

УДК 656.025.4::004.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/35>**Волохов О.О.**

Одеський національний морський університет

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПЕРЕВЕЗЕННЯХ РЕФРИЖЕРАТОРНИХ КОНТЕЙНЕРІВ: ВІД RFID ДО БЛОКЧЕЙНУ

У сучасних умовах посилення глобальної економічної взаємозалежності, ефективність та прозорість міжнародних логістичних операцій, особливо у сфері перевезення швидкопсувних вантажів, набувають критичного значення. Тенденції глобальної цифровізації усіх сфер суспільної життєдіяльності зумовлюють формування нових моделей взаємин у межах мережі ланцюга поставок. Інтеграція інформаційно-комунікаційних систем у перевезення рефрижераторних контейнерів дозволяє автоматизувати системи управління та логістики з метою оптимізації процесу транспортування та відстеження умов перевезення, асиміляції з системами контролю температурного режиму, гарантії їх безпеки. Метою дослідження є розширений аналіз потенціалу використання інформаційних систем у перевезеннях рефрижераторних контейнерів. У статті розглянуто ключові переваги автоматизації перевезення, зокрема, підвищення ефективності, зменшення витрат, оптимізація безпекового середовища та формування конкурентних переваг. Узагальнено ключові напрями використання інформаційних систем у контейнерній логістиці. Проаналізовано можливості технології блокчейн у перевезеннях рефрижераторних контейнерів в контексті підвищення прозорості, безпеки та ефективності процесу, відстеження матеріальних потоків у режимі реального часу, мінімізації ризиків помилок та недобросовісних дій, вдосконалення системи документообігу за допомогою смарт-контрактів, оптимізації управління ризиками. В якості методологічної основи адаптовано модель TOI (технологічний, організаційний, інституційний вплив). Дослідження висвітлює чинники впливу на впровадження блокчейн-технологій у технологічних, організаційних та інституційних аспектах. Відзначено вплив інституційного середовища фірми (TOI) на успішне впровадження блокчейн-технологій у сферу перевезень рефрижераторних контейнерів. Доведено, що розглянуті інформаційні конструкції позиціонуються перспективним базисом для глибших досліджень критичних чинників інтеграції блокчейн-технологій у галузі вантажної логістики.

Ключові слова: логістика, перевезення рефрижераторних контейнерів, інформаційні системи, блокчейн, ланцюг постачання, фактори TOI.

Постановка проблеми. Зважаючи на стрімку цифровізацію усіх напрямків економічної діяльності та пріоритетність циркулярної цифрової економіки в глобальному масштабі, особливої значущості набуває формування стійких бізнес-моделей. Сучасна варіативність цифрових ресурсів інтегрує нові моделі взаємовідносин у всій мережі ланцюга постачання, трансформуючи галузь логістики вантажних перевезень у напрямку децентралізації та оцифрування. Ці моделі залучають складні взаємопов'язані апаратні системи і потребують використання інноваційних технологій для забезпечення ефективності й безпеки обміну інформацією та фінансовими транзакціями.

Активне використання інформаційних систем у перевезеннях, у тому числі рефрижераторних контейнерів, дозволяє формувати диференційовані логістичні ринки вантажних перевезень на принципах фінансової прозорості, що сприяє розвитку мереж поставок. Актуальні моделі цифрового апгрейду логістичних систем потребує залучення технології блокчейн, яка надає підтримку одноранговому обміну, забезпечуючи відстеження та прозорість, незмінність даних, децентралізацію процесу логістики, зменшення помилок та просування концепції смарт-контрактів. Зазначене створюватиме максимально сприятливі умови для інвесторів в логістиці, підтримуючи відкритий

© Волохов О.О., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

ринок, прозору митну та податкову системи, розвиток конкурентних переваг перевезень.

