

УДК 656.2:004.738.5.01

ГОЛОВКО Т. В., к.т.н., доцент, Український державний університет залізничного транспорту

ДЕМЧЕНКО І. С., аспірант, Український державний університет залізничного транспорту

Теоретико-методологічні засади організації системи інтермодальних перевезень в умовах інтеперабельності

Анотація. У статті автори дослідили теоретичні та методологічні засади організації інтермодальних перевезень вантажів в Україні відповідно до європейських стандартів. Шляхом ретельного аналізу літератури було виявлено шість різних підходів, які акцентують увагу на принципах координації, інтеграції технологій і планування організації системи інтермодальних перевезень. На підставі цих уявлень автори запропонували новий фреймворк, адаптований до викликів, визначених у «Національній транспортній стратегії до 2030 року». Цей підхід відповідає стратегічним завданням і гармонійно інтегрується з загальноєвропейською системою інтермодальних перевезень вантажів. Авторська система фокусується на ключових принципах — ефективності, сталості, економічності, зручності, безпеці та інтеперабельності — і підтримується високотехнологічним інструментарієм. Потенційні результати включають підвищення ефективності системи та поліпшення ефективності взаємодії.

Ключові слова: інтермодальні перевезення, інтеперабельність, система організації інтермодальних перевезень, принципи інтермодальних перевезень.

Вступ.

У постійно змінному світі глобальної торгівлі і транспорту ефективність логістики вантажів набуває великого значення. Україна, розташована на перехресті основних міжнародних транспортних маршрутів, наразі зіткнулася з завданням оптимізації своєї системи перевезень вантажів. Інтермодальні перевезення, незважаючи на свій значний потенціал, становлять лише маргіальну частину транспортного ринку України. На сьогодні вони складають менше 0,5 % загального обсягу перевезень, відстаючи від країн-членів ЄС та інших розвинених держав [1].

Актуальність вирішення цього розриву підкреслюється в затвердженні «Національної транспортної стратегії України до 2030 року» [1], де визначено конкретні цілі щодо частки перевезення вантажів із використанням інтермодальних транспортних одиниць. Амбіційним завданням є досягти обсягів не менше 10 % до 2025 року та 20 % до 2030 року загальних перевезень.

У статті ми опрацюємо формування теоретичних і методологічних основ для організації системи інтермодальних перевезень вантажів в Україні. Структурований аналіз буде ретельно розглядати наявні теоретичні підходи, зосереджуючись на ключових принципах, таких як інтеперабельність.

Крім того, ми розглянемо графовий метод [2], спеціально розроблений для технології контейнеризації в системі інтермодальних перевезень вантажів.

Запропонована теоретична концепція має на меті не лише вирішити проблему неефективності поточної системи, але й відповідати стратегічним цілям, визначеним у Національній транспортній стратегії. Підвищення ефективності всієї транспортної мережі та спрямування на покращення взаємодії – це ключові аспекти запропонованого підходу.

Важливість цього зусилля зумовлена поточними проблемами української системи інтермодальних перевезень вантажів. Незважаючи на те, що Україна межує з Транс'європейською транспортною мережею (TEN-T), спостерігається низький рівень її інтеперабельності та загальне технологічне відставання від TEN-T.

Мета статті.

Проведений аналіз і теоретико-методологічні засади для організації системи інтермодальних перевезень вантажів мають на меті стати стратегічним планом для оптимізації транспортної системи України.

Акцентуючи увагу на нинішніх проблемах і використовуючи визначені можливості, запропонований підхід допоможе в реалізації сформульованих завдань у Національній транспортній стратегії.

Метод дослідження.

Для огляду літератури ми використовуємо метод критичного інтерпретативного синтезу (CIS) [3], щоб ретельно оцінити різні теоретичні підходи до системи інтермодальних перевезень вантажів. Метод CIS впливає з його здатності надавати всебічну оцінку переваг і обмежень різноманітних теоретичних рамок. Обробка літератури з критичною увагою, питання базових припущень і взаємодія між доказами і теорією роблять CIS міцним інструментом для аналізу, який дає змогу перетворити його на дієвий інсайт для розроблення авторських теоретико-методологічних засад удосконалення системи інтермодальних перевезень вантажів.

Огляд літератури.

Під час дослідження теоретико-методологічних засад системи інтермодальних перевезень вантажів ми проаналізували різні теоретичні підходи [1, 4—12]. Цей синтез базується на працях як українських, так і зарубіжних учених, що є ключовим аспектом, оскільки Україна адаптується до європейської системи інтермодальних перевезень вантажів. Нижче наведено деякі авторські підходи, на основі яких здійснювалося формування авторських теоретико-методологічних засад щодо формування системи організації інтермодальних перевезень.

