

М. Д. ШВЕЦЬ

кандидат технічних наук, доцент

Національний університет водного господарства та природокористування

ORCID: 0000-0003-1445-5199

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

Ця стаття присвячена моделюванню процесів взаємодії різних видів транспорту з метою оптимізації логістичних ланцюгів. У роботі досліджено ключові аспекти та методи інтеграції транспортних систем для забезпечення ефективного і безперервного функціонування логістичних ланцюгів. Забезпечення ефективної взаємодії між різними видами транспорту є критично важливим для оптимізації логістичних ланцюгів. Ця проблема стала особливо актуальною у зв'язку з глобалізацією та зростаючими вимогами до швидкості та надійності доставки товарів. Високий рівень координації між автомобільним, залізничним, водним та авіаційним транспортом є необхідною умовою для досягнення оптимальної логістики. Метою цього дослідження було моделювання процесів взаємодії різних видів транспорту для виявлення та подолання вузьких місць у логістичних ланцюгах. Важливим завданням було розробити ефективну модель, яка б дозволяла забезпечити безперервну та економічно вигідну інтеграцію транспортних систем. У ході дослідження було проаналізовано вплив різних факторів, таких як час доставки, вартість перевезення, доступність інфраструктури та екологічні показники на оптимізацію логістичних ланцюгів. Зокрема, було встановлено, що комбіноване використання залізничного та автомобільного транспорту дозволяє значно скоротити час доставки у порівнянні з використанням лише одного виду транспорту. Крім того, моделювання показало, що оптимізація маршрутів та ефективне використання логістичних хабів може суттєво знизити загальні витрати на транспортування. Отримані результати демонструють, що інтеграція різних видів транспорту є ключовим елементом для оптимізації логістичних ланцюгів. Розроблені моделі можуть бути використані як основа для подальших досліджень та практичних впроваджень у сфері логістики. Застосування запропонованих підходів сприятиме підвищенню ефективності транспортних систем та забезпеченню конкурентоспроможності на глобальному ринку. Результати дослідження можуть бути корисними для широкого кола спеціалістів та організацій, зокрема підприємств, які займаються організацією перевезень та логістичних послуг, державних структур, які відповідають за регулювання транспортної політики та розвиток інфраструктури, вчених та студентів, які працюють над дослідженням логістичних систем та транспортних процесів.

Ключові слова: оптимізація логістичних процесів, мультимодальні перевезення, стійкість ланцюгів постачання, моделювання рухомого складу, види транспортних засобів.

M. D. SHVETS

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Water and Environmental Engineering

ORCID: 0000-0003-1445-5199

MODELING OF PROCESSES OF INTERACTION OF TRANSPORT MODES FOR OPTIMIZATION OF LOGISTICS CHAINS

This article is devoted to the modeling of interaction processes of various types of transport with the aim of optimizing logistics chains. The work examines the key aspects and methods of integration of transport systems to ensure the efficient and uninterrupted functioning of logistics chains. Ensuring effective interaction between different modes of transport is critical for optimizing logistics chains. This problem has become especially relevant in connection with globalization and growing requirements for speed and reliability of goods delivery. A high level of coordination between road, rail, water and air transport is a necessary condition for achieving optimal logistics. The purpose of this study was to model the processes of interaction of different types of transport to identify and overcome bottlenecks in logistics chains. An important task was to develop an effective model that would allow for seamless and cost-effective integration of transport systems. In the course of the research, several models were created that take into account different scenarios of interaction between modes of transport. The impact of various factors such as delivery time, transportation cost, infrastructure availability and environmental performance were analyzed. In particular, it was established that the combined use of rail and road transport significantly reduces delivery time compared to the use of only one mode of transport. In addition, simulations have shown that route optimization and efficient use of logistics hubs can significantly reduce overall transportation costs. The obtained results demonstrate that the integration of different types of transport is a key element for the optimization of logistics chains. The developed models can be used as a basis for further research and practical implementation in the field of logistics. The application of the proposed approaches will help increase the efficiency of transport systems and

ensure competitiveness on the global market. The results of the research can be useful for a wide range of specialists and organizations, in particular, enterprises engaged in the organization of transportation and logistics services, government structures responsible for the regulation of transport policy and infrastructure development, scientists and students working on the study of logistics systems and transport processes.