Галузь логістики вантажних перевезень, зокрема, рефрижераторних контейнерів, володіє важливою соціально-економічною наслідковістю та залишається затребуваною навіть в кризових умовах. Зважаючи на нові контексти цифровізації в сучасному глобалізованому суспільстві, перспективи широкого залучення потенціалу технологій блокчейн в досліджуваній сфері набувають особливої ваги, що актуалізує тему статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні впровадження передових багатофункціональних інформаційних систем у сферу перевезень рефрижераторних контейнерів знаходиться на етапі становлення. Водночас, дослідження потенціалу інформаційних технологій в логістичній сфері є одним із доволі «зрілих» векторів досліджень інформаційно-комунікаційних інновацій. Науковцями Е. Іраннежад [1], М. Пескера [2], І. Орджі та ін. [3] було розглянуто специфіку застосування технологій блокчейн у ланцюгах поставок та у транспортно-логістичному обслуговуванні, водночас, питання інтеграції блокчейн в перевезеннях рефрижераторних контейнерів залишилось відкритим. М. Іслам та ін. [4] аналізували ключові сфери використання інформаційних технологій у контейнерній логістиці: моніторинг вантажів, управління маршрутами та транспортними засобами, технології безпеки, мобільні рішення, аналітика та інтелектуальна автоматизація. На продовження, Л. Кох та ін. [5] запропонували оптимізувати систему відстеження вантажів за допомогою GPS/RFID-технологій, що забезпечують повну прозорість логістичного ланцюга, дозволяючи відстежувати місцезнаходження контейнерів та параметри їхнього стану в режимі реального часу.

Авторами Б. Керничний [6], О. Кудирко [7] особливу увагу приділили системам управління складом (WMS), котрі наділені функціоналом автоматизації процесів прийняття, зберігання та відвантаження контейнерів, оптимізуючи ресурсо-використання. Серед систем інтелектуальної автоматизації наукові пошуки вчених А. Літошенко [8], Х. Танг та ін. [9] виокремили потенціал великих даних (Big Data) та аналітичних систем, які акумулюють та аналізують величезні обсяги даних, з метою ідентифікації ключових тенденцій, загальної оптимізації процесів та достовірного прогнозування попиту. На продовження, П. Хело, Ю. Хао [10] актуалізували машинне навчання та штучний інтелект (AI) у досліджуваному контексті, як ефек-

тивний засіб для прогнозування затримок, оптимізації завантаження контейнерів та загального покращення управління перевезеннями.

Досліджуючи блокчейн як ефективну технологію безпеки та простежуваності, В. Моркунас та ін. [11], Л. Г'юз та ін. [12] переконують у їх здатності забезпечити високий рівень прозорості та незмінності даних у ланцюгу постачання, що вбачається особливо значущим для відстеження руху контейнерів та попередження ризиків шахрайства.

Сектор логістики перевезень рефрижераторних контейнерів потенційно володіє великою потребою у використанні цифрових інновацій, адже його функціонування охоплює різні регіони та організації, а ефективне управління інформаційними потоками відіграє детермінуючу роль для результативності роботи. Заповнення прогалин в науковому дискурсі, що пов'язані з критичними чинниками інтеграції технології блокчейн у сферу логістики вантажних перевезень дозволить створити ефективні стратегії підвищення конкурентоспроможності компаній. Зазначене потребує всебічного висвітлення ключових чинників впливу на процес інформаційного апгрейду галузі, як організаційно-технологічного, так і зовнішньоекономічного секторів логістики.

Постановка завдання. Метою дослідження є розширений аналіз потенціалу використання інформаційних систем у перевезеннях рефрижераторних контейнерів. Особлива увага приділена можливостям впровадження блокчейн, виокремленню основних переваг та супутніх ризиків.

Виклад основного матеріалу. Залучення інформаційно-комунікаційних систем до процесу перевезення рефрижераторних контейнерів передбачає автоматизацію систем логістики та управління з метою вдосконалення процесу транспортування, моніторингу умов перевезення, підвищення безпеки, інтеграції дистанційних систем контролю температури. Основні аспекти автоматизації передбачають автоматизацію процесів на терміналах, впровадження інтегрованих систем та алгоритмів відстеження [13].