Підхід 1. Принципи, викладені в *National Urban Freight Planning Principles* [9], підкреслюють стратегічне планування, захист інфраструктури, ідентифікацію об'єктів, ефективну експлуатацію, доступний дизайн, надання зручностей і гнучке адаптування. Підхід є всеосяжним і передбачає висновковий теоретичний каркас. Проте успішна реалізація потребує вирішення складнощів координації, конфліктів використання землі, викликів розподілу ресурсів і можливого опору до адаптації.

Підхід 2. Цей підхід [4] передбачає принципи планування вантажоперевезень у містах, зосереджуючись на стратегічному плануванні, захисті інфраструктури, ідентифікації об'єктів, ефективній експлуатації, доступному дизайні, наданні зручностей і гнучкому адаптуванню, акцент зроблено на довгостроковому баченні – позиціонується як цінний для сталого управління вантажоперевезеннями у містах.

Підхід 3. Документ [1] висвітлює проблеми транспортної системи України, включаючи низький технологічний розвиток, обмежену конкурентоспроможність на світових ринках і низький відсоток інтермодальних і мультимодальних перевезень. У документі запропоновано масову контейнеризацію, інтероперабельності та вдосконаленні технологій.

Підхід 4. Цей теоретичний підхід [11] описує правила, засновані на «принципі мережі», які визначають юридичний захист перевізників від ризиків під час інтермодальних перевезень; але цей підхід не надає практичних інструментів для вирішення цього питання. Для комплексного аналізу цієї рекомендації потрібен додатковий контекст чи деталі.

Підхід 5. У підході [12] наголошено на розробленні національних програм мультимодальних

перевезень, фінансовому реалізмі, ефективному використанні коштів ЄС та залученні приватного сектора. Серед викликів — координація, фінансова стійкість і участь приватного сектора. Успішно впроваджений, він може сприяти міцній транспортній інфраструктурі.

Підхід 6. Український автор [13] наводить принципи, акцентуючи на єдиному комерційно-правовому режимі, покращеному перевезенні вантажів, спрощених митних процедурах і розробленні комплексної тарифної політики. Рекомендує координацію, технологічні досягнення та співпрацю для здобуття конкурентної переваги.

Загалом підходи відрізняються в акцентуванні на принципах та інструментах, але спільні теми включають необхідність координації, інтеграції технологій та участі приватного сектора для успішної системи інтермодальних вантажоперевезень. Складнощі впровадження підкреслюють важливість вирішення логістичних проблем, фінансової стійкості та опору до адаптації. Усе це підкреслює важливість формування індивідуального підходу до теоретичних і методологічних засад організації системи інтермодальних вантажоперевезень із такими невід'ємними складовими, як принципи, інструменти для їхньої підтримки та можливі результати.

Здійснивши ретельний аналіз теоретичних підходів щодо організації інтермодальних перевезень вантажів, ми визначили ключові принципи, що становлять основу ефективної системи. Ці принципи включають ефективність, сталість, економічність, гнучкість, безпеку, а також критичний акцент на інтероперабельності.

Інсайти, отримані з різних теоретичних підходів, дають змогу нам сформувати пропозицію власної структури, яка відповідає унікальним викликам і цілям, визначеним у «Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року». Наш підхід не лише відповідає стратегічним завданням, визначеним у документі, але й інтегрується з загальноєвропейською системою інтермодальних перевезень вантажів.

Цей індивідуально розроблений підхід фокусується на двох важливих складових: принципах та інструментах, необхідних для їхнього сталого застосування. Базові принципи організації системи інтермодальних перевезень в умовах інтероперабельності, які ми пропонуємо, – ефективність для покращення продуктивності (efficiency), сталість для відповідальності перед середовищем (sustainability), економічність для економічної життєздатності (cost-effectiveness), гнучкість для адаптації до динамічних сценаріїв (flexibility), невідомна увага до безпеки (safety and security), що базується на безперервній взаємодії (interoperability).

Під умовами інтероперабельності транспортних систем розуміють забезпечення того, що різні види транспорту (залізничний, дорожній, морський і повітряний) можуть безперешкодно з'єднуватися і обмінюватися вантажем без значних логістичних або технічних перешкод. Це може включати стандартизацію процедур обробки вантажу, сумісні системи контейнерів, сумісні технології відстеження і

трасування, а також координовані механізми планування маршрутів по різних мережах транспорту.

