання того чи іншого типу транспорту (залізничний, автомобільний, водний (морський, річковий), повітряний) різними класами групи клієнтів, а саме: виробники, роздрібні торговці, логістичні оператори, агенти електронної комерції. В такому випадку в контингентній матриці рядки відповідають видам транспорту, а стовпці групам клієнтів.

Направленість на інтермодальність передбачає виявлення потреб вантажовідправників, які формують попит на комбіновані маршрути. Застосування запропонованого підходу дасть уявлення про вузли, де доцільно проводити інвестиції у термінально-складську інфраструктуру та мультимодальні термінали, які поєднання переважають і які саме послуги необхідні і якою мірою. Використання методу аналізу відповідностей, яке створює чисельно-візуальну проєкцію географічних зон і модальностей дає можливість визначити пріоритети інвестицій у вузли з високою очікуваною інтенсивністю змішаних вантажопотоків.

Ще одне застосування лежить в царині ефективної тарифної політики, якої доцільно дотримуватися вантажоперевізникам та логістичним операторам. За результатами Correspondence Analysis формуються диференційована тарифна і сервісна стратегія, орієнтована на сегменти клієнтів з подібними профілями. на підставі вибору модальностей кожним сегментом споживачів послуг.

Вкрай важливим є те, що метод легко імплементується в діяльність економічних суб'єктів різного рівня. Найважливіша потреба перегляду попередніх рішень через зміну ситуації на ринку перевезень, викликає необхідність періодичного виконання аналізу відповідностей на послідовних квазірепрезентативних вибірках. Поєднання відносної легкості застосування та інтерпретації результатів дозволяє відстежувати зсуви в уподобаннях користувачів і адаптувати операційну політику.

#### Список використаних джерел:

1. Огліх В. В., Шаповалов О. В., Разгонов С. А., Леснікова І. Ю.. Управління транспортними системами інтермодальних та мультимодальних перевезень. *Системи та технології*. 2025. 69(1). С. 145–153. DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2025-1-69.18>
2. Огліх В. В., Шаповалов О. В., Лісунова В. В. Застосування методу аналізу відповідностей для моделювання взаємозв'язків у транспортній системі. *Проблеми математичного моделювання: матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції 27–28 травня*. 2025. Кам'янське. Україна. ДДТУ. 2025. 108–109. URL: <http://publish.dstu.dp.ua/data/48.pdf>
3. Tadić S., Krstić M., Roso V., Brnjac N. Planning an intermodal terminal for the sustainable transport network. *Sustainability*. 2019. 11(15), 4102. DOI: 10.3390/su11154102
4. Arnold P., Peeters D., Thomas I. Modelling a rail/road intermodal transportation system. *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, 2004. 40(3), 255–270. DOI: 10.1016/j.tre.2003.08.005
5. Agamez-Arias A., Moyano-Fuentes J. Intermodal transport in freight distribution: A literature review. *Transp. Res.* 2017. 37(6), 782–807. DOI: 10.1080/01441647.2017.1297868
6. Tadić S., Kovač M., Krstić M., Roso V. The Selection of Intermodal Transport System Scenarios in the Function of Southeastern Europe Regional Development. *Sustainability*. 2021. 13(10), 5590. DOI: 10.3390/su13105590
7. Caris A., Macharis C., Janssens Gerrit K. Decision support in intermodal transport: A new research agenda. *Computers in Industry*. 2013. 64(2), 105–112. doi: 10.1016/j.compind.2012.12.001
8. Огліх В. В., Шаповалов О. В., Кузьменко А. І., Леснікова І. Ю. Прийняття стратегічних і тактичних рішень у транспортно-логістичній системі. *Системи та технології*. 2023. 63(1). С. 40–46. DOI <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.3>

#### References:

1. Ohlikh, V. V., Shapovalov, O. V., Razhonov, S. A., & Lesnikova, I. YU. (2025). Upravlinnya transportnyy systemamy intermodal'nykh ta mul'tymodal'nykh perevezen' [Management of transport systems of intermodal and multimodal transportation]. *Systemy ta tekhnolohiyi*, 69(1) С. 145–153. DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2025-1-69.18>
2. Ohlikh, V. V., Shapovalov, O. V., Lisunova, V. V. (2025). Zastosuvannya metodu analizu vidpovidnostey dlya modelyuvannya vzayemozv'yazkiv u transportniy systemi [Application of the method of correspondence analysis for modeling relationships in the transport system]. *Problemy matematychnoho modelyuvannya: materialy Vseukrayins'koyi naukovo-metodychnoyi konferentsiyi*, 108–109. 27-28 travnya, 2025, Kam'yans'ke, Ukrayina. DDTU. Retrieved from: <http://publish.dstu.dp.ua/data/48.pdf>
3. Tadić, S., Krstić, M., Roso, V., Brnjac, N. (2019). Planning an intermodal terminal for the sustainable transport network. *Sustainability*, 11(15), 4102. DOI: 10.3390/su11154102
4. Arnold, P., Peeters, D., Thomas, I. (2004). Modelling a rail/road intermodal transportation system. *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, 40(3), 255–270. DOI: 10.1016/j.tre.2003.08.005

- 
5. Agamez-Arias, A., Moyano-Fuentes, J. (2017). Intermodal transport in freight distribution: A literature review. *Transp. Rev.*, 37(6), 782–807. DOI: 10.1080/01441647.2017.1297868
  6. Tadić, S., Kovač, M., Krstić, M., Roso, V. (2021). The Selection of Intermodal Transport System Scenarios in the Function of Southeastern Europe Regional Development. *Sustainability*, 13(10), 5590. DOI: 10.3390/su13105590
  7. Caris, A., Macharis, C., Janssens Gerrit, K. (2013). Decision support in intermodal transport: A new research agenda. *Computers in Industry*, 64(2), 105–112 doi: 10.1016/j.compind.2012.12.001
  8. Ohlykh, V. V., Shapovalov, O. V., Kuzmenko, A. I., & Lesnikova, I. Yu. (2023). Pryiniattia stratehichnykh i taktychnykh rishen u transportno-lohistychnii systemi [Making strategic and tactical decisions in the transport and logistics system]. *Systemy ta tekhnologii*. 63(1). С. 40–46. DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2022.1-63.3>

Дата першого надходження статті до видання: 30.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації (оприлюднення) статті 27.01.2026