Автоматизація дозволяє оптимізувати логістику та зменшити час доставки, знизити експлуатаційні витрати, точно контролювати стан вантажів, запобігати пошкодженням та мінімізувати ризики втрати вантажу, швидше реагувати на зміни ринку перевезень та, як наслідок, покращувати якість послуг. Основні сучасні напрямки застосування інформаційних технологій у логістиці вантажних перевезень узагальнено у таблиці 1.

Вектори застосування інформаційних технологій у логістиці вантажних перевезень

Напрямок інтеграції	Приклад інформаційної технології	Особливості впливу на процес логістики
Відстеження вантажів та моніторинг	GPS/RFID-технології	Дозволяють у режимі реального часу відстежувати місцезнаходження контейнерів та їхній стан (температуру, вологість), забезпечуючи повну прозорість логістичного ланцюга.
	Системи управління складом (WMS)	Автоматизують процеси прийняття, зберігання та відвантаження контейнерів на складах, оптимізуючи використання площі та робочої сили.
Управління транспортними засобами та маршрутами	TMS-системи	Допомагають планувати найоптимальніші маршрути доставки, управляти автопарком, оптимізувати витрати на паливе та підвищувати ефективність перевезень.
Інтелектуальна автоматизація та аналітика	Великі дані (Big Data) та аналітичні системи	Збирають та аналізують величезні обсяги даних для виявлення тенденцій, оптимізації процесів та прогнозування попиту.
	Штучний інтелект (AI) та машинне навчання	Використовуються для прогнозування затримок, оптимізації завантаження контейнерів та покращення прийняття рішень у реальному часі.
Технології безпеки та простежуваності	Блокчейн	Забезпечує високий рівень безпеки, прозорості та незмінності даних у ланцюгу постачання, що особливо важливо для відстеження руху контейнерів та запобігання шахрайству.
Мобільні рішення	Мобільні додатки та системи обслуговування	Надають доступ до інформації та функцій управління з будь-якої точки світу, що покращує комунікацію та швидкість реагування на зміни.

Джерело: розробка автора

Блокчейн можна розглядати як спільну цифрову книгу, котра підтримується групою вузлів та дає змогу формувати криптографічні алгоритми для гарантії стандартизованого аудиту, безпеки та цілісності даних. Блокчейн у контейнерній логістиці сприяє підвищенню прозорості системи відстеження вантажів, транзакцій та документообігу через створення незмінних, розподілених цифрових реєстрів [14]. Основними аспектами використання блокчейн вбачаються:

- децентралізація реєстру шляхом створення диференційованої бази даних, котра акумулює інформацію про всі етапи перевезення вантажу;

- прозорість: усі стейкхолдери мають доступ до однієї версії історії вантажу;

- незмінність даних: зміна статусу вантажу чи транзакція фіксується у новому «блоці», котрий криптографічно пов'язаний з попереднім блоком, що надає запису незмінності та захищеності від підроблення;

- формат смарт-контрактів: автоматичне виконання дій, що оптимізує фінансові процеси.

Загалом, феномен смарт-контракту являє собою протокол, що контролює цифрові активи та визначає права та обов'язки учасників, мінімізуючи вплив третіх сторін та супутні ризики. Також, технологія блокчейн підтримує процедуру

незмінності інформації у процесі ланцюга поставок та керують фінансовим потоком.

Процес перевірки в блокчейн може реалізуватись або через дозволений доступ авторизованих користувачів у приватних блокчейн-платформах (наприклад, Hyperledge чи Ethereum), або реалізованим неавторизованими користувачами у загальнодоступних платформах [7]. Публічні блокчейн-платформи допомагають компаніям заощаджувати ресурси, тоді як приватні дозволяють виключити традиційних посередників (зокрема, банки) під час ділових операцій, гарантуючи більшу конфіденційність транзакцій.

