

КАПИТЕЛ 2 / CHAPTER 2<sup>2</sup>

## DIGITALIZATION OF CONTAINER SHIPPING: BLOCKCHAIN AS A TOOL FOR TRANSFORMING SHIPPING COMPANIES' OPERATIONS

DOI: 10.30890/2709-2313.2024-35-00-025

## Вступ

Головною особливістю сучасного світового ринку транспортних послуг є стрімкий розвиток інформаційних, телекомунікаційних та комп'ютерних технологій. Цифровізація та впровадження інтелектуальних рішень активно впливають на всі види транспорту. Створення глобального ринку транспортних послуг базується на нових управлінських системах, які об'єднуються у спільний логістичний інформаційний простір [2]. У останні роки міжнародні компанії, що працюють у морській галузі, все більше зацікавлені в створенні автономних суден – як надводних, так і підводних. Крім того, вони активно працюють над тим, щоб зробити водні магістралі «розумнішими». Це допомагає вдосконалити ланцюги постачання та підвищити якість транспортних послуг. Збільшення інтеграції різних видів транспорту в рамках єдиного оператора змішаних перевезень і розвиток аутсорсингу типу 4PL і 5PL вимагають створення ефективних та швидких систем для обміну інформацією в сучасних логістичних мережах.

Транспортно-розподільча система в умовах цифровізації функціонує як складна макрологістична структура, що об'єднує підприємства водного транспорту, судновласників, а також залізничні, автомобільні та авіаційні компанії в єдиний інформаційний простір.

Логістика морських перевезень охоплює широкий спектр діяльності та процесів, спрямованих на впорядковане перевезення вантажів морем. Рівень нових моделей взаємодії передбачає автономні судна, цифрові водні шляхи та розумні порти, включені в сучасні мультимодальні транспортні системи. У світі найсучасніших інформаційних технологій і високої штучності інтегрована

<sup>2</sup>Authors: Yaroviy Viktor Ihorovich

Number of characters: 58896

Author's sheets: 1,47



логістика може бути реалізована лише в рамках найтіснішої взаємодії підприємств різних галузей: промисловості, торгівлі, сільського господарства, транснаціональних корпорацій. Це також стосується сфер транспорту та систем розподілу як на регіональних, так і на державних ринках для ринків побутових послуг.

Основою інтегрованої логістики є ефективна організація мультимодальних перевезень для доставлення вантажів «від дверей до дверей». Цілісність транспортної мережі на місцевому рівні досягається завдяки впровадженню ефективної системи управління всіма процесами транспортування.

Цифровізація контейнерних перевезень сьогодні є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності та прозорості в судноплавній галузі. Сучасні технології відкривають нові можливості для автоматизації процесів, зменшення витрат і підвищення рівня безпеки.

Одна з таких інновацій – це блокчейн, який став потужним інструментом для трансформації діяльності судноплавних компаній. Завдяки своїм характеристикам, таким як децентралізоване зберігання даних, неможливість їх підробки та підвищена прозорість, блокчейн дозволяє значно полегшити управління контейнерними перевезеннями, скоротити ризики й прискорити процеси. Нижче розглянемо, як блокчейн може змінити підхід до контейнерних перевезень і допомогти судноплавним компаніям адаптуватися до нових викликів цифрової епохи.

## **2.1. Теоретичні засади цифровізації контейнерних перевезень**

Постановка проблеми полягає в тому, що цифровізація контейнерних перевезень стикається з численними викликами, які заважають її ефективному впровадженню. Цифровізація контейнерних перевезень стала однією з найактуальніших тем у світі. Численні великі логістичні компанії розробляють свої ІТ-системи, орієнтуючись на суттєві зміни в галузі, а багато інвесторів підтримують цю тенденцію, вкладаючи мільйони доларів венчурного капіталу [7,



с. 220]. Попри важливість цифрових технологій для оптимізації логістичних процесів, багато портів та судноплавних компаній все ще використовують застарілі схеми обслуговування. Це призводить до зниження продуктивності, збільшення витрат і затримок у перевезеннях.

Крім того, недоліки, притаманні нормативній базі, яка регулює консолідацію документів та обмін інформацією, створюють додаткові перешкоди для впровадження нових технологій. Відсутність координації між зацікавленими сторонами, залученими до процесу логістики, перешкоджає реалізації інформаційних рішень, що, як наслідок, знижує конкурентоспроможність портів і судноплавних компаній на світовому ринку.

Отже, ретельне вивчення питань, пов'язаних із цифровізацією контейнерних перевезень, є обов'язковим разом із формулюванням практичних рекомендацій щодо розв'язання цих проблем. Такі зусилля сприятимуть оптимізації діяльності судноплавних компаній і забезпечать їх готовність до мінливих вимог світового ринку.

Детальний аналіз нових досліджень і журналів на арені оцифрування контейнерної логістики підкреслює зростальну важливість цього питання у сферах всесвітньої інтеграції та технологічного прогресу». Поточні проекти підкреслюють розгортання передових технологій, включаючи штучний інтелект, блокчейн та Інтернет речей, що змінює звичайні моделі логістичних операцій [1–23].

У наукових публікаціях значну увагу приділяють тому, як цифровізація впливає на ефективність вантажних операцій. Зокрема, дослідження демонструють, що автоматизовані системи управління вантажопотоками дозволяють скоротити час обробки вантажів і підвищити точність переданої інформації. Окремо наголошується на необхідності інтеграції різних платформ, щоб забезпечити безперервний обмін даними між усіма учасниками процесу [4].

Крім того, публікації останніх років підкреслюють виклики, пов'язані з цифровізацією, зокрема питання безпеки даних, адаптації нормативних актів і підготовки кадрів. Дослідники наголошують на необхідності розвитку



навчальних програм, які б враховували нові технології та підходи в логістиці, яка постійно еволюціонує, впливаючи на зміни в бізнес-моделях [15].

Фахівці виділяють три покоління цифрової трансформації в морських портах: перехід до бездокументних, автоматизованих і смарт-процедур. Вони також проаналізували сучасний стан цифрової трансформації в портах, підкреслюючи можливості та бар'єри [15].

Дослідники вивчали, як сучасні інформаційні технології впливають на ефективність роботи підприємств. Для цього вони зібрали дані про компанії однієї галузі та провели аналіз різних бізнес-процесів. Результати показали, що компанії, які впроваджують інформаційні технології, можуть запропонувати більш персоналізовані продукти. Інвестиції в ці технології сприяють підвищенню ефективності виробничих циклів, а використання капітального обладнання на їх основі вимагає найвищого рівня кваліфікації персоналу. Це, своєю чергою, спонукає компанії змінювати політику управління людськими ресурсами, щоб підтримувати та розвивати необхідні навички [12].