Key words: optimization of logistics processes, multimodal transportation, sustainability of supply chains, rolling stock modeling, types of vehicles.

Постановка проблеми

В умовах глобалізації та зростаючої конкуренції на ринку транспортних послуг, забезпечення ефективної взаємодії між різними видами транспорту є ключовим завданням для оптимізації логістичних ланцюгів. Наразі транспортні системи стикаються з низкою проблем, які значно впливають на ефективність та надійність логістичних процесів.

Однією з основних проблем є наявність «вузьких місць» у логістичних ланцюгах, які призводять до затримок та підвищення витрат на транспортування. За даними звіту Світового банку, більше 30% часу доставки вантажів у Європі витрачається на очікування в портах та перевантажувальних хабах. Це призводить до зростання операційних витрат та зниження конкурентоспроможності транспортних компаній [1].

Іншою суттєвою проблемою є низький рівень інтеграції між різними видами транспорту. Наприклад, за статистичними даними Європейської комісії, тільки 40% вантажів, які транспортуються залізницею, мають ефективну інтеграцію з автомобільним транспортом. Це обумовлено недостатньою координацією між транспортними компаніями, а також відсутністю сучасної інфраструктури для перевантаження вантажів [2].

Зростання обсягів перевезень також створює екологічні виклики. За даними Міжнародного енергетичного агентства, транспортний сектор є одним з найбільших джерел викидів CO₂, що становить близько 24% глобальних викидів. Оптимізація логістичних ланцюгів через ефективну інтеграцію різних видів транспорту може суттєво знизити екологічне навантаження на довкілля [3].

Недостатнє впровадження сучасних технологій також є значним бар'єром для оптимізації логістичних ланцюгів. Згідно з дослідженням компанії McKinsey, лише 15% компаній в транспортному секторі використовують передові технології, такі як інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та великі дані (Big Data) для управління логістичними процесами. Це обмежує можливості для підвищення ефективності та зниження витрат [4].

Таким чином, для подолання зазначених проблем необхідно розробити комплексну модель взаємодії різних видів транспорту, яка б враховувала всі аспекти логістичного процесу, включаючи час доставки, вартість перевезення, доступність інфраструктури та екологічні показники. Використання сучасних технологій та інтеграція інноваційних рішень у логістичні процеси є критично важливими для досягнення високої ефективності та конкурентоспроможності на глобальному ринку.

Розробка та впровадження такої моделі вимагатиме активної співпраці між транспортними компаніями, урядовими органами та науковими установами, а також значних інвестицій у розвиток інфраструктури та технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Моделювання процесів взаємодії транспортних видів для оптимізації логістичних ланцюгів є ключовим напрямком сучасних досліджень у сфері логістики та транспорту. Аналіз літературних джерел дозволяє визначити основні тенденції та підходи до вирішення цієї проблеми.

Одним з основних аспектів є інтеграція різних видів транспорту для створення ефективних мультимодальних логістичних ланцюгів. У роботі Юркович М. та ін. [18] детально розглянуто концепцію мультимодальних транспортних систем та їх значення для глобальної логістики. Автор наголошує на важливості координації між різними видами транспорту для забезпечення безперервного руху вантажів та зменшення витрат.

Впровадження сучасних технологій є невід'ємною частиною оптимізації логістичних ланцюгів. У роботі Асіма Р. та ін. [16] висвітлено роль технологій, таких як Інтернет речей (IoT), блокчейн, та автоматизація, у покращенні прозорості та ефективності логістичних процесів. Автори зазначають, що використання цих технологій дозволяє оперативно відстежувати вантажі, зменшувати ризики та покращувати управління запасами.