Блокчейн інтенсифікує передачу інформаційних потоків між стейкхолдерами, зменшуючи логістичні витрати, скорочуючи час доставки, покращуючи управління запасами. Вирішення бізнес-проблем, включаючи сферу фінансових операцій, за допомогою таких властивостей блокчейн, як надійність та цілісність даних, децентралізація та прозорість, забезпечується постійними записами транзакцій, що групуються в окремі блоки і не можуть бути підроблені [10]. Також, блокчейн позитивно впливає на досягнення цілей управління ланцюгом поставок: якість, вартість, швидкість, стійкість, надійність, гнучкість.

Технологія дозволяє вантажним логістичним компаніям відстежувати матеріальні потоки в режимі реального часу, оптимізуючи процес транспортування та підвищуючи точність управління ризиками. Особливою перспективною значущістю в даному контексті наділене поєднання Інтернету речей (IoT) та блокчейну, адже датчики IoT акумулюють дані, що можна легко відстежувати через певні проміжки часу [3].

Рішення щодо інтеграції технологічних інновацій у логістичні системи ґрунтується наділене організаційним, технологічним та зовнішнім інституційним контекстом. TOI (Total Outstanding Information) блокчейн розглядається як концепція використання технології блокчейн для забезпечення єдиного, прозорого та незмінного запису всієї інформації, що стосується логістичних процесів у ланцюжку поставок та дає змогу відстежувати товари, оптимізувати транспортні процеси, автоматизувати фінансові операції, підвищувати безпеку та довіру між усіма учасниками ланцюга поставок [14]. Основні чинники, які визначають ефективність процесу впровадження та використання інформаційних систем у перевезеннях рефрижераторних контейнерів, приведені на рис. 1.

Технологічні	Організаційні	Інституційні
<ul style="list-style-type: none"> Інфраструктурне забезпечення Складність інтеграції Легкість випробування та моніторингу Сумісність Безпека та конфіденційність 	<ul style="list-style-type: none"> Наявність навчальної бази Підтримка вищого керівництва Розмір компанії Потенціал людських ресурсів Інвестиційний клімат Організаційна культура 	<ul style="list-style-type: none"> Державна підтримка Конкурентний тиск Інституційна довіра Динаміка ринку <ul style="list-style-type: none"> Тиск стейкхолдерів

Рис. 1. Основні чинники ефективності інтеграції інформаційних систем та блокчейн у сферу перевезень рефрижераторних контейнерів

Джерело: узагальнено автором

Аналізуючи рис. 1, варто відзначити, що сприятливими передумовами для інтеграції інформаційних систем та, зокрема, блокчейн у перевезеннях рефрижераторних контейнерів позиціонуються: наявність інфраструктурного забезпечення (мережі транспортних маршрутів, центри доставки, об'єкти завантаження/розвантаження, програмні аспекти з управління та контролю руху тощо), легкість випробування та моніторингу, сумісність (інтегрованість технологій блокчейн до відповідних логістичних платформ).

Серед організаційних передумов варто відзначити ресурсне наповнення галузі логістики, що включає наявність фахових навчальних закладів та програм кваліфікації для працівників, з метою адаптацію технологій блокчейну у сферу вантажних перевезень. Також, важливою є підтримка вищого керівництва щодо забезпечення напрямків та ресурсів як під час, так і після інтеграції блокчейну в логістичні процеси.

Впливовим чинником на ефективність також є розмір компанії, кількість співробітників та обсяг виробництва, адже великі бізнес-формації володіють ширшим доступом до ресурсів, необхідних для вдосконалення бізнес-стратегії з метою підвищення конкурентоспроможності. Натомість невеликі компанії, зазвичай, неохоче інтегрують інноваційні рішення у бізнес-операціях та вагаються щодо організації навчання працівників через передбачувані ризики.