У наукових дослідженнях акцентується важливість цифрових трансформацій у морських портах, а також аналізуються різноманітні технології й інструменти для їх реалізації [4, с. 248]. У роботах досліджуються підходи до цифровізації портів, такі як роботизація та штучний інтелект, з детальним аналізом технологічних аспектів цих процесів. Крім того, розробляються надійні методики оцінки ефективності технологій і вивчається їхній вплив на результати операційної діяльності портів [4, с. 248]. Особлива увага приділяється перспективам впровадження блокчейну у процес оброблення суден у морських портах [4, с. 248].

Дослідники звертають увагу на важливості використання цифрових технологій у морському транспорті, оскільки це сприяє підвищенню ефективності, покращенню безпеки та забезпеченню екологічної стійкості галузі. Завдяки таким технологіям можна оптимізувати логістичні процеси, зменшити витрати, мінімізувати ризики та запровадити більш екологічно чисті рішення. Крім того, вони дозволяють ефективніше управляти ресурсами та забезпечувати



їх постійний моніторинг, що є основою сталого розвитку транспорту.

У контексті цифровізації підприємствам морського транспорту необхідно подбати про комплексний захист своєї діяльності. Це включає контроль доступу до даних, їхнє шифрування, а також постійний моніторинг можливих загроз. Такі заходи забезпечать надійний захист інформаційних систем і активів, зменшивши ризики, пов'язані з кібератаками та іншими загрозами [2, с. 40].

Метою дослідження є аналіз теоретичних основ цифровізації контейнерних перевезень та виявлення ключових технологій, які можуть суттєво покращити ефективність логістичних процесів у цій сфері. Досліджено вплив цифровізації на операційні та стратегічні аспекти управління контейнерними перевезеннями, а також розглянути практичні аспекти впровадження інновацій у судноплавних компаніях.

Крім того, мета дослідження полягає у вивченні потенціалу застосування технології блокчейн у діяльності судноплавних компаній та розробці практичних рекомендацій щодо її впровадження. В рамках дослідження передбачається проаналізувати ключові переваги блокчейну, такі як децентралізація, прозорість, безпека даних та автоматизація процесів для підвищення ефективності роботи судноплавних компаній.

Дослідження має на меті визначити основні виклики, з якими стикаються учасники ринку під час переходу до цифрових технологій і запропонувати рекомендації для подолання цих перешкод. Важливим аспектом дослідження є оцінка можливостей, які відкриває цифровізація для підвищення конкурентоспроможності судноплавних компаній та зміцнення глобальних ланцюгів постачання.

Штучний інтелект істотно прискорює процес вибору учасників транспортування та перевалки вантажів, спрощує укладення договорів, оптимізує планування та резервування транспортних засобів і маршрутів, а також забезпечує безперервний контроль виконання перевезень. Він також аналізує економічні показники вибору транспортних схем та видів транспорту, сприяючи комплексній оцінці ризиків.



Недовантаження портів має кілька причин, серед яких можна виділити фінансові, правові та технічні фактори. Однією з основних проблем є недостатня інфраструктура портів, нерегулярність рейсів та складнощі з оформленням вантажів. Це все негативно позначається на ефективності роботи портів. Крім того, недостатні інвестиції в модернізацію призводять до зниження конкурентоспроможності на міжнародному ринку. Часто виникають додаткові бар'єри через непередбачувані зміни в законодавстві та митних правилах.

Ще одна важлива причина – це проблема координації між усіма учасниками процесу. Коли перевізники, порти та митні органи не працюють злагоджено, виникають затримки, що збільшує час доставлення й негативно впливає на загальну ефективність. Відсутність єдиної платформи для обміну інформацією ускладнює планування й управління вантажопотоками, що також може призводити до того, що вантажі не завантажуються вчасно або в достатніх обсягах.

Якщо зібрати все це разом, то виходить, що для покращення ситуації потрібно впроваджувати сучасні технології, зокрема автоматизацію та штучний інтелект. Це дозволить значно оптимізувати роботу портів і зробити планування більш точним. Інтеграція нових технологій дасть можливість стежити за ситуацією в реальному часі, швидко реагуючи на зміни в попиті або наявності ресурсів.

Іншою проблемою є застарілі схеми обслуговування клієнтів, які важко адаптувати до нових вимог. Це все ще ускладнюється не зовсім досконалою нормативною базою, що регулює документообіг і обмін інформацією. Багато портів не готові до нових умов конкуренції, що заважає їм бути ефективними.

Але сучасний розвиток інновацій змушує порти змінювати підхід. Традиційні послуги, такі як приймання, зберігання або розвантаження вантажів, вже не відповідають вимогам ринку, тому порти повинні переходити до інтелектуалізації своїх логістичних сервісів.

Це означає, що потрібно використовувати новітні технології для оптимізації операцій, збільшення швидкості обробки вантажів і поліпшення взаємодії з



клієнтами. Наприклад, електронні платформи для обміну даними та автоматизації процесів можуть зробити обслуговування прозорішим і ефективнішим.

Управління транспортом в умовах цифровізації має враховувати глобальні тенденції. Наприклад, у 2023 році судноплавна галузь значно прискорила цифровізацію всіх етапів вантажних операцій. Інтелектуалізація портів передбачає впровадження різних сучасних технологій, таких як штучний інтелект, хмарні сервіси та блокчейн. Це допомагає всім учасникам перевезень – операторам, портам, судновласникам і замовникам – покращити ефективність своєї роботи. Сьогодні у більшості розвинених країн уже є гнучкі онлайн-платформи для логістичного обслуговування.

Цифрові платформи вже активно змінюють морську галузь, і багато великих компаній використовують їх для покращення своєї роботи.

1. Maersk (Данія), Mediterranean Shipping Company (Швейцарія), CMA CGM Group (Франція) та Zim (Ізраїль) застосовують платформу «Trade Lens», яка об'єднує усіх учасників ланцюга постачання – від вантажовласників до митниць і логістичних компаній. Завдяки цій платформі можна швидко забронювати фрахт, відстежувати вантаж в реальному часі й значно знизити витрати на документообіг, що допомагає працювати швидше та ефективніше.

2. China Merchant Port Group (Китай), разом з партнерами з «Alibaba Group» та «Ant Financial Group», працюють над впровадженням технологій для «розумних портів» на основі блокчейн. Це дозволяє зробити операції більш прозорими й безконтактними, а портову інфраструктуру можна контролювати дистанційно.

3. CMA CGM Group (Франція) також використовує платформу «Freightos» для організації міжнародних вантажоперевезень. Це дозволяє отримати доступ до актуальних тарифів, маршрутів і розкладів рейсів, а також забронювати фрахт без посередників за фіксованою ціною. Усе це робить процес перевезень простішим і доступнішим для різних відправників, як великих, так і малих.

