

Козак С.В.

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ

Дослідження операцій у транспортних системах міжнародних вантажоперевезень є важливим інструментом підвищення ефективності логістичних процесів в умовах глобалізації світової економіки. Міжнародні перевезення характеризуються складністю маршрутів, наявністю митних процедур, різними нормативно-правовими вимогами країн, валютними ризиками та високою залежністю від зовнішніх факторів (політичних, економічних, інфраструктурних).

Методи дослідження операцій дозволяють оптимізувати маршрути перевезень, мінімізувати транспортні витрати, скоротити час доставки та підвищити надійність логістичних ланцюгів. Найчастіше застосовуються методи лінійного та цілочисельного програмування, транспортні моделі, мережеве планування, теорія масового обслуговування, імітаційне моделювання та евристичні алгоритми.

Особлива увага приділяється задачам вибору оптимального виду транспорту (автомобільного, залізничного, морського, авіаційного або мультимодального), формуванню ефективної маршрутної мережі, управлінню ризиками та координації міжнародних логістичних потоків. Впровадження сучасних інформаційних систем, цифрових платформ і технологій моніторингу сприяє підвищенню прозорості перевезень та оперативності прийняття управлінських рішень.

Таким чином, застосування методів дослідження операцій у сфері міжнародних вантажоперевезень забезпечує раціональне використання ресурсів, підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств та інтеграцію національних транспортних систем у глобальні логістичні мережі.

В статті розглянуто застосування методів дослідження операцій у транспортних системах міжнародних вантажоперевезень. Проаналізовано особливості функціонування міжнародних транспортно-логістичних систем як складних соціально-економічних і технічних систем. Визначено основні задачі оптимізації, що виникають у процесі планування та управління міжнародними вантажними перевезеннями. Особливу увагу приділено використанню імітаційного моделювання, оптимізаційних методів та сучасних інформаційних технологій для підвищення ефективності міжнародних перевезень. Обґрунтовано доцільність комплексного застосування методів дослідження операцій для прийняття управлінських рішень у міжнародних транспортних системах.

**Ключові слова:** дослідження операцій, міжнародні вантажоперевезення, транспортні системи, оптимізація, логістика, моделювання, управління перевезеннями.

### ВСТУП

Динамічний Міжнародні вантажоперевезення є важливою складовою світової економіки та забезпечують інтеграцію національних господарських систем у глобальні логістичні ланцюги. Сучасні транспортні системи міжнародних перевезень характеризуються складною структурою, багатоваріантністю маршрутів, використанням різних видів транспорту, а також необхідністю врахування митних, правових, економічних та екологічних обмежень. За таких умов ефективне управління міжнародними вантажопотоками можливе лише на основі науково обґрунтованих методів, серед яких особливе місце посідає дослідження операцій.

### АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Питання розвитку транспортно-логістичних систем та управління міжнародними вантажними перевезеннями висвітлено у працях вітчизняних і зарубіжних науковців. Досліджуються проблеми формування транспортних мереж, оптимізації маршрутів, управління логістичними потоками та інтеграції транспортних систем у європейський і світовий простір. Водночас значна частина наукових робіт має фрагментарний характер і не враховує комплексного застосування методів дослідження операцій для управління міжнародними перевезеннями, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

### ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою статті є дослідження можливостей застосування методів дослідження операцій для підвищення ефективності функціонування транспортних систем міжнародних вантажоперевезень. Основними задачами дослідження є: – аналіз особливостей міжнародних транспортних систем як об'єкта дослідження операцій; – визначення ключових задач оптимізації у міжнародних вантажоперевезеннях; – обґрунтування доцільності використання інформаційних технологій та імітаційного моделювання.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Транспортна система міжнародних вантажоперевезень являє собою складну багаторівневу соціально-економічну систему, що включає транспортні засоби різних видів (автомобільний, залізничний, морський, авіаційний транспорт), об'єкти інфраструктури (порти, термінали, склади, митні переходи), логістичні центри, інформаційно-комунікаційні платформи та суб'єкти господарювання. Її функціонування спрямоване на забезпечення безперервного, своєчасного та економічно доцільного переміщення вантажів між державами з урахуванням міжнародних нормативно-правових вимог.

Особливістю міжнародних вантажоперевезень є наявність додаткових факторів невизначеності: митні процедури, валютні ризики, коливання тарифів, геополітичні обмеження, різні стандарти інфраструктури та технічні регламенти. У таких умовах ефективно управління транспортними процесами неможливе без використання методів дослідження операцій, які дозволяють формалізувати логістичні задачі та обґрунтовувати управлінські рішення на основі кількісного аналізу. Узагальнену структуру світового вантажо і пасажирообігу подано на рис. 1.

