

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Факультет економіки та екології моря

Кафедра менеджменту



«Допущений до
захисту»
Завідувач кафедри

 Ігор СІРЕНКО
« 15 » 12 2025 р

Кваліфікаційна робота

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
на тему”:Цифрова трансформація портової логістики: досвід ННЛА та
потенціал впровадження в Україні”

Виконав: здобувач вищої
освіти 6437-м групи

 Яценко І.В

Керівник роботи:
к.е.н., доцент Іщенко О.А. _____
(посада, науковий ступень вчене звання)



(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала
Макарова
Факультет економіки та екології моря

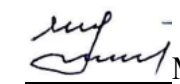
Кафедра менеджменту

Спеціальність 073 «Менеджмент»

Освітня програма «Менеджмент транспортних систем і логістика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Микола ФАТЄСОВ
(підпис)

« 15 » 12 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

здобувачу вищої освіти Яценко Ігор Володимирович
(Прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи Цифрова трансформація портової логістики: досвід ННЛА та потенціал впровадження в Україні

Керівник роботи к.е.н., доцент Іщенко Олена Анатоліївна

Затверджені наказом ректора № 1374-уч від «21» листопада 2025 року

2. Термін подання роботи: 8 грудня 2025 р

3. Вихідні дані по роботі: матеріали практик, навчальні, наукові видання, публікації в періодичній літературі та Інтернет, власні дослідження автора, звітність підприємств

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів): теоретико-методичні основи цифровізації логістичних процесів у морських портах; порівняльний аналіз цифровізації портової логістики ННЛА (Гамбург) та Одеського морського порту; стратегічні підходи та рекомендації щодо цифрової трансформації портової логістики в Україні.

5. Перелік презентаційних матеріалів: ключові аспекти цифрової трансформації портової логістики; основні технології цифровізації логістики (IoT, AI, Big Data, блокчейн тощо); порівняльні показники діяльності ННЛА та Одеського порту за 2022–2024 роки; SWOT-аналіз цифрової трансформації портової логістики України; схематичне представлення концепції "Smart Port"; діаграми впливу цифровізації на

ефективність портів; стратегічні напрями розвитку цифрової портової інфраструктури в Україні; приклади успішних практик цифровізації портів у світі (Гамбург, Шанхай, Дубай тощо); перелік цифрових рішень для українських портів; публікації та сертифікати конференцій з питань логістики та цифровізації.

6.Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 08.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення наукового керівника роботи	08.09.2025	
2	Затвердження теми роботи	15.09.2025	
3	Складання попереднього плану роботи, узгодження його з науковим керівником	22.09.2025	
4	Консультації з підбору літератури	13.10.2025	
5	Збирання матеріалів до аналітичного розділу	27.10.2025	
6	Проведення досліджень	10.11.2025	
7	Опрацювання та викладення результатів досліджень	25.11.2025	
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	20.11.2025	
9	Перевірка академічної доброчесності	1.12.2025	
10	Подання роботи рецензенту та отримання рецензії	05.12.2025	
11	Захист роботи перед атестаційною комісією	26.12.2025	

Здобувач вищої освіти


(підпис)

Яценко І.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Іщенко О.А.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Яценко І.В. «Цифрова трансформація портової логістики: досвід ННЛА та потенціал впровадження в Україні». – На правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 073 – Менеджмент, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв – 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню теоретико-методичних засад і практичних аспектів цифрової трансформації портової логістики та можливостей її впровадження в Україні.

Узагальнено підходи до визначення цифровізації, охарактеризовано ключові технології та розкрито концепцію «Smart Port» як сучасний напрям розвитку ефективних логістичних систем.

Систематизовано цифрові рішення, що застосовуються у порту Гамбург (ННЛА) та проведено порівняльний аналіз Одеського морського порту. Проаналізовано сучасний стан розвитку цифрових технологій у портовій галузі України, визначено основні бар'єри, можливості та тенденції цифрової трансформації.

На основі результатів дослідження сформовано практичні рекомендації щодо впровадження цифрових рішень, автоматизації процесів, розвитку Port Community System та інноваційних технологій в українських портах.

Ключові слова: цифровізація, портова логістика, Smart Port, ННЛА, автоматизація, цифрові технології.

SUMMARY

Yatsenko I.V. “Digital Transformation of Port Logistics: The Experience of NHLA and the Potential for Implementation in Ukraine.” – As a manuscript. Master’s Qualification Thesis for the Degree of Master in Specialty 073 – Management, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv – 2025.

The master's thesis is devoted to the study of theoretical and methodological foundations and practical aspects of the digital transformation of port logistics, as well as the possibilities of its implementation in Ukraine.

The approaches to defining digitalization are summarized, key technologies are characterized, and the concept of the “Smart Port” is presented as a modern direction of developing efficient logistics systems.

Digital solutions applied at the Port of Hamburg (HHLA) are systematized, and a comparative analysis with the level of digitalization of the Odesa Sea Port is conducted. The current state of digital technology development in the port industry of Ukraine is analyzed, and the main barriers, opportunities, and trends of digital transformation are identified.

Based on the research results, practical recommendations are formulated regarding the implementation of digital solutions, process automation, the development of the Port Community System, and innovative technologies in Ukrainian ports.

The results obtained can be used to improve the efficiency of logistics processes and strengthen the competitive position of Ukraine’s port industry.