4. Harpag-Lloyd (Німеччина) пропонує сервіс «Quick Quotes», щоб швидко



розрахувати вартість перевезення і забронювати фрахт онлайн. Також є можливість відстежувати вантажі та перевіряти розклад відправлень за допомогою мобільного додатку, що робить процес ще зручнішим.

5. Kuhne+Nagel (Швейцарія) має сервіс «KN Pledge», де можна забронювати перевезення з гарантією повернення коштів у разі затримки. Вони також надають додаткову страховку для вантажів, що дає додаткову впевненість.

6. Dubai Port World (OAE) та термінал TIS в порту Південний (Україна) використовують платформу «SeaRates», яка збирає тарифи від різних перевізників. Це дає змогу порівнювати ціни, вибирати найкращі пропозиції й відстежувати вантажі в реальному часі.

Експерти прогнозують, що завдяки цифровим платформам на 40% можна зменшити час транзиту. А ще це дозволить знизити витрати на транспортування вантажів приблизно на 15%. Впровадження таких рішень зробить перевезення швидшими й більш ефективними, що стане великим кроком вперед для всієї галузі.

Впроваджені системи управління трафіком вже функціонують у провідних портах світу. Удосконалення логістичних операцій здійснюється завдяки швидкому збору та обробці даних з суден, портів, причалів і складів, а також оптимальному управлінню розкладом роботи порту. Актуальна інформація надається диспетчерам, капітанам порту та учасникам логістичного ланцюга, що дозволяє формувати чітке уявлення про виконання технологічних операцій, а також виявляти слабкі місця й малоефективні процеси.

Розумні порти інтегрують інформаційні системи суден та інших національних і міжнародних портів, створюючи умови для надання послуг за принципом «єдиного вікна» та підвищуючи ефективність управління морськими й змішаними перевезеннями. Вигідні результати досягаються завдяки інтеграції навігаційних систем, берегових мереж, інформаційно-телекомунікаційних систем суден, а також мереж надводних і підводних датчиків у єдину платформу.

Інтелектуалізація морського транспорту дає багато переваг. Це дозволяє ефективніше прокладати маршрути, зменшуючи витрати на енергію. Крім того,



завдяки новітнім технологіям, можна точніше прогнозувати маршрути та враховувати всі умови перевезень. Співпраця між різними видами транспорту стає зручнішою і надійнішою завдяки постійному зв'язку з морськими станціями та береговими центрами. А завдяки інтелектуальним датчикам, деякі процеси перевезень можуть управлятися дистанційно або навіть самостійно.

Сучасний ринок логістики активно розвивається: нові компанії з'являються, а вже наявні учасники починають впроваджувати нові послуги, що дозволяє значно автоматизувати багато процесів. Такі компанії, як Freightos, Flexport, UShip та інші, активно займаються контейнерними перевезеннями, пропонуючи клієнтам оптимізовані продажі, зручність для вантажовідправників і можливість для перевізників збільшувати ціни на свої послуги.

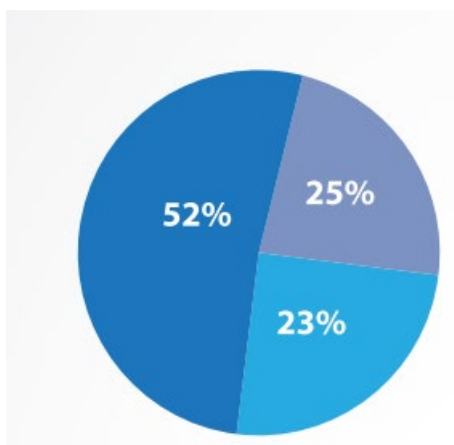
Хоча наразі ці компанії не генерують великих обсягів прибутку, інвестори продовжують вкладати в їх розвиток великі суми — десятки мільйонів доларів. Це підвищує шанси на те, що одна з цих стартапів згодом стане важливим гравцем на ринку.

Згідно з дослідженнями консалтингової компанії Simon-Kucher, експерти відзначають, що хоча зміни в поведінці учасників логістичного ринку можуть вказувати на швидкий перехід в онлайн-простір, ситуація виявляється не такою однозначною, як здається на перший погляд [15].

Судноплавні компанії світу усвідомили нагальну необхідність інвестувати в власні платформи або співпрацювати зі стартапами (23% до 2018 р. та 25% до 2020 р.). Але частина ринку все ще не готова до цифрових змін і ще негативно сприймає технологічні нововведення як загрозу вторгнення сторонніх осіб і процесів у власний бізнес (52%) (рисунок 1).

Серед найближчих цифрових змін, які очевидні учасникам ринку та про які постійно йдуть згадки на майданчиках профільних заходів, виділяються основні:

Автоматичний збір даних про місце вантажу та характеристики навколишнього середовища для специфічних вантажів. Це забезпечує точний моніторинг стану вантажу, його температури, вологості та інших параметрів, що важливі для збереження товарів під час транспортування.



**Рисунок 1 – Планування впровадження цифровізації у контейнерні перевезення**

*Джерело: розроблено автором з використанням [15]*

Автоматичний аналізатор даних про завантаження і термін звільнення транспорту за маршрутом. Цей інструмент дозволяє оптимізувати логістичні процеси, передбачаючи затримки та підбираючи найкращі рішення для своєчасного виконання перевезень.

Платформа для аналізу оптимальних ставок на перевезення, включаючи мультимодальні варіанти. Вона допомагає компаніям порівнювати тарифи різних перевізників, враховуючи різні види транспорту, що забезпечує ефективність витрат та швидкість доставлення.

Блокчейн-системи для підвищення прозорості діяльності всіх учасників процесу перевезення.

Ці технології забезпечують незмінність та доступність інформації про перевезення, що знижує ризики шахрайства і сприяє довірі між партнерами в ланцюгу постачання.

На сьогодні перехід до автоматизованого обліку вантажних потоків можливий лише для найбільших гравців, завдяки їх фінансовим можливостям та інвестиційним амбіціям. Натомість дрібні компанії поки не можуть вкладати кошти в розвиток технологій і очікують на загальне рішення для ринку – платформу, доступну для всіх учасників.

Також важливим чинником є розмір компанії: деякі невеликі підприємства



цілком справляються з роботою в ручному режимі та не бачать сенсу витратити кошти на впровадження ІТ-систем.

Інвестиції в ІТ-рішення стають критично важливими для компаній, які прагнуть стати лідерами на ринку в епоху цифровізації. Створення якісного продукту або комплексного портфеля послуг вимагає чіткого розуміння пропозиції, яка має бути зрозумілою й адаптованою до потреб клієнтів.