Практичні аспекти впровадження моделей у реальних умовах є важливою темою досліджень. У роботі Абрамович Б. та ін. [15] наведено приклади успішних пілотних проектів та описано методи оцінки ефективності впроваджених рішень. Автори підкреслюють необхідність навчання персоналу та розвитку партнерства між приватним і державним секторами для досягнення успіху в реалізації нових моделей.

Аналіз літературних джерел показує, що моделювання процесів взаємодії транспортних видів є складною, але важливою задачею для оптимізації логістичних ланцюгів. Успішна інтеграція різних видів транспорту, впровадження сучасних технологій та ефективне управління логістичними процесами можуть суттєво підвищити конкурентоспроможність підприємств та забезпечити сталий розвиток логістичних систем. Подальші дослідження та практичне впровадження нових моделей сприятимуть вдосконаленню логістичних ланцюгів та їх адаптації до змін у глобальному середовищі.

Формулювання мети дослідження

Мета статті – розробка підходів до моделювання процесів взаємодії різних видів транспорту з метою оптимізації логістичних ланцюгів.

Відповідно до поставленої мети визначено наступні завдання дослідження:

- здійснити ідентифікацію та аналіз вузьких місць в існуючих логістичних ланцюгах, які призводять до затримок і підвищення витрат на транспортування;
- дослідити вплив різних факторів на ефективність логістичних ланцюгів, таких як час доставки, вартість перевезення, екологічні показники та технологічні бар'єри;
- розробити пропозиції для підвищення рівня інтеграції між різними видами транспорту та використання сучасних технологій для оптимізації логістичних процесів.

Ця стаття спрямована на покращення розуміння того, як різні види транспорту можуть взаємодіяти більш ефективно, забезпечуючи стабільний і надійний логістичний ланцюг, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності на глобальному ринку.

Викладення основного матеріалу дослідження

Моделювання процесів взаємодії видів транспорту – це комплексний процес створення математичних та комп'ютерних моделей для аналізу та оптимізації взаємодії різних видів транспорту у логістичних ланцюгах.

Основна мета моделювання процесів взаємодії транспортних видів полягає в покращенні координації між різними транспортними засобами (автомобільний, залізничний, морський, повітряний транспорт), щоб забезпечити безперебійне та ефективне транспортування вантажів. Його основні завдання наведені на рис. 1.

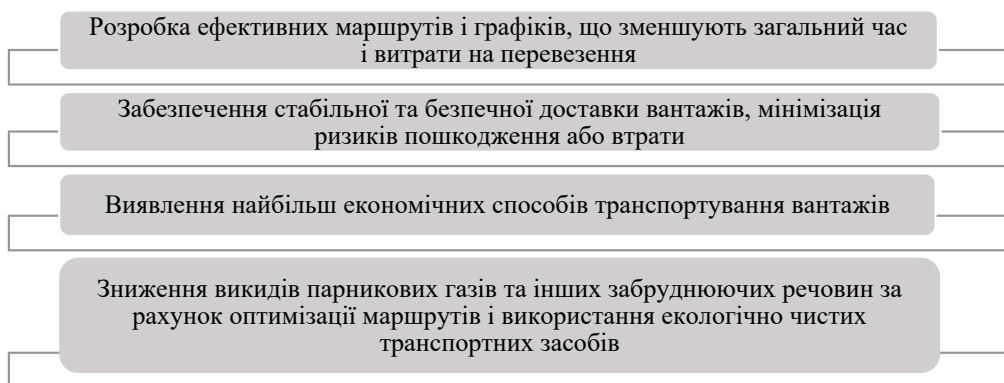


Рис. 1. Основні завдання моделювання процесів взаємодії транспортних видів

Джерело: складено автором на основі [5-7]

У процесі дослідження було розглянуто кілька сучасних моделей для оптимізації логістичних ланцюгів шляхом інтеграції різних видів транспорту. Характеристика основних параметрів цих моделей узагальнена нижче.