Keywords: digitalization, port logistics, Smart Port, HHLA, automation, digital technologies.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	9
1.1 Сутність, функції та значення цифровізації логістичних процесів...	9
1.2 Ключові технології логістичної галузі.....	16
1.3. Методичні підходи ефективності використання цифрових технологій в логістиці.....	23
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПОРТОВОЇ ЛОГІСТИКИ: ННЛА (ГАМБУРГ) ТА ОДЕСЬКИЙ МОРСЬКИЙ ПОРТ.....	28
2.1. Загальна характеристика процесів портової логістики.....	28
2.2. Порівняльний аналіз рівня цифровізації логістичної діяльності.....	38
2.3. Сучасні тенденції використання цифрових рішень та технологій управління логістичними процесами.....	42
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОРТОВОЇ ЛОГІСТИКИ.....	44
3.1. Зарубіжний досвід управління розвитком портової логістики в контексті її цифровізації.....	44
3.2 Формування стратегії розвитку цифровізації портової логістики, як складової післявоєнного відновлення України.....	51
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах глобалізації та розвитку цифрових технологій ефективність функціонування морських портів безпосередньо залежить від рівня впровадження інноваційних технологій у їхні логістичні системи. Традиційні моделі управління портовими операціями дедалі більше втрачають свою конкурентоспроможність, що стимулює необхідність переходу до концепції «Smart Port». Інтеграція інтелектуальних систем на основі Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data), штучного інтелекту (AI) та систем Port Community Systems дозволяє значно знизити операційні витрати, зменшити екологічний вплив, а також забезпечити високу швидкість, прозорість та надійність логістичних процесів. Для українських портів, які прагнуть інтегруватися до європейських транспортних мереж та зміцнити свою позицію в міжнародних ланцюгах поставок, цифрова трансформація є стратегічно важливим кроком. Приклад Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA), є важливим орієнтиром для пошуку шляхів модернізації портової інфраструктури.

Метою кваліфікаційної роботи є узагальнення теоретико-методичних положень та розробка практичних рекомендацій щодо цифрової трансформації портової логістики, зокрема на прикладі аналізу досвіду HHLA та потенціалу впровадження цих технологій в Україні.

Поставлена мета зумовила необхідність вирішення таких завдань:

- дослідити теоретико-методичні основи цифровізації логістичних процесів та концепцію «Smart Port»;
- проаналізувати вплив цифрових технологій (IoT, AI, Big Data, блокчейн) на ефективність портової діяльності;
- систематизувати та оцінити цифрові рішення, впроваджені в порту Гамбург (HHLA);
- провести порівняльний аналіз рівня цифровізації між HHLA та Одеським морським портом;

- діагностувати сучасний стан портової галузі України, визначити бар'єри та тенденції цифрової трансформації;
- розробити рекомендації щодо впровадження цифрових рішень та розвитку Port Community System в українських портах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано відповідно до науково-дослідної тематики кафедри менеджменту за темою «Розвиток корпоративної інформаційної системи в управлінні регіональним кластером морського суднобудування та судноремонту», де автором досліджено вдосконалення механізмів управління транспортно-логістичними системами в умовах цифрової трансформації та інтеграції в глобальні транспортні мережі.

Об'єктом дослідження є процеси цифрової трансформації портової логістики.

Предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні засади цифровізації портової логістики на прикладі досвіду ННЛА та їх адаптації до українських умов.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в систематизації цифрових рішень, реалізованих у ННЛА в контексті повного логістичного циклу; проведенні аналізу рівня цифровізації між ННЛА та Одеським портом з визначенням ключових розривів; розробці рекомендацій щодо впровадження цифрової трансформації в українських портах з урахуванням національних особливостей та міжнародного досвіду.

Інформаційну базу дослідження становили: законодавчі та нормативно-правова база, офіційні дані Державної служби статистики України; фінансова звітність ННЛА та Одеського порту; матеріали, опубліковані в наукових і періодичних виданнях, в мережі Інтернет.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Основний зміст роботи – 67 стор., 12 - таблиць, 17 – рисунків.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. Поняття та сутність цифровізації у логістиці

У світлі глобальних перетворень логістика набуває значущості як на мікро, так і на макрорівнях. Зі зростанням конкуренції, розвитком інформаційних технологій та цифрових інновацій фірми змушені розробляти нові підходи для організації логістичних операцій, керування запасами та обслуговування покупців. Традиційна логістика, яка концентрувалася на фізичному пересуванні продукції та матеріалів, вже не задовольняє вимогам сучасних ринків, де головними чинниками є швидкість, гнучкість та точність.

Сучасна логістика в умовах Індустрії 4.0 перетворюється на багатогранну систему, що сполучає фізичні процеси з цифровими технологіями. Кібер-фізичні системи (Cyber-Physical Systems) дозволяють підприємствам не лише контролювати переміщення товарів у реальному часі, а й передбачати потенційні ризики, вдосконалювати шляхи доставки та надавати високий рівень послуг для споживачів. Експертні дослідження доводять, що цифровізація логістики спроможна відчутно зрізати витрати фірми та посилити прибутки, водночас зрощуючи гнучкість та прудкість ухвалення рішень.

Цифровізація в логістиці – це процес впровадження цифрових технологій для автоматизації та поліпшення всіх етапів логістичного ланцюжка. Це охоплює не тільки автоматизацію планування маршрутів і управління складами, а й використання різноманітних технологій для поліпшення оброблення даних. Останні дослідження та публікації в галузі цифровізації контейнерних перевезень вказують на зростаючу важливість цієї теми в контексті глобалізації та технологічного прогресу. В роботах науковців підкреслюється роль новітніх технологій, таких як штучний інтелект, блокчейн та Інтернет речей