Керівництво також стикається зі складним завданням реорганізації внутрішньої діяльності відповідно до правил цифрового світу. Це передбачає не лише вибір відповідної ІТ-структури, а й перекваліфікацію фахівців, які повинні чітко усвідомлювати, як змінюється їхня роль і функціонал.

Крім того, інформування та взаємодія з клієнтами також потребують змін: клієнти повинні ясно розуміти вигоди від переходу до нового формату. Поступовий перехід до нових технологій є вигіднішим для компаній, оскільки він дозволяє уникнути ризиків, пов'язаних з різкими змінами, які можуть негативно вплинути на лояльність наявних клієнтів.

Цифровізація є складним процесом, що вимагає переосмислення традиційних підходів у роботі логістичних компаній. Вона порушує уклад, що склався в різних галузях народного господарства і дозволяє більш гнучким підприємствам впроваджувати нові технології та освоювати нові інноваційні ринкові ніші [8, с. 46].

Сьогодні вже можна побачити, як інформаційні системи активно автоматизують роботу логістичних компаній. Особливо це стосується складської діяльності, де великі гравці створюють свої ІТ-рішення для більш ефективного управління.

ІТ-розробники відзначають кілька важливих тенденцій у логістиці.

По-перше, це роботизація, яка дозволяє впроваджувати автоматизовані системи для виконання рутинних задач. Це підвищує ефективність роботи й зменшує кількість помилок.

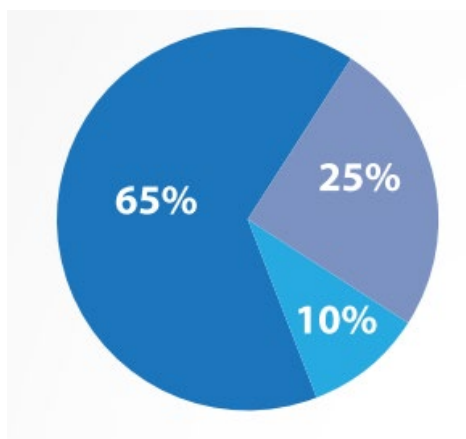
По-друге, автоматизація складської логістики допомагає значно прискорити обробку замовлень, що робить процеси більш швидкими та ефективними. І,



звичайно ж, це фізичний інтернет і інтернет речей – технології, які створюють мережу з'єднаних пристроїв, що обмінюються даними й дозволяють стежити за вантажами в реальному часі.

Ці тренди відкривають нові можливості для покращення продуктивності та гнучкості в логістичних процесах. Експерти вважають, що ринок логістики буде ставати більш консолідованим, і тільки кілька великих гравців з хорошими технологіями зможуть успішно працювати в цифровому майбутньому.

Що стосується блокчейн-платформ, то вони зараз на слуху, але не всі експерти впевнені в їхній ефективності в логістиці. Приблизно 25% розробників сумніваються в їхній здатності впоратися з цими задачами, а 10% вважають, що технологія ще не готова для логістики через нестабільність. Але водночас 65% розробників вже активно тестують блокчейн у своїх проєктах і шукають нові рішення для цієї сфери (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Впровадження блокчейн-системи у контейнерні перевезення**

*Джерело: розроблено автором з використанням [1]*

Цифровізація – це просто впровадження цифрових технологій у всі аспекти бізнесу, щоб зробити процеси більш автоматизованими, зручнішими для клієнтів і ефективнішими для керівництва. Що ж стосується блокчейну, то це та сама технологія, яка дозволяє безпечно передавати інформацію та цифрові активи без потреби у центральному управлінні.

Ось кілька причин, чому блокчейн так популярний:

1. Децентралізація: відсутність єдиного центру керування робить систему



більш надійною та прозорою.

2. Безпека: всі дані зберігаються у чіткій послідовності й захищені криптографією, що унеможлиблює їх підробку.

3. Прозорість: будь-хто може перевірити транзакції, що відбуваються в блокчейні, завдяки відкритості цього процесу.

4. Ефективність: блокчейн дозволяє здійснювати транзакції швидко і з мінімальними комісіями, що особливо корисно для міжнародних переказів.

Іншими словами, блокчейн – це розподілена система, де інформація зберігається в блоках, пов'язаних один з одним. Кожен новий блок має зв'язок з попереднім, що робить весь процес безпечним і стабільним.

## **2.2. Впровадження технології блокчейн у діяльність судноплавних компаній**

Згідно з визначенням ЮНКТАД, блокчейн – це «технологія розподіленого реєстру, яка дозволяє здійснювати однорангові транзакції, які надійно реєструються в кількох місцях одночасно і між кількома організаціями та особами без необхідності в центральному управлінні або посередниках» [17].

Ця технологія привернула значну увагу населення та різних галузей завдяки різкому зростанню цін на біткоїн з 2013 року. Як нова технологія, що забезпечує переваги незмінності, високої прозорості, односторонньої криптографії та високої відстежуваності, блокчейн почали тестувати великі банки та фінансові установи в секторі фінансових послуг приблизно з 2015 року [16].

З часом блокчейн почав застосовуватись не лише у фінансових сферах, а й в інших галузях, таких як електронні медичні картки, управління майном та ланцюг постачання. Морська індустрія, яка є важливою частиною глобальної логістики, також активно вивчає, як ця технологія може допомогти з підвищенням ефективності й зниженням витрат.

Блокчейн дедалі більше використовується в морському транспорті та логістиці, покращуючи ефективність, безпеку та прозорість в цих сферах. Він



стає незамінним інструментом для покращення роботи морських перевезень, допомагаючи знижувати витрати, підвищувати безпеку і робити перевезення більш екологічними.

Експерти вважають, що блокчейн – це технологія, яка не просто обліковує активи, а робить їх миттєво доступними для користувачів, і з часом її можливості розширюватимуться, впливаючи на безліч інших сфер, включаючи морську галузь [3].

Кількість досліджень та публікацій, що зростає, свідчить про реальні переваги цієї технології, а також про її потенціал у майбутньому, попри наявні виклики на шляху до повного впровадження [1 – 22].

Блокчейн має безліч застосувань у морській галузі, завдяки своїй здатності забезпечити прозорість, безпеку та автоматизацію процесів:

#### *1. Торгівельні та транспортні контракти (смарт-контракти):*

Смарт-контракти дозволяють автоматизувати процеси, такі як укладання угод, обробка платежів та виконання умов контрактів між сторонами (наприклад, власниками суден, відправниками вантажу та перевізниками). Це дозволяє уникнути помилок та затримок, пов'язаних із паперовою документацією.

Смарт-контракти в судноплавних компаніях можуть суттєво покращити ефективність та безпеку бізнес-процесів, автоматизуючи різні аспекти операцій.