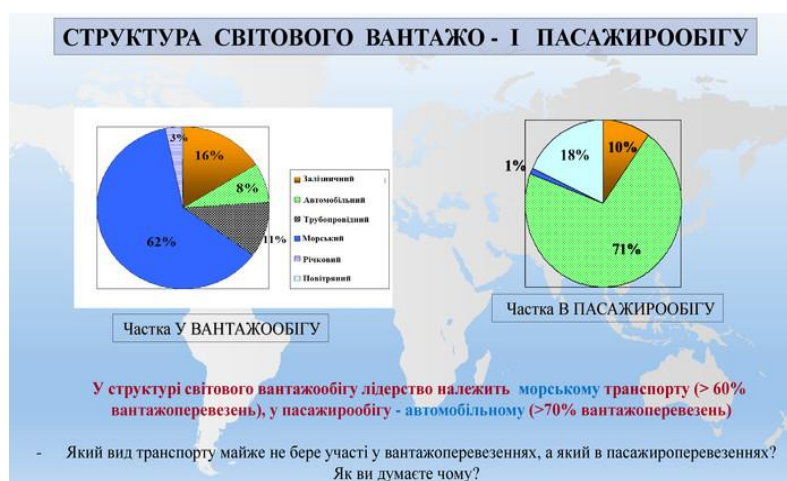


Рисунок 1 – Узагальнена структура транспортної системи міжнародних вантажоперевезень

У процесі функціонування системи виникають типові задачі дослідження операцій, серед яких ключовими є: оптимізація маршрутів перевезення з урахуванням відстані, часу, вартості та ризиків; вибір виду або комбінації видів транспорту (інтермодальні та мультимодальні перевезення); розподіл рухомого складу та складських потужностей; управління потоками вантажів у транспортних вузлах; мінімізація простоїв і перевантажень інфраструктури; забезпечення стійкості логістичних ланцюгів.

Застосування методів дослідження операцій дозволяє: оцінювати альтернативні варіанти організації перевезень, прогнозувати наслідки управлінських рішень, моделювати вплив змін зовнішнього середовища, зменшувати логістичні ризики, підвищувати рівень сервісу при одночасному зниженні витрат.

Таким чином, результати дослідження свідчать, що застосування методів дослідження операцій у транспортних системах міжнародних вантажоперевезень забезпечує підвищення економічної ефективності, скорочення витрат, оптимізацію логістичних процесів та формування конкурентних переваг підприємств на міжнародному ринку транспортних послуг.

### ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Таким чином, отримані результати підтверджують, що комплексне застосування методів дослідження операцій у поєднанні з сучасними інформаційними технологіями сприяє підвищенню ефективності міжнародних вантажоперевезень, забезпечує прозорість логістичних процесів та покращує якість управлінських рішень.

### ВИСНОВКИ

Методи дослідження операцій є ефективним інструментом управління транспортними системами міжнародних вантажоперевезень, оскільки вони забезпечують науково обґрунтовану підтримку процесу прийняття управлінських рішень. Їх застосування дозволяє формалізувати складні логістичні процеси, врахувати численні обмеження (часові, ресурсні, фінансові, митні) та обрати оптимальні варіанти організації перевезень у багатокритеріальному середовищі.

Використання оптимізаційних моделей сприяє раціональному формуванню маршрутів міжнародної доставки, вибору доцільних транспортних коридорів та мінімізації загальних

логістичних витрат. Завдяки цьому зменшуються витрати на паливо, експлуатацію рухомого складу, простої на кордоні та перевантаження у транспортних вузлах. Крім того, застосування методів дослідження операцій дозволяє підвищити точність планування графіків перевезень, скоротити час доставки та покращити рівень сервісу для клієнтів.

Особливого значення набуває використання імітаційного моделювання та сценарного аналізу, які дають змогу оцінити вплив ризиків і невизначеності на функціонування міжнародних логістичних ланцюгів. Це дозволяє заздалегідь розробляти альтернативні маршрути та резервні схеми постачання, що підвищує стійкість транспортної системи до зовнішніх викликів, таких як зміни тарифної політики, обмеження транзиту або форс-мажорні обставини.

У результаті впровадження методів дослідження операцій підвищується конкурентоспроможність транспортних підприємств на міжнародному ринку, оскільки вони отримують можливість пропонувати більш економічно вигідні, надійні та прогнозовані логістичні рішення. Оптимізація процесів сприяє не лише скороченню витрат, а й підвищенню прозорості діяльності, покращенню контролю за рухом вантажів та інтеграції у глобальні транспортно-логістичні мережі.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на розвиток цифрових систем підтримки прийняття рішень у сфері міжнародної логістики, зокрема на інтеграцію технологій штучного інтелекту, великих даних, хмарних платформ і геоінформаційних систем. Перспективним напрямом є створення адаптивних моделей управління транспортними потоками, які в реальному часі враховують зміни зовнішнього середовища та автоматично коригують маршрути перевезень. Це забезпечить підвищення ефективності функціонування міжнародних транспортних систем та їхню стійкість в умовах динамічного розвитку світової економіки.

#### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Устенко М. О. Актуальність формування транспортно-логістичних систем в умовах євроінтеграції / М. О. Устенко // Вісн екон. трансп. і пром-сті.— 2015. — № 49. — С. 207–210.
2. Бойко О. В. Ринок транспортних послуг: основи методології розвитку: монограф. / О. В. Бойко. — К. : Кондор, 2014. — 494 с.
3. Брагінський В. В. Розвиток транспортно-логістичної системи як форма реалізації транзитного потенціалу України / В. В. Брагінський // Державне управління: теорія і практика.—2011— № 2 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.academy.gov.ua/ej/ej14/index.htm>.
4. Іртищева І. О. Структура транспортно-логістичної системи України / І. О. Іртищева, С. М. Мінакова, О. А. Христенко // Глобальні та національні проблеми економіки.—201 — № 4. — С. 146–149.
5. Михайличенко К. М. Відновлення транзитного потенціалу як чинник підвищення конкурентоспроможності України / К. Михайличенко // Стратегічні пріоритети. — 2015. — № 4. — С. 59–65.
6. Попова Н. В. Транспортно-логістична система: дефініція та складові / Н. В. Попова // Бізнес Інформ. — 2016. — № 1. — С. 169–174.
7. Соколова О. Є. Теоретико-методологічні основи формування транспортно-логістичної системи України [Електронний ресурс] / О.Є.Соколова.—Режим доступу : <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/view/182/173>.
8. Чернявська Т. А. Стратегічні напрями розвитку транспортно-комунікативної системи України в контексті забезпечення національної безпеки і самодостатності / Т. Чернявська // Екон. вісн. Нац. гірн. ун-ту. — 2015. — № 3. — С. 68–76.
9. Зайцева І. Ю. Фінансово-правові аспекти процесу інтеграції України до Транс-Європейської транспортної мережі ТЕМ-Т / І. Ю. Зайцева // Вісн. екон. трансп. і пром-сті. — 2014. — № 46. — С. 223–227.
10. Садловська І. П. Розвиток національної транспортної мережі України та її інтеграція до пріоритетних транспортних мереж ЄС / І. Садловська // Зб. наук пр. Держ. екон.-техн. ун-ту трансп. — 2015. — № 31. — С. 16–26.
11. Ткач О. В. Формування єдиної логістичної системи: важлива складова євро-інтеграційних процесів / О. В. Ткач, І. А. Волощук // Наук вісн. Херсон. держ. ун-ту. — 2014. — № 9. — С. 208–212. — (Серія «Економіка»).
12. Співробітництво Україна – ЄС в сфері транспорту // Офіційний сайт Представництва України при Європейському Союзі та Європейському Співтоваристві з атомної енергії

[Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ukraine-eu.mfa.gov.ua/ua/ukraine-eu/sectoral-dialogue/transport>.

13. Міжнародна технічна допомога ЄС у сфері транспорту // Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://mtu.gov.ua/content/mizhnarodna-tehnichna-dopomoga-es-u-sferi-transportu.html>.