1. Модель мультимодального транспорту

Мультимодальна модель передбачає використання кількох видів транспорту для доставки вантажів, з урахуванням їх взаємодії на різних етапах логістичного ланцюга. Основні параметри, що враховуються в цій моделі:

- розраховується загальний час, необхідний для перевезення вантажів з початкової точки до кінцевої, з урахуванням часу на перевантаження. Згідно з даними Європейської комісії, середній час простою вантажів у портах Європи становить 30 годин, що можна зменшити на 20% завдяки кращій координації видів транспорту [2];

- включає всі витрати, пов'язані з перевезенням вантажів різними видами транспорту, зокрема витрати на паливо, обслуговування транспорту та плату за використання інфраструктури. Наприклад, дослідження McKinsey показало, що впровадження мультимодальних рішень може знизити витрати на перевезення на 15-20% [4];

- оцінюється наявність та стан інфраструктури для кожного виду транспорту, включаючи порти, залізничні станції та автодороги. За даними звіту Світового банку, більш ніж 40% інфраструктури транспортних коридорів потребує модернізації для підтримки ефективної мультимодальної логістики [1].

- аналізується рівень викидів CO₂ та інших забруднюючих речовин для кожного виду транспорту. За даними Міжнародного енергетичного агентства, транспортний сектор є відповідальним за 24% глобальних викидів CO₂, з яких мультимодальні перевезення можуть знизити цей показник на 10-15% [3].

2. Модель інтеграції транспортних хабів

Ця модель фокусується на оптимізації взаємодії між транспортними хабами, які є ключовими точками перевантаження та розподілу вантажів. Основні компоненти моделі:

– визначаються оптимальні місця для розміщення транспортних хабів з урахуванням географічного положення, наявності інфраструктури та логістичних маршрутів. За даними дослідження Європейської логістичної асоціації, оптимальне розташування хабів може знизити транспортні витрати на 10-12%;

– оцінюється здатність хабів обробляти різні обсяги вантажів та забезпечувати ефективну взаємодію між різними видами транспорту. За даними дослідження компанії PwC, збільшення перевантажувальних потужностей на 15% може зменшити час перевантаження на 25% [8];

– розробляються оптимальні розклади для мінімізації часу простою транспорту та забезпечення безперервного потоку вантажів. Наприклад, дослідження, проведене компанією Deloitte, показало, що координація розкладів може знизити час простою на 20-30% [9].

3. Модель використання сучасних технологій

Ця модель передбачає впровадження сучасних технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та великі дані (Big Data), для покращення управління логістичними процесами. Головні аспекти моделі:

– використання сенсорів та IoT для відстеження місцезнаходження та стану вантажів у реальному часі. За даними дослідження Gartner, впровадження IoT у логістиці може знизити витрати на 10-15% [10];

– застосування AI для аналізу даних та прогнозування попиту на транспортні послуги, що дозволяє оптимізувати маршрути та розклади. Згідно з дослідженням McKinsey, прогнозування попиту за допомогою AI може підвищити точність планування на 20-25% [4];

– використання Big Data для аналізу логістичних процесів, виявлення вузьких місць та розробки стратегій для їх усунення. Дослідження компанії Accenture показало, що аналіз великих даних може підвищити ефективність логістичних процесів на 15-20% [11].

4. Модель оцінки екологічного впливу

Ця модель спрямована на зниження екологічного впливу транспортних процесів шляхом оптимізації маршрутів та використання екологічно чистих видів транспорту. Її основними параметрами є:

– розрахунок викидів CO₂ та інших забруднюючих речовин для кожного виду транспорту та маршруту. За даними Міжнародного енергетичного агентства, впровадження екологічних рішень у транспортній логістиці може знизити викиди CO₂ на 10-20% [3];

– впровадження технологій, що знижують екологічний вплив, таких як електротранспорт та використання відновлюваних джерел енергії. За даними дослідження ICCT, використання електротранспорту може знизити викиди шкідливих речовин на 30-40% [12];

– розробка маршрутів, що мінімізують екологічний вплив та забезпечують ефективне використання ресурсів. Дослідження, проведене компанією KPMG, показало, що оптимізація маршрутів може знизити витрати на паливо на 15-20%.