По-перше, автоматизація укладання договорів на перевезення. Смарт-контракти дозволяють автоматизувати процес укладання та виконання договорів на перевезення вантажів. Коли всі умови контракту (наприклад, вартість, термін доставлення тощо) задоволені, смарт-контракт автоматично активує потрібні дії, такі як переказ коштів, оформлення необхідних документів чи дозволів.

По-друге, управління платежами та розрахунками. Смарт-контракти можуть керувати процесами оплати у судноплавних операціях. Наприклад, вони можуть автоматично ініціювати оплату відправником вантажу після того, як вантаж буде доставлений і перевірений. Такий підхід мінімізує ризики затримок та помилок під час розрахунків та гарантує, що сторони виконають свої зобов'язання.

По-третє, відстеження вантажів. Смарт-контракти можуть бути пов'язані із



системою відстеження вантажів, що дозволяє автоматично підтверджувати виконання умов контракту, наприклад, доставлення вантажу у потрібне місце та у потрібний термін. При цьому кожен запис про переміщення товару може бути захищений у блокчейні, забезпечуючи прозорість та незмінність даних.

По-четверте, врегулювання суперечок та забезпечення гарантії. У разі виникнення спірних ситуацій смарт-контракти можуть використовуватися для автоматичного вирішення конфліктів. Наприклад, якщо вантаж не було доставлено у строк, смарт-контракт може передбачати штрафні санкції або повернення коштів. Це дозволяє уникнути втручання посередників та прискорити процес врегулювання.

По-п'яте, управління орендою суден. Смарт-контракти можуть автоматизувати процес оренди суден. Наприклад, коли умови оренди виконані (судно надано, потрібна кількість часу пройшла, оренда оплачена), смарт-контракт автоматично завершує угоду, фіксує факт оренди та переказуючи кошти між сторонами.

По-шосте, зниження адміністративних витрат. Смарт-контракти можуть значно зменшити адміністративні витрати, пов'язані з опрацюванням документів, підписанням договорів та виконанням формальностей. Це особливо важливо у міжнародній торгівлі, де залучені безліч сторін (судновласники, агенції, порти тощо).

По-сьоме, обробка страхових заявок та виплат. У разі пошкодження або втрати вантажу смарт-контракт може автоматично ініціювати процес страхової виплати. Коли докази збитків (наприклад, від портових інспекцій) фіксуються у блокчейні, смарт-контракт може автоматично активувати виплату страхового відшкодування, що прискорює процес компенсації.

По-восьме, правління робочими годинами та оплатою праці екіпажу. Смарт-контракти можуть бути використані для управління розрахунками з екіпажем судна. Наприклад, коли екіпаж виконує певні обов'язки (навантаження, розвантаження, обслуговування судна), смарт-контракт автоматично виконує розрахунок зарплати та здійснює виплати у встановлений термін.



Переваги використання цифрових рішень у морській галузі:

1. Прискорення процесів. Автоматизація рутинних завдань значно скорочує час виконання операцій (автоматична оплата портових зборів після завершення розвантаження судна).

2. Прозорість та безпека. Смарт-контракти забезпечують прозорість і захищеність умов угоди (реєстрація вантажів і підтвердження їх доставлення за допомогою блокчейну).

3. Зниження витрат. Скорочення потреби у посередниках, таких як юристи чи нотаріуси (пряме укладання договорів фрахтування між судновласником і замовником).

4. Мінімізація ризиків. Автоматичні перевірки умов контракту зменшують кількість помилок і випадків шахрайства (контроль виконання умов доставлення вантажів з автоматичною компенсацією).

5. Незалежність від людського фактора. Смарт-контракти працюють без впливу помилок чи упередженості людини (автоматична перевірка документів на відповідність митним вимогам).

6. Доступність для глобальних угод. Забезпечується можливість укладення контрактів між сторонами з різних країн без посередників (організація міжнародних перевезень вантажів без залучення брокерів).

7. Програмовість. Умови контрактів гнучко налаштовуються й автоматично виконуються при дотриманні всіх правил (договори фрахтування з урахуванням погодних умов чи сезону).

8. Збереження даних. Дані зберігаються у блокчейні, що забезпечує їх незмінність і можливість аудиту (історія рейсів і доставлення вантажів зберігається в блокчейні).

9. Екологічність. Зменшення використання паперових документів завдяки цифровим форматам (електронна реєстрація суден у портах без друкованих форм).

10. Цілодобова робота. Контракти виконуються автоматично, без залежності від робочого графіка чи часових поясів (розрахунок вартості фрахту та оплата в



будь-який час доби).

## *II. Відстеження ланцюжка постачання (supply chain tracking):*

Відстеження ланцюжка постачання (supply chain tracking) з використанням блокчейн-технологій є процес моніторингу та запису кожного етапу руху товару від виробника до кінцевого споживача. Блокчейн у цьому контексті надає прозорість, безпеку та незмінність даних, що значно покращує управління постачаннями та знижує ризики, пов'язані із втратою чи пошкодженням товарів, шахрайством та затримками.

Технологія блокчейн дозволяє створити децентралізовану, захищену від підробок і прозору систему, в якій кожна партія товару фіксується в блоках, що містять інформацію про його місце, статус, умови зберігання тощо. Кожен учасник ланцюжка постачання (виробники, перевізники, дистриб'ютори, роздрібні продавці та кінцеві покупці) може отримувати доступ до цієї інформації в реальному часі, що допомагає відстежувати пересування товарів та верифікувати їхню справжність.

Застосування блокчейн-технологій також допомагає покращити контроль за дотриманням стандартів якості та безпеки, а також прискорює процес виявлення проблем та їх вирішення. Наприклад, якщо вантаж не був доставлений у строк або пошкоджений, блокчейн надає прозорі дані для швидкого врегулювання ситуації.

Однією з ключових переваг використання блокчейна для відстеження ланцюжка постачання є також зниження паперової тяганини та оптимізація документообігу. Усі необхідні документи, такі як сертифікати, накладні та контракти, можуть бути зареєстровані у блокчейні, що спрощує процес перевірки та зменшує ймовірність помилок чи фальсифікацій.

## *III. Управління портовими операціями:*

Блокчейн-технологія має значний потенціал для покращення управління портовими операціями завдяки своїй здатності забезпечити прозорість, безпеку та автоматизацію процесів. Впровадження блокчейну в портову діяльність дозволяє значно покращити ефективність, скоротити витрати, мінімізувати



помилки та прискорити взаємодію між учасниками ланцюжка постачання.

Розглянемо вплив блокчейну на зміну різних аспектів портових операцій:

- автоматизація документообігу та спрощення процесу реєстрації вантажів.