#### REFERENCES

1. Ustenko M. O. Aktual'nist' formuvannja transportno-logistychnyh system v umovah jevrointegracii' / M. O. Ustenko // *Visn ekon. transp. i prom-sti.* — 2015. — № 49. — S. 207–210.
2. Bojko O. V. Rynok transportnyh poslug: osnovy metodologii' rozvytku : monograf. /O. V. Bojko. — K. : Kondor, 2014. — 494 s.
3. Bragins'kyj V. V. Rozvytok transportno-logistychnoi' systemy jak forma realizacii' tranzynogo potencialu Ukrai'ny / V. V. Bragins'kyj // *Derzhavne upravlinnja: teorija i praktyka.* — 2011. — № 2 [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupu : <http://www.academy.gov.ua/ej/ej14/index.htm>.
4. Irtyshheva I. O. Struktura transportno-logistychnoi' systemy Ukrai'ny / I. O. Irtyshheva, S. M. Minakova, O. A. Hrystenko // *Global'ni ta nacional'ni problemy ekonomiky.* — 2015. — № 4. — S. 146–149.
5. Myhajlychenko K. M. Vidnovlennja tranzynogo potencialu jak chynnyk pid- vyshhennja konkurentospromozhnosti Ukrai'ny / K. Myhajlychenko // *Strategichni priorityty.* — 2015. — № 4. — S. 59–65.
6. Popova N. V. Transportno-logistychna systema: definicija ta skladovi / N. V. Popova // *Biznes Inform.* — 2016. — № 1. — S. 169–174.
7. Sokolova O. Je. Teoretyko-metodologichni osnovy formuvannja transportno-logistychnoi' systemy Ukrai'ny [Elektronnyj resurs] / O. Je. Sokolova. — Rezhym dostupu : <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/view/182/173>.
8. Chernjavs'ka T. A. Strategichni naprjamy rozvytku transportno-komunikatyvnoi' systemy Ukrai'ny v konteksti zabezpechennja nacional'noi' bezpeky i samodostatnosti /T. Chernjavs'ka // *Ekon. visn. Nac. girn. un-tu.* — 2015. — № 3. — S. 68–76.
9. Zajceva I. Ju. Finansovo-pravovi aspekty procesu integracii' Ukrai'ny do Trans- Jevropejs'koi' transportnoi' merezhi TEM-T / I. Ju. Zajceva // *Visn. ekon. transp. i prom-sti.* — 2014. — № 46. — S. 223–227.
10. Sadlovs'ka I. P. Rozvytok nacional'noi' transportnoi' merezhi Ukrai'ny ta ii' integracija do prioritytnyh transportnyh merezh JeS / I. Sadlovs'ka // *Zb. nauk pr. Derzh. ekon.- tehn. un-tu transp.* — 2015. — № 31. — S. 16–26.
11. Tkach O. V. Formuvannja jedynoi' logistychnoi' systemy: vazhlyva skladova jevro- integracijnyh procesiv / O. V. Tkach, I. A. Voloshhuk // *Nauk visn. Herson. derzh. un-tu.* — 2014. — № 9. — S. 208–212. — (Serija «Ekonomika»).
12. Spivrobotnytstvo Ukrai'na – JeS v sferi транспорту // Офіційний сайт Представництва України при Європейському Союзу та Європейському співтоваристві з атомної енергії [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupu : <http://ukraine-eu.mfa.gov.ua/ua/ukraine-eu/sectoral-dialogue/transport>.
13. Mizhnarodna tehnicna dopomoga JeS u sferi транспорту // Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України [Elektronnyj resurs]. — Rezhym dostupu : <http://mtu.gov.ua/content/mizhnarodna-tehnichna-dopomoga-es-u-sferi-transportu.html>.

#### **S.V. Kozak, Transport efficiency, project analysis and potential of transport enterprises**

Operations research in the transport systems of international freight transportation is an important tool for improving the efficiency of logistics processes in the context of the globalization of the world economy. International transportation is characterized by complex routes, customs procedures, diverse regulatory requirements of different countries, currency risks, and a high dependence on external factors (political, economic, infrastructural). Operations research methods make it possible to optimize transportation routes, minimize transport costs, reduce delivery time, and increase the reliability of logistics chains. The most commonly applied methods include linear and integer programming, transportation models, network planning, queuing theory, simulation modeling, and heuristic algorithms. Special attention is paid to the problems of selecting the optimal mode of transport (road, rail, sea, air, or multimodal), forming an efficient route network, risk management, and coordination of international logistics flows. The implementation of modern information systems, digital platforms, and monitoring technologies contributes to increased

transparency of transportation processes and enhances the efficiency of managerial decision-making. Thus, the application of operations research methods in the field of international freight transportation ensures the rational use of resources, improves the competitiveness of transport enterprises, and promotes the integration of national transport systems into global logistics networks. The article examines the application of operations research methods in the transport systems of international freight transportation. The specific features of the functioning of international transport and logistics systems as complex socio-economic and technical systems are analyzed. The main optimization tasks arising in the process of planning and managing international freight transportation are identified. Particular attention is paid to the use of simulation modeling, optimization methods, and modern information technologies to improve the efficiency of international transport operations. The expediency of the integrated application of operations research methods for managerial decision-making in international transport systems is substantiated.

**Keywords:** operations research, international freight transportation, transport systems, optimization, logistics, modeling, transport management.

*КОЗАК Світлана Володимирівна*, кандидат економічних наук, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національний університет водного господарства та природокористування e-mail: [svetakoza1971@ukr.net](mailto:svetakoza1971@ukr.net). <http://orcid.org/0009-0006-3204-1861>

*Svitlana KOZAK*, Doctor of Economics, Associate Professor of the department of transport technologies and technical service National University of Water Management and Nature Management e-mail [svetakoza1971@ukr.net](mailto:svetakoza1971@ukr.net). <http://orcid.org/0009-0006-3204-1861>

Дата надходження статті до видання: 13.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.03.2026

<https://doi.org/10.36910/5zmgma85>