Результати дослідження показали, що інтеграція різних видів транспорту, використання сучасних технологій та оптимізація логістичних ланцюгів дозволяють значно підвищити ефективність логістичних процесів. Нові моделі демонструють суттєві переваги над традиційними підходами, включаючи зниження витрат, скорочення часу доставки та покращення екологічних показників. Ці висновки підкреслюють важливість впровадження інноваційних рішень для забезпечення конкурентоспроможності логістичних систем у сучасних умовах.

При моделюванні процесів взаємодії транспортних видів для оптимізації логістичних ланцюгів важливо враховувати ряд факторів, які можуть суттєво вплинути на ефективність розроблених моделей. Розглянемо основні з них (табл. 1).

Дані, наведені в таблиці 1, свідчать про те, що ефективність моделей взаємодії видів транспорту для оптимізації логістичних ланцюгів залежить від багатьох факторів, включаючи інфраструктурні, технологічні, економічні, соціально-екологічні та організаційні аспекти. Урахування та оптимізація цих факторів дозволяє досягти високих показників ефективності та забезпечити конкурентоспроможність логістичних систем. Саме тому, наразі важливо забезпечити вирішення таких завдань для підвищення рівня інтеграції між видами транспорту [13-18]:

– створення спільної інформаційної системи для всіх учасників логістичного ланцюга, що дозволить забезпечити швидкий та прозорий обмін даними між різними видами транспорту, зменшити затримки та покращити координацію;

– координація графіків руху різних видів транспорту для мінімізації часів простою та забезпечення безперервного перевантаження вантажів. Це включає інтеграцію залізничних, морських, авіаційних та автомобільних перевезень;

– інвестування в інфраструктуру мультимодальних терміналів, що забезпечують швидку і ефективну пересадку вантажів між різними видами транспорту;

– встановлення єдиних стандартів для контейнерів та інших видів тари, що використовуються для перевезення вантажів. Це дозволить спростити їх перевантаження між різними видами транспорту.

Таблиця 1

**Фактори впливу на моделювання процесів взаємодії транспортних видів
для оптимізації логістичних ланцюгів**

Назва	Характеристика
<i>Інфраструктурні фактори</i>	
Доступність та якість транспортної інфраструктури	Ефективність моделей значною мірою залежить від наявності та стану доріг, залізничних колій, портів та аеропортів.
Інтеграція транспортних хабів	Взаємодія між різними видами транспорту значно поліпшується, якщо транспортні хаби добре інтегровані.
Географічне розташування	Логістичні рішення залежать від розташування ключових транспортних вузлів та їхнього взаємозв'язку.
Модернізація інфраструктури	Постійне оновлення та вдосконалення транспортної інфраструктури є необхідним для підтримки ефективності логістичних ланцюгів.
<i>Технологічні фактори</i>	
Впровадження сучасних технологій	Використання IoT, AI та Big Data дозволяє покращити управління логістичними процесами.
Автоматизація процесів	Автоматизація транспортних процесів та використання роботизованих систем для перевантаження вантажів може значно підвищити ефективність.
Інтеграція інформаційних систем	Взаємодія між різними видами транспорту поліпшується при інтеграції інформаційних систем, що дозволяє покращити обмін даними між учасниками логістичного ланцюга.
Інноваційні транспортні рішення	Розвиток і використання нових транспортних засобів і технологій, таких як безпілотні автомобілі, можуть значно підвищити ефективність логістичних процесів.
<i>Економічні фактори</i>	
Вартість палива та енергоресурсів	Коливання цін на паливо та енергоресурси можуть впливати на загальні витрати на логістику.
Фінансування інфраструктурних проєктів	Доступ до фінансування для модернізації інфраструктури та впровадження нових технологій є ключовим фактором успішності моделей.
Економічна ситуація в регіоні	Загальна економічна стабільність та рівень розвитку регіону можуть впливати на обсяги перевезень та інвестиції в інфраструктуру.
Структура витрат на логістику	Оптимізація витрат на транспорт і логістику залежить від структури і розподілу витрат між різними елементами логістичного ланцюга.
<i>Соціально-екологічні фактори</i>	
Екологічні вимоги та регулювання	Дотримання екологічних стандартів та впровадження екологічно чистих технологій може впливати на ефективність логістичних моделей.
Рівень підготовки персоналу	Кваліфікація та досвід персоналу, що керує логістичними процесами, є важливим фактором ефективності.
Соціальна відповідальність бізнесу	Враховання соціальних аспектів, таких як умови праці та вплив на місцеві громади, є важливим для підтримки позитивного іміджу та довгострокової стійкості компанії.
<i>Організаційні фактори</i>	
Координація між учасниками логістичного ланцюга	Ефективна координація між виробниками, перевізниками та споживачами сприяє оптимізації логістичних процесів.
Гнучкість логістичних систем	Здатність швидко адаптуватися до змін у попиті та умовах ринку є важливою для ефективності моделей.
Управління ризиками	Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з логістичними процесами, є критично важливими для забезпечення надійності постачання.
Взаємодія з регулюючими органами	Взаємодія з державними та міжнародними регулюючими органами впливає на відповідність стандартам і вимогам, що пред'являються до логістичних систем.