Блокчейн дозволяє автоматизувати процес обміну документацією, включаючи коносаменти, товарно-транспортні накладні та інші важливі документи. Кожен документ може бути зафіксований у блокчейні, створюючи незмінний запис, доступний для всіх учасників ланцюжка постачання. Це усуває необхідність у традиційних паперових документах, прискорюючи процес їх перевірки та схвалення;

- поліпшення відстеження вантажів та суден. За допомогою блокчейн-технологій можна відстежувати рух суден та вантажів у реальному часі. Кожен етап переміщення товару від порту відвантаження до порту призначення може бути зафіксований у блокчейні, що надає прозору та захищену інформацію для всіх учасників. Це дозволяє знизити ризики, пов'язані з втратою або пошкодженням вантажу, а також забезпечує більш ефективне управління портовими операціями, такими як планування розвантаження та навантаження;

- спрощення взаємодії між різними учасниками. Порти є вузловими точками, де перетинаються інтереси багатьох сторін: судновласників, відправників вантажу, агентів, інспекторів, митних органів та інших. Блокчейн забезпечує єдину, децентралізовану платформу для обміну даними та документообігом між усіма цими учасниками. Це дозволяє скоротити час на погодження документів, прискорити процес перевірки та усунути потенційні помилки, які можуть виникати під час взаємодії між численними сторонами;

- забезпечення прозорості та захисту від шахрайства. Система блокчейн створює незмінний запис про всі операції, пов'язані з вантажем і судном, що унеможливорює підробку або маніпуляцію даними. Це значно знижує ризик шахрайства, таких як підробка документів, крадіжки вантажів або фальсифікація інформації про стан суден. Всі учасники ланцюжка постачання можуть бути впевнені в вірогідності даних, що підвищує довіру між ними;

- оптимізація процесу митного контролю та перевірки. З використанням



блокчейн-технологій можна інтегрувати системи митного контролю у загальний процес портових операцій. Усі дані про вантаж, його походження та статус можуть бути автоматично передані до системи митних органів, прискорюючи процес перевірки та декларування. Це зменшує ймовірність помилок та затримок, пов'язаних із митними процедурами, та прискорює процес випуску вантажів;

– смарт-контракти для автоматизації розрахунків та виконання умов угод. Смарт-контракти на основі блокчейну можуть автоматично виконувати умови договорів між учасниками портових операцій. процеси та зменшує ризики, пов'язані з невиконанням умов;

– зниження витрат та підвищення операційної ефективності. Блокчейн дозволяє автоматизувати багато рутинні процеси, такі як перевірка документів, процес оплати, оформлення страховок тощо. Це значно знижує операційні витрати та зменшує кількість помилок, пов'язаних із людським фактором;

– поліпшення екологічної стійкості портових операцій. За допомогою блокчейн можна відстежувати екологічні параметри, такі як викиди забруднювальних речовин суден, що допомагає забезпечити дотримання екологічних стандартів.

#### *IV. Безпека та управління документацією:*

У морському бізнесі постійно працюють з купою документів – коносаментами, вантажними накладними, сертифікатами та іншими, що можуть бути підроблені або просто загублені. Впровадження блокчейн-технології допомагає зберігати всі ці документи в захищеному, незмінному вигляді, що значно підвищує довіру та безпеку.

Використання блокчейну в управлінні портовими операціями робить процеси набагато ефективнішими та прозорішими. У світі логістики та транспорту, де кожен етап повинен бути бездоганним, блокчейн гарантує, що інформація не буде змінена чи підроблена. У цій системі дані зберігаються в блоках, кожен з яких пов'язаний з попереднім і захищений криптографією, що робить маніпуляції практично неможливими.



Усі документи, що стосуються вантажів, перевезень, платежів та портових операцій, фіксуються в блокчейні, створюючи незмінний запис, до якого неможливо підходити знову без погодження з більшістю учасників мережі. Це дає впевненість, що інформація не буде спотворена чи підмінена.

Ще однією перевагою блокчейну є можливість контролю доступу до інформації. Усі учасники можуть бачити основні дані – наприклад, статус доставлення чи документи, але доступ до більш чутливих моментів, як фінансові показники чи внутрішня інформація, обмежений за допомогою криптографії. Це дозволяє уникнути несанкціонованого втручання в процеси.

Блокчейн значно знижує можливість підробки документів. Наприклад, якщо відправник вантажу й одержувач використовують блокчейн для обміну коносаментами, кожен етап доставлення фіксується, і змінити ці дані без залишення слідів неможливо. Це гарантує високий ступінь довіри до документів.

Також процеси аудиту стають набагато простішими завдяки блокчейну. Оскільки вся інформація зберігається в одній системі, будь-який учасник може швидко отримати актуальну версію документа, що прискорює перевірки та зменшує ймовірність помилок через використання застарілих даних. Для державних органів це ще й корисний інструмент для розслідувань та боротьби з шахрайством.

Смарт-контракти, що працюють на основі блокчейну, дозволяють автоматично виконувати умови угод. Наприклад, якщо вантаж доставлений вчасно та в належному стані, смарт-контракт автоматично ініціює оплату чи інші необхідні дії. Це не лише прискорює процес, але й знижує ризик людських помилок.

Блокчейн також спрощує роботу з митними та регуляторними документами, скорочуючи час на перевірку та сертифікацію товарів, мінімізуючи можливість помилок та корупційних схем. Це дозволяє значно зменшити обсяг паперової роботи, оскільки більшість документів можна перевести в електронний вигляд і зберігати їх безпечними в блокчейні.

#### *V. Платежі та фінанси:*



Блокчейн-технологія може бути ефективно використана для проведення безпечних та швидких міжнародних платежів між різними учасниками морської галузі, включаючи судноплавні компанії, порти, відправників вантажу, одержувачів та страхові компанії. Блокчейн значно покращує процес міжнародних розрахунків завдяки своїм особливостям, таким як децентралізована природа, прозорість та незмінність даних.

Традиційні міжнародні платежі часто вимагають часу для обробки через численні посередники, такі як банки, платіжні системи та інші фінансові інститути, а також можливі затримки через різні часові пояси та вихідні. Блокчейн дозволяє здійснювати транзакції між учасниками без посередників, що значно прискорює процес переказу коштів. Транзакції можуть бути завершені протягом декількох хвилин або секунд, на відміну від традиційних банківських переказів, які можуть займати кілька днів.

Міжнародні платежі через банки чи фінансові посередники часто супроводжуються високими комісіями. Блокчейн, з допомогою відсутності посередників, значно знижує транзакційні витрати. Це особливо важливо для морської галузі, де великі обсяги коштів часто проходять міжнародні канали. Зниження комісій та прискорення платежів допомагають учасникам галузі скоротити операційні витрати та покращити ліквідність.