Ще одним чинником ефективності інтеграції інформаційних систем у систему вантажних перевезень є організаційна культура, яка передбачає: усталені моделі поведінки та практики, а також потенціал людських ресурсів, що впливають на характер реагування на зовнішній тиск і прийняття стратегічних бізнес-рішень. Окрім того, значний вплив у цьому контексті належить прогнозованій вартості інвестицій, яка передбачає наявність фінансування під час розробки та впровадження блокчейн-інструментів.

Інституційний контекст використання інформаційних систем у перевезеннях рефрижераторних контейнерів передбачає фактори, які асимілюють різні сфери діяльності бізнесу, зокрема, інституційну довіру та державну політику, конкурентний тиск, вплив стейкхолдерів, турбулентність ринку. Конкурентний тиск, пов'язаний із зовнішнім середовищем галузі логістики в епоху глобалізації торгівлі, інвестицій та аутсорсингу спонукає бізнес до пошуку шляхів формування додаткових конкурентних переваг.

Тиск стейкхолдерів, до того ж деталізує високі та постійні вимоги учасників процесу або інвесторів. Водночас урядова підтримка передбачає спроможність відповідних державних установ надавати практичну допомогу для заохочення впровадження цифрових інновацій у сферу логістики.

Інституційна довіра позиціонується ще одним критичним чинником у досліджуваному контексті, який детермінує прийнятність технологій зовнішнім середовищем галузі логістики вантажних перевезень. Рівень довіри репрезентує впевненість клієнтів у прозорості, надійності та безпеці

діяльності компанії, що сприяє прийняттю інформаційних систем, зокрема, блокчейн, у щоденну практику.

Логістичним компаніям, що спеціалізуються на вантажних перевезеннях, у тому числі, рефрижераторних контейнерів, складно спрогнозувати динаміку ринкових тенденцій, що визначається гострою конкуренцією та стрімким техніко-технологічним прогресом. Ринкова турбулентність, яка зумовлює нестабільність та невизначеність логістичних послуг, може чинити суттєвий негативний вплив на інтеграцію цифрових інновацій, у тому числі, блокчейн.

Загалом, необхідно відзначити, що блокчейн став знахідкою для сучасної логістики, яка зазнає постійного ускладнення в кризових умовах глобального розвитку. За допомогою інноваційних можливостей цієї технології можна за мінімальних витрат захистити ланцюжок постачання від людського фактора та корупційних ризиків, виконувати транзакції без залучення третіх сторін, побудувати систему електронного документообігу або проведення тендерів, створити надійну та повністю автономну систему розрахунків

між контрагентами, забезпечити всім учасникам логістичного ланцюжка прозорість операцій та відстеження вантажів.

Висновки. Опираючись на теоретичному підґрунті ТОІ, у межах статті запропоновано новий концептуальний підхід до вдосконалення системи перевезень рефрижераторних контейнерів на основі застосування технологій блокчейн. Підхід передбачає виокремлення ключових чинників впливу на ефективність цифрового апгрейду логістики вантажних перевезень у технологічному, організаційному та інституційному аспектах. Для подальшого розвитку це дозволить краще зрозуміти сутність інтеграції блокчейн, усвідомити критичність впливу окремих факторів в контексті сприяння чи унеможливлення апгрейду, та превентивно вирішити проблеми, пов'язані з його впровадженням на рівні логістичної компанії.

Перспективи майбутніх досліджень вбачаються у розробці практичних кейсів застосування блокчейн в організаційному процесі, для цифровізації логістичних операцій у контексті забезпечення прозорості та підвищення конкурентоспроможності компаній.