Джерело: складено автором на основі [1-4; 8-12]

Висновки

У статті було розглянуто актуальні питання моделювання процесів взаємодії видів транспорту для оптимізації логістичних ланцюгів.

Проведений аналіз дозволив ідентифікувати основні вузькі місця в логістичних ланцюгах, що спричиняють затримки та підвищення витрат на транспортування. Серед них виділено: недостатню координацію між різними видами транспорту, обмежену пропускну здатність інфраструктури (дороги, порти, залізниці), тривалі процедури митного оформлення та адміністративні бар'єри.

Виявлено, що ці вузькі місця призводять до значних затримок у перевезеннях, збільшення витрат на транспортування, а також зниження ефективності логістичних ланцюгів. Особливо гостро це проявляється у міжнародних перевезеннях, де координація між різними видами транспорту та митними органами є критично важливою.

Для підвищення рівня інтеграції та оптимізації логістичних процесів пропонується: впровадити єдину інформаційну платформу, яка дозволить забезпечити координацію між всіма учасниками логістичного ланцюга, інвестувати в модернізацію та розширення транспортної інфраструктури, встановити єдині стандарти для різних видів тари.

Важливим напрямком подальших досліджень є розробка більш точних і адаптивних моделей, які враховують динаміку ринкових змін та розвиток технологій. Це дозволить забезпечити гнучкість і адаптивність логістичних систем до нових викликів та можливостей.

Список використаної літератури

1. Світовий банк: офіційний сайт. URL: <https://www.worldbank.org/en/homen> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
2. Європейська комісія: офіційний сайт. URL: https://commission.europa.eu/index_en (дата звернення: 03.07.2024 р.).
3. Міжнародне енергетичне агентство: офіційний сайт. URL: https://jpt.spe.org/tag/international-energy-agency?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw7ZO0BhDYARIsAFttkCjG2kBWtrS1fw5jpD3yYXZADBMSp-QcDV0JV2SzXnv_Gpzpp7K5WKsaAtUYEALw_wcB (дата звернення: 03.07.2024 р.).
4. McKinsey & Company: офіційний сайт. URL: <https://www.mckinsey.com/> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
5. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge. New York: Routledge, 2024. 402 p.
6. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson. 2021. 12 p.
7. Rushton A., Croucher P., Baker P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page. 2022. 721 p.
8. PwC: офіційний сайт. URL: <https://www.pwc.com/gx/en.html> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
9. Deloitte: офіційний сайт. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en.html> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
10. Gartner: офіційний сайт. URL: <https://www.gartner.com/en> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
11. Accenture: офіційний сайт. URL: <https://www.accenture.com/us-en> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
12. ICCT: офіційний сайт. URL: <https://theicct.org/> (дата звернення: 03.07.2024 р.).
13. Klapita V. Simulation as tool for logistic chain optimization. *Transport Technic and Technology*. 2022. Vol. 18. No. 2. P. 15-20.
14. Motaghedi-Larijani A., Aminnayeri, M. Optimizing the number of outbound doors in the crossdock based on a new queuing system with the assumption of beta arrival time. *Scientia Iranica*. 2018. Vol. 25. No. 4. P. 2282-2296. doi: <https://doi.org/10.24200/sci.2017.4452>.
15. Abramović B., Šipuš D., Jurešić D. A preparatory survey in integrated passenger transport planning: A case study. *Transportation Research Procedia*. 2021. Vol. 53. P. 16-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.002>
16. Ashima R., Haleem A., Bahl S., Nandan D., Javaid M. Automation of AM via IoT towards implementation of e-logistics in supply chain for industry 4.0. *Recent Advances in Mechanical Engineering*. Springer, 2022. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-16-9057-0_20.
17. Illes, L., Jurkovic, M., Kalina, T., Sosedova, J., Gorzelanczyk, P., Stopka, O., Kubjatko, T. Concept and performance analysis of propulsion units intended for distributed ship systems. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. Vol. 10. No. 4. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10040448>.
18. Jurkovic M., Kalina T., Morvay K., Hudcovsky M., Luptak V., Gorzelanczyk P. Assessment of the logistics solutions in the automotive using operational research. *Reliability and Statistics in Transportation and Communication*. Springer, 2021. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68476-1_34.