Блокчейн створює незмінний запис про кожну транзакцію, яка доступна всім учасникам мережі. Це підвищує рівень довіри та прозорості, оскільки кожен може перевірити справжність та статус переказу коштів. Блокчейн також використовує криптографію для забезпечення безпеки даних, що унеможливорює зміну або підробку інформації про транзакцію. Це знижує ризики шахрайства та помилок, особливо при міжнародних розрахунках, де важливо гарантувати, що кошти переказані та отримані у правильні руки.

Використання блокчейн-технологій з криптовалютами або цифровими валютами, прив'язаними до традиційних валют (наприклад, стейблкоїнами) може допомогти мінімізувати валютні ризики, які часто виникають при міжнародних платежах. Традиційні міжнародні перекази часто схильні до коливань обмінних



курсів, що може впливати на суму переказу. Стейблкоїни (наприклад, USDT, USD Coin), які мають стабільну вартість, прив'язану до фіатної валюти (наприклад, долар США), можуть бути гарною альтернативою для проведення міжнародних розрахунків.

Смарт-контракти на основі блокчейну можуть автоматизувати процес виконання умов угоди та проведення платежів. Наприклад, коли товар доставлено до порту призначення, смарт-контракт автоматично ініціює переказ коштів від покупця до продавця. Це допомагає усунути необхідність у посередниках та зменшити людський фактор, що робить процес оплати швидшим та безпечнішим.

У міжнародній морській галузі працює безліч учасників, включаючи компанії з різних країн із різними національними валютами, юридичними та фінансовими системами.

Блокчейн дозволяє створити єдину платформу для обміну фінансовими даними, крім географічних та юридичних бар'єрів. Він може бути універсальним інструментом для управління міжнародними платежами, спрощуючи взаємодію між учасниками галузі, незалежно від їхнього розташування.

Блокчейн дозволяє інтегрувати платежі в єдину екосистему, доступну всім учасників ланцюжка постачання, включаючи порти, перевізників, страховиків, вантажовідправників і одержувачів. Кожен з учасників може отримати доступ до даних про транзакцію та виконати платежі у зручній формі.

Це особливо важливо для глобальної галузі, де важливим є швидкий і точний розрахунок між різними сторонами, що працюють у різних юрисдикціях.

#### *VI. Права управління суднами та реєстрація суден:*

Блокчейн може суттєво спростити та автоматизувати процес реєстрації суден, урахування їх прав власності та управління історією експлуатації. Впровадження блокчейну в цю сферу надає безліч переваг, таких як підвищення прозорості, безпека даних, зниження ймовірності шахрайства та покращення ефективності процесів.

Традиційно реєстрація суден та облік прав власності на них включають



складні процеси з великою кількістю документів, які опрацьовуються через різні бюрократичні структури. Використання блокчейн-технології дозволяє створити єдину децентралізовану та незмінну систему, в якій фіксуються всі відомості про судно, його власників, а також історію реєстрації.

Всі записи про судно, такі як його конструкція, порти реєстрації, власники та зміни у праві власності, можуть бути занесені до блокчейну. Оскільки дані в блокчейні не можуть бути змінені без відповідних записів, це створює надійну та доступну систему для відстеження історії судна та його власників. Це також усуває потребу у фізичних документах та мінімізує можливість підробки прав власності на судно.

Блокчейн може автоматизувати процес передачі прав власності судно за допомогою смарт-контрактів. Смарт-контракти – це програми, які автоматично виконуються, коли виконуються умови договору [16].

Блокчейн може стати важливим інструментом для відстеження історії експлуатації судна, включаючи інформацію про його технічний стан, проведені ремонти, обслуговування та інші важливі події. Кожна подія, пов'язана з експлуатацією судна (наприклад, ремонтні роботи, оновлення обладнання або підтвердження про відповідність екологічним стандартам), може бути записана в блокчейн, створюючи повноцінну та незмінну історію експлуатації.

Ця інформація буде доступна всім зацікавленим сторонам, що підвищує рівень довіри та полегшує процес прийняття рішень. Така прозорість допомагає уникнути ситуацій, коли історія судна, чи його стану може бути прихована чи спотворена.

Для страховиків блокчейн надає прозору та доступну інформацію про судно, його експлуатацію та право власності. У процесі укладання контрактів страхування вони можуть отримати доступ до точних даних про технічний стан судна, попередні страхові випадки, а також провести перевірку його історії експлуатації.

Блокчейн може бути інтегрований з іншими системами, що використовуються для управління судноплавством, наприклад, з системами



обліку вантажів, відстеження суден або управління портовими операціями. Така інтеграція дозволяє створювати єдиний простір для управління всім циклом життя судна – від його реєстрації та експлуатації до передачі прав власності та продажу.

Однією з головних переваг блокчейна є його здатність забезпечувати високий рівень захисту даних. Кожен новий блок пов'язаний із попереднім та може бути змінений лише за згодою всіх учасників мережі. Це робить блокчейн ідеальним інструментом захисту від шахрайства, пов'язаного з підделкою документів, прав власності та історії експлуатації судна.

### *VII. Екологічна стійкість:*

Так, блокчейн може бути ефективно використаний для моніторингу та відстеження викидів забруднювальних речовин суднами. Використання цієї технології в цьому контексті дозволяє забезпечити прозорість, точність, надійність і автоматизацію процесів збору та обробки екологічних даних.

Блокчейн може забезпечити точне та незмінне фіксування всіх даних про викиди забруднювальних речовин, таких як CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> та інших шкідливих речовин, в атмосферу під час навігації судна. Сенсори, встановлені на борту судна, можуть збирати дані про рівні викидів і автоматично передавати їх до блокчейн-мережі, де кожний запис буде криптографічно захищений та неможливий до зміни чи підробки.

Блокчейн надає високий рівень прозорості, оскільки всі учасники, включаючи судновласників, регуляційні органи, екологічні інспекції та громадськість, можуть мати доступ до інформації про викиди судна у реальному часі чи з історії. Оскільки всі записи в блокчейні є незмінними, це дозволяє виключити маніпуляції із даними, забезпечуючи їх точність та вірогідність.

Блокчейн дозволяє автоматизувати процес звітності для органів, які відповідають за екологічне законодавство та контроль. Завдяки смарт-контрактам судновласники можуть автоматично подавати звіти про викиди без потреби у ручному втручанні. Крім того, смарт-контракти можуть автоматично перевіряти відповідність нормам та стандартам, встановленим для викидів забруднювальних



речовин, та ініціювати відповідні штрафи або дії в разі порушень.

Завдяки блокчейну можна відстежувати викиди забруднювальних речовин на всіх етапах експлуатації судна – від моменту його реєстрації до закінчення строку служби. Це дає можливість моніторити зміни в екологічних показниках судна з годиною, включаючи вплив на довкілля в різних регіонах.