Для підтримання цих принципів ми пропонуємо використовувати комплекс високотехнологічних інструментів, таких як прогнозування аналітики (predictive analytics), стратегії розподілу ресурсів (resource allocation), алгоритми оптимізації маршруту (route optimization), механізми відстеження в реальному часі (real-time tracking) і моделювання графіків (graph modeling). Ці інструменти разом утворюють механізм, що сприяє потужності нашої системи та вирішенню виявлених проблем і прискорює досягнення визначених цілей.

Можливі результати використання цих принципів, підкріплених вправним застосуванням обраних нами інструментів, двоєдині — підвищення ефективності системи (increased system efficiency) і покращення

ефективності взаємодії (effectiveness of interoperability). Далі ми глибше розглянемо деталі кожного компонента, розкриваючи їхню важливість для перетворення ландшафту інтермодальних перевезень вантажів. Для візуалізації цього комплексного підходу ми використовуємо Y-shaped matrix [14] — потужний інструмент, який узагальнює взаємозв'язок наших принципів та інструментів, пропонуючи візуальний наратив для чіткого розуміння нашої інноваційної методології. Інтегруючи теоретичні інсайти з практичними методами, наш підхід може сприяти досягненню нового рівня ефективності та сталості національних вантажоперевезень, як показано на рисунку.

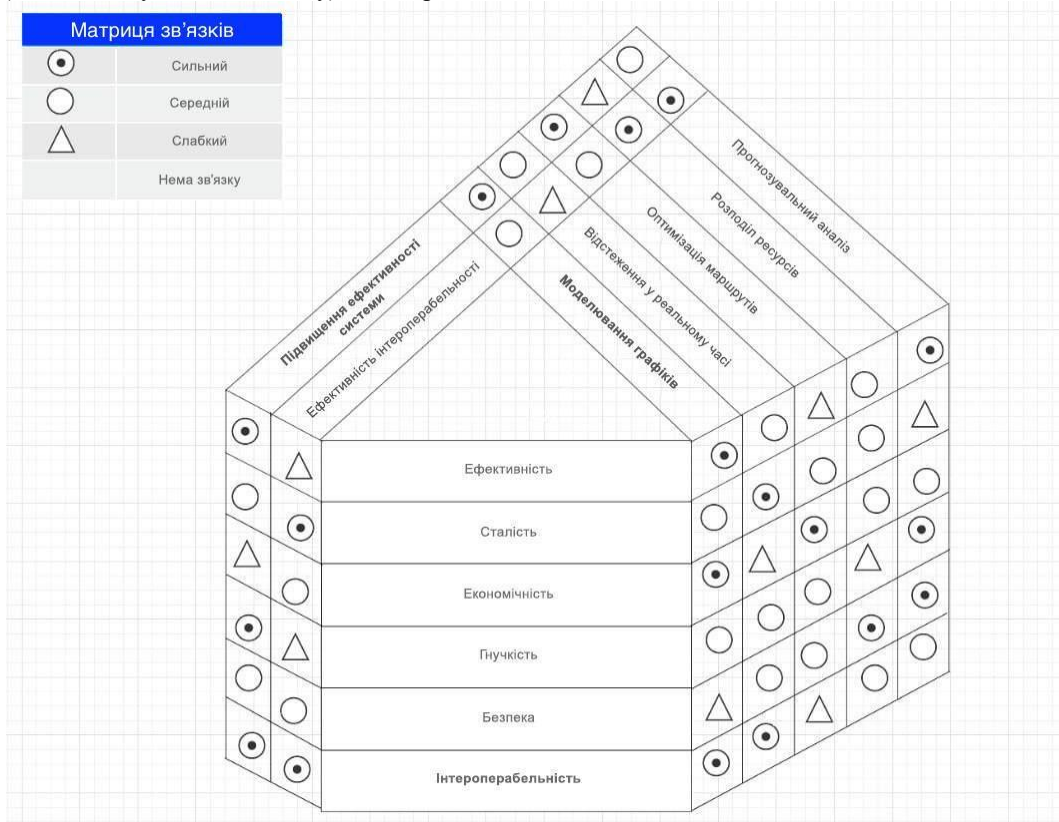


Рис.1- Авторський підхід до організації системи інтермодальних перевезень в умовах інтероперабельності

Цей інструмент служить не лише візуалізацією нашого комплексного підходу, але й ілюстрацією рівня взаємозв'язків між різними складовими: принципами, інструментами та результатами. Ці зв'язки можуть бути сильними (strong), середніми (medium) або слабкими (weak), відображуючи ступінь взаємодії між основними складовими нашої методології.