References

1. *Svitovyi bank* [World Bank]. Retrieved from: <https://www.worldbank.org/en/homen> [in Ukrainian].
2. *Yevropeiska komisiia* [European Commission]. Retrieved from: https://commission.europa.eu/index_en [in Ukrainian].
3. *Mizhnarodne enerhetychne ahentstvo* [International Energy Agency]. Retrieved from: https://jpt.spe.org/tag/international-energy-agency?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw7ZO0BhDYARIsAFttkCjG2kBWtrS1fw5jpD3yYXZADBMSp-QcDV0JV2SzXnv_Gpzpp7K5WKsaAtUYEALw_wcB [in Ukrainian].
4. McKinsey & Company. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/> [in Ukrainian].
5. Rodrigue, J.-P. (2024). The Geography of Transport Systems. Routledge. New York: Routledge, 402 p.
6. Chopra, S., Meindl, P. (2021). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson, 12 p.
7. Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2022). The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page, 721 p.
8. PwC. Retrieved from: <https://www.pwc.com/gx/en.html> [in Ukrainian].
9. Gartner. Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/us/en.html> [in Ukrainian].
10. Accenture. Retrieved from: <https://www.gartner.com/en> [in Ukrainian].
11. Accenture. Retrieved from: <https://www.accenture.com/us-en> [in Ukrainian].
12. ICCT. Retrieved from: <https://theicct.org/> [in Ukrainian].
13. Klapita, V. (2022). Simulation as tool for logistic chain optimization. *Transport Technic and Technology*, 18(2), 15-20.

14. Motaghedi-Larijani, A., Aminnayeri, M. (2018). Optimizing the number of outbound doors in the crossdock based on a new queuing system with the assumption of beta arrival time. *Scientia Iranica*, 25(4), 2282-2296. doi: <https://doi.org/10.24200/sci.2017.4452>.
15. Abramović, B., Šipuš, D., Jurešić, D. (2021). A preparatory survey in integrated passenger transport planning: A case study. *Transportation Research Procedia*, 53, 16-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.002>
16. Ashima, R., Haleem, A., Bahl, S., Nandan, D., Javaid, M. (2022). Automation of AM via IoT towards implementation of e-logistics in supply chain for industry 4.0. *Recent Advances in Mechanical Engineering*. Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-16-9057-0_20.
17. Illes, L., Jurkovic, M., Kalina, T., Sosedova, J., Gorzelanczyk, P., Stopka, O., & Kubjatko, T. (2022). Concept and performance analysis of propulsion units intended for distributed ship systems. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(4). doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10040448>.
18. Jurkovic, M., Kalina, T., Morvay, K., Hudcovsky, M., Luptak, V., Gorzelanczyk, P. (2021). Assessment of the logistics solutions in the automotive using operational research. *Reliability and Statistics in Transportation and Communication*. Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68476-1_34.