Використання блокчейн-технології забезпечує легкий доступ до інформації для всіх учасників екологічного моніторингу, таких як екологічні агенції, порти, морські компанії та навіть кінцеві споживачі. Завдяки спільному доступу до екологічних даних, всі учасники можуть співпрацювати більш ефективно, обмінюватися даними та вживати заходів для зниження впливу судноплавства на навколишнє середовище.

Завдяки повній прозорості та неможливості змінювати дані, блокчейн сприяє підвищенню відповідальності судновласників та операторів суден за екологічні показники. Якщо викиди забруднювальних речовин перевищують допустимі норми, це буде зафіксовано у блокчейні та може бути використане як доказ для накладення санкцій чи штрафів. Крім того, ця інформація може стати основою для надання екологічних сертифікатів суднам, що демонструють високий рівень екологічної відповідальності.

Завдяки автоматизації процесів звітності, перевірок та моніторингу за допомогою блокчейн-технології зменшуються витрати на адміністративне управління екологічними перевірками. Це дозволяє зменшити кількість необхідних перевірок, скоротити годину на обробку звітів та покращити ефективність контролю.

#### *VIII. Страхування та врегулювання збитків:*

Використання блокчейн-технології в морському страхуванні має значний потенціал для зміни наявних процесів та підвищення ефективності, прозорості та безпеки. Морське страхування – це складний процес, що включає чисельні етапи: укладення договорів, управління полісами, виплату страхових компенсацій, а також моніторинг суден та вантажів [8]. Блокчейн може автоматизувати багато з цих процесів, зменшити витрати та підвищити



надійність. Завдяки смарт-контрактам, які є частиною блокчейн-технології, процес укладення страхових договорів може бути значно автоматизований. Смарт-контракти дозволяють автоматично виконувати умови договору, коли вони виконуються.

Одним з ключових переваг блокчейна є його прозорість і незмінність. Усі дані, що стосуються страхових полісів, можуть бути зафіксовані в блокчейні, що дозволяє всім учасникам процесу (страховим компаніям, судновласникам, брокерам, регуляторам) мати доступ до надійної та вірогідної інформації. Це допомагає уникнути фальсифікацій та маніпуляцій з документами, що є важливим аспектом у морському страхуванні, де підrobка документів або приховування інформації може призвести до значних фінансових втрат.

Блокчейн може бути використаний для збирання та зберігання даних про різні ризики, пов'язані з судноплавством, вантажами та іншими аспектами морської діяльності. Ці дані можуть бути доступні для страхових компаній, що дозволяє їм більш точно оцінювати ризики та визначати страхові тарифи. Наприклад, інформація про попередні інциденти з певним судном, історію аварій або проблеми з технічним станом можуть бути зафіксовані в блокчейні та використовуватися для точнішого оцінювання ризиків.

Блокчейн може значно спростити процес виплат страхових компенсацій. Завдяки смарт-контрактам страхові виплати можуть автоматично ініціюватися при настанні страхового випадку. Якщо, наприклад, відбулося затоплення судна або пошкодження вантажу, система може автоматично перевірити наявність підстав для компенсації, враховуючи всі умови договору, і ініціювати виплату. Це дозволяє скоротити годину на обробку претензій та знизити витрати на обробку документів.

Блокчейн також може забезпечити зручну платформу для взаємодії між усіма учасниками процесу морського страхування: страховими компаніями, брокерами, судновласниками, вантажовідправниками та навіть регуляторними органами. Усі учасники можуть мати доступ до актуальних та точних даних у реальному часі, що сприяє покращенню комунікації, зменшенню



адміністративних витрат та підвищенню ефективності всіх процесів.

Блокчейн може бути корисним при розслідуванні страхових випадків, таких як аварії чи пошкодження вантажу. Всі дані про інцидент – фотографії, звіти, свідчення – можуть бути зібрані та зафіксовані в блокчейні, що забезпечує надійність та незмінність інформації. Це допомагає швидше та ефективніше розглядати претензії, уникати спірних ситуацій та знижувати витрати на розслідування та судові витрати.

Поєднання блокчейну та Інтернету речей (IoT) має великий потенціал у ряді галузей, і це особливо стосується судноплавства та логістики, де ці технології можуть значно покращити ефективність і прозорість операцій.

Враховуючи глобальний характер морської діяльності, блокчейн може стати єдиною міжнародною платформою для обміну інформацією про морське страхування. Він може допомогти встановити єдині стандарти для всіх учасників процесу і забезпечити безперешкодний обмін даними між різними країнами. Блокчейн може стати основою для трансформації морської галузі, забезпечуючи прозоріші, безпечніші та ефективніші процеси на всіх рівнях.

## **Висновки.**

У представлений роботі були висвітлені основні аспекти, які підкреслюють важливість впровадження сучасних технологій у морську галузь. Цифровізація не лише оптимізує логістичні процеси, але й підвищує ефективність, безпеку та екологічну стійкість контейнерних перевезень.

Завдяки використанню таких інновацій, як автоматизація, штучний інтелект та блокчейн, підприємства отримують можливість покращити управління ресурсами, знизити витрати та скоротити час обробки вантажів.

Отже, цифровізація контейнерних перевезень є ключовим елементом у формуванні конкурентоспроможної та стійкої інфраструктури морського транспорту, яка здатна реагувати на виклики сучасного світу. Перспективи



подальших досліджень можуть зосередитися на аналізі практичних аспектів впровадження цифрових технологій, зокрема блокчейну, та їхнього впливу на розвиток глобальних логістичних систем. Впровадження технології блокчейн у діяльність судноплавних компаній має значний потенціал для оптимізації бізнес-процесів, підвищення ефективності та зниження витрат. Блокчейн забезпечує прозорість, безпеку, автоматизацію та інтеграцію різних процесів, що є критично важливими для морської галузі.

По-перше, завдяки блокчейн-технології судноплавні компанії можуть значно покращити управління ланцюгами постачання, оскільки забезпечується точне і надійне відстеження вантажів та документів. Це зменшує ризик фальсифікацій і затримок, сприяє більш швидкому та ефективному обміну інформацією між учасниками ланцюга постачання.

По-друге, автоматизація укладання договорів, страхування та управління полісами за допомогою смарт-контрактів дозволяє зменшити адміністративні витрати й час на виконання операцій, мінімізувати людський фактор та знижувати ймовірність помилок. Це особливо важливо для міжнародних судноплавних компаній, які мають справу з великим обсягом документації та багатьма контрагентами.

По-третє, блокчейн може бути корисним для забезпечення безпеки даних, зокрема при зберіганні та обробці документації про судна, їх реєстрацію та технічний стан, а також для моніторингу викидів забруднювальних речовин суднами. Це дозволяє зменшити кількість порушень та підвищити відповідальність судовласників за екологічний стан та безпеку перевезень.