Оцінювання міцності зв'язку між різними складовими системи базується на існуючих теоретичних підходах, зазначених вище. Одним із показників, який суттєво вплинув на нашу експертну думку при встановленні рівня зв'язку, є частота використання певного інструменту для підтримання того чи іншого принципу та досягнення бажаного результату. Наприклад, для аналізу зв'язку між принципом інтероперабельності та інструментом моделювання графіка є частота використання цього інструменту для оптимізації маршрутів і планування перевезень у світовій і національній транспортній галузі. З огляду на те, що логістичні маршрути повсюдно плануються за допомогою цього методу, можна стверджувати, що зв'язок є сильним.

Ця важлива характеристика дає додаткове розуміння того, як складові співвідносяться та взаємодіють, сприяючи узгодженню і розгортанню нашого підходу в практиці.

Існує міцний зв'язок між принципом «інтероперабельності» та «відстеженням у реальному часі». Особливий акцент на технології відстеження в реальному часі дає змогу системі ефективно взаємодіяти з рухомим вантажем, що підсилює безпеку, і оперативно реагувати на будь-які зміни чи проблеми, що виникли.

Застосування інструменту «оптимальних транспортних маршрутів» сприяє покращенню прогнозування доставлень і оптимізації витрат ресурсів.

Зв'язок між принципом «інтерmodalності» і інструментом «розподіл ресурсів» полягає в тому, що принцип «інтерmodalності» спрямований на оптимізацію використання різних видів транспорту для ефективного переміщення вантажів. Це передбачає інтеграцію різних транспортних систем і координацію їхньої роботи. Інструмент «розподіл ресурсів» застосовується для ефективного використання обмежених ресурсів (час, гроші, праця тощо) для досягнення цілей. Можливими критеріями для оцінювання оптимального використання ресурсів і поліпшення узгодженості вантажних процесів є витрати на транспортування, час доставлення, ступінь навантаження, надійність тощо.

Інструмент «прогнозувальний аналіз» використовують для аналізу даних і встановлення тенденцій, що допомагає прогнозувати попит на транспортні послуги та оптимізувати маршрути доставлення. Отже, прогнозувальний аналіз допомагає реалізувати принцип інтерmodalності шляхом забезпечення точних та ефективних виборів транспортних маршрутів на основі передбачень майбутнього попиту і умов.

Цей підхід сприяє не лише підвищенню продуктивності взаємодії, але й забезпечує гнучкість

управління та адаптації до змінних умов і вимог. Такий комплексний підхід до моделювання і відстеження в реальному часі може визначати стратегії і технології контейнеризації, що підвищують рівень ефективності та ефективності системи взаємодії вантажоперевезень.

Висновки.

Дослідження ґрунтується на теоретичних засадах і стратегіях організації інтерmodalних вантажних перевезень в Україні відповідно до європейських стандартів. Огляд літератури розглядає різні теоретичні підходи та визначає ключові принципи і виклики. Запропонований нами підхід полягає в комплексному поєднанні теоретичних принципів із практичними методами, спеціально розробленими для вирішення викликів сучасних інтерmodalних вантажних перевезень. На відміну від існуючих, наш підхід підкреслює не лише теоретичні концепції, а й використання передових технологічних інструментів для моніторингу в реальному часі, прогностичного аналізу і розподілу ресурсів, візуально поданих у вигляді Y-shaped matrix. Це сприяє розумінню взаємозв'язків між принципами, інструментами і результатами системи інтерmodalних перевезень в умовах інтероперабельності.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р : станом на 3 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text> (дата звернення 04.01.2024).
2. Mates W. C., Frazzon E. M., Ehm J. A Graph Model for the Integrated Scheduling of Intermodal Transport Operations in Global Supply Chains. *Dynamics in Logistics*. 2013. P. 301–311.
3. Critical interpretive synthesis: what it is and why it is needed | Colloquium Abstracts. Home | Colloquium Abstracts. URL: <https://abstracts.cochrane.org/2006-dublin/critical-interpretive-synthesis-what-it-and-why-it-needed> (дата звернення: 04.01.2024).
4. Crainic T. G. Service network design in freight transportation. *European Journal of Operational Research*. 2000. Т. 122, № 2. P. 272–288. URL: [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(99\)00233-7](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(99)00233-7) (дата звернення 04.01.2024).
5. Special report 08/2023: Intermodal freight transport: EU still far from getting freight off the road. Publications office of the European Union. 2023. 69 с.
6. Integration of Traffic Management and Traveller Information Systems: Basic Principles and Case Study in Intermodal Transport System Management / H. Ezzedine та ін. *International Journal of Computers Communications & Control*. 2008. Т. 3, № 3. С. 281. URL: <https://doi.org/10.15837/ijccc.2008.3.2396> (дата звернення 04.01.2024).