Список літератури:

1. Irannezhad E. Is blockchain a solution for logistics and freight transportation problems? *Transportation Research Procedia*. 2020. Vol. 48. Pp. 290–306. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.023>
2. Pesquera M. A. Automation in logistics port and freight transport with blockchain technology. *Transportation Research Procedia*. 2024. Vol. 78. Pp. 394–401. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.02.050>
3. Orji I. J., Kusi-Sarpong S., Huang S., Vazquez-Brust D. Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2020. Vol. 141. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102025>
4. Islam M. A., Hasan M. A. R., Zaman S., Haque S. Revolutionizing Supply Chain, Logistics, Shipping, And Freight Forwarding Operations with Machine Learning And Blockchain. *American Journal of Scholarly Research and Innovation*. 2023. Vol. 2(01). Pp. 79–103. <https://doi.org/10.63125/0jnkvk31>
5. Koh L., Dolgui A., Sarkis J. Blockchain in transport and logistics—paradigms and transitions. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58(7). Pp. 2054–2062. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736428>
6. Керничний Б. Зарубіжний та вітчизняний досвід застосування технології блокчейн в транспортно-логістичному обслуговуванні. *Соціально-економічні проблеми і держава*. 2020. No 2 (23). С. 46–56.
7. Кудирко О. В. Інновації в логістиці: перспективи використання технології блокчейн у ланцюгах поста-вок. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Міжнародні економічні відносини»*. 2017. No 15. С. 158–163.
8. Літошенко А. В. Технологія blockchain: переваги та неочевидні можливості використання у різних галузях. *Економіка та держава*. 2017. No 8. С. 77–78.
9. Tang H., Shi Y., Dong P. Public blockchain evaluation using entropy and TOPSIS. *Expert Systems with Applications*. 2019. Vol. 117. P. 204–210.
10. Helo P., Hao Y. Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation. *Computers & Industrial Engineering*. 2019. Vol. 136. P. 242–251.
11. Morkunas V. J., Paschen J., Boon E. How blockchain technologies impact your business model. *Business Horizons*. 2019. Vol. 62, no. 3. P. 295–306.
12. Hughes L., Dwivedi Y. K., Misra S. K. Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. *International Journal of Information Management*. 2019. Vol. 49. P. 114–129.

13. Dobrovnik M., Herold D., Fürst E. Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start. *Logistics*. 2018. Vol. 2, no. 3. P. 18.

14. Колінець Л. Б., Гомотюк А. О. Цифрове залучення капіталу: можливості, виклики та глобальні тенденції. *Серія: Економіка*. 2023. № 26. С. 5–13. <https://doi.org/10.34079/2226-2822-2023-13-26-5-13>

Volokhov O.O. USE OF INFORMATION SYSTEMS IN REFRIGERATED CONTAINER TRANSPORTATION: FROM RFID TO BLOCKCHAIN

In today's conditions of increasing global economic interdependence, the efficiency and transparency of international logistics operations, especially in the field of transportation of perishable goods, are becoming critically important. Trends in global digitalization of all spheres of social life lead to the formation of new models of relationships within the supply chain network. Integration of information and communication systems in the transportation of refrigerated containers allows automating management and logistics systems in order to optimize the transportation process and track transportation conditions, assimilation with temperature control systems, and guarantee their safety. The purpose of the study is an expanded analysis of the potential of using information systems in the transportation of refrigerated containers. The article considers the key advantages of transportation automation, in particular; increasing efficiency, reducing costs, optimizing the security environment, and creating competitive advantages. The key areas of use of information systems in container logistics are summarized. The possibilities of blockchain technology in the transportation of refrigerated containers are analyzed in the context of increasing transparency, security, and efficiency of the process, tracking material flows in real time, minimizing the risks of errors and unfair actions, improving the document management system using smart contracts, and optimizing risk management. The TOI model (technological, organizational, institutional impact) was adapted as a methodological basis. The study highlights the factors influencing the implementation of blockchain technologies in technological, organizational and institutional aspects. The impact of the institutional environment of the firm (TOI) on the successful implementation of blockchain technologies in the field of refrigerated container transportation is noted. It is proven that the considered information structures are positioned as a promising basis for deeper research into the critical factors of blockchain technology integration in the field of freight logistics.

Key words: logistics, refrigerated container transportation, information systems, blockchain, supply chain, TOI factors.

Дата надходження статті: 06.11.2025

Дата прийняття статті: 25.11.2025

Опубліковано: 30.12.2025