7. KOTLUBAI O. M., LYPYNSKA O. A. THE WAYS OF MULTIMODAL AND INTERMODAL SHIPMENT STATE POLICY DEVELOPMENT IN UKRAINE. *Economic innovations*. 2018. Т. 20, № 2(67). С. 77–87. URL: [https://doi.org/10.31520/ei.2018.20.2\(67\).77-87](https://doi.org/10.31520/ei.2018.20.2(67).77-87) (дата звернення 04.01.2024).
8. Monios J., Bergqvist R. *Intermodal Freight Transport and Logistics* / J. Monios, R. Bergqvist. CRC Press. 2017. URL: <https://doi.org/10.1201/9781315177762> (дата звернення 04.01.2024).
9. National Urban Freight Planning Principles. URL: <https://www.freightaustralia.gov.au/sites/default/files/documents/urban-freight-planning-principles.pdf> (дата звернення 04.01.2024).
10. Акімов О. Особливості державного регулювання розвитку транспортного комплексу України. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2009. Т. 4. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1∓z=268> (дата звернення 04.01.2024).
11. Toward Improved Intermodal Freight Transport in Europe and the United States: Next Steps. 1998. URL: https://ops.fhwa.dot.gov/freight/documents/eu_us2.pdf (дата звернення 05.01.2024).
12. Орда О. О. Формування стратегій організації інтермодальних контейнерних перевезень в ланцюгах постачань на принципах кооперації учасників : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.01. Харків, 2019. 22 с. URL: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Vchena_rada/VR_64_059_02/aref_Orda.A.A.pdf.
13. Піюренко І. О., Гаркуша О. М., Кухарчик О. Г. Сучасні аспекти формування системи мультимодальних перевезень на регіональному рівні. *Ukrainian Journal of Applied Economics*. 2018. Т. 3, № 4. С. 131–144.
14. <https://www.sixsigmadaily.com/matrix-diagram-y-shaped/>.

I. S. Demchenko, T. V. Golovko

Theoretical and methodological principles of the organization of the system of intermodal transportation in conditions of interoperability

Abstract. This article explores the theoretical foundations of intermodal freight transportation in Ukraine, aligning with European standards. The literature review analyzes diverse theoretical approaches, drawing from Ukrainian and international scholars. Six distinctive approaches emphasize

coordination, technology integration, and private sector involvement. Challenges underscore the need to address logistical complexities, financial stability, and resistance to adaptation. A tailored framework is proposed, aligning with Ukraine's challenges outlined in the "Approval of the National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030." This approach integrates seamlessly with the European intermodal freight transportation system. It centers on principles (efficiency, sustainability, cost-effectiveness, flexibility, safety, and security) and a high-tech toolset (predictive analytics, resource allocation, route optimization, real-time tracking, and graph modeling) to address issues and expedite goal achievement. The outcomes include increased system efficiency and improved interoperability. Subsequent sections detail each component's significance, utilizing the Y-shaped matrix for clarity. Integrating theoretical insights with practical methods, our approach catalyzes a new era of efficiency, sustainability, and uniqueness in freight transportation. In conclusion, the study reviews literature and proposes an integrated framework tailored to Ukraine's challenges, aiming to transform intermodal freight transportation. The conclusion outlines next steps for further refinement and practical implementation.

Keywords: intermodal transportation, interoperability, system of organizing intermodal transport, principles of intermodal transportation.

Демченко Ілля Сергійович, аспірант кафедри Управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейербаха, 7, 61050, Харків, Україна. E-mail: ilya.dem4enko@gmail.com ORCID ID: 0009-0008-6708-9800. +380509388928

Illia Demchenko, post-graduate, Department of Operational Work Management, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: ilya.dem4enko@gmail.com <http://orcid.org/0009-0008-6708-9800> +380509388928

Головко Тетяна Владиславівна, к.т.н., доцент кафедри Управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейербаха, 7, 61050, Харків, Україна. E-mail: golovko_tv@kart.edu.ua

ORCID ID: 0000-0002-7977-9664. +380958389172
Tetiana Golovko, PhD (Tech), Department of Operational Work Management, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: golovko_tv@kart.edu.ua +380958389172 <http://orcid.org/0000-0002-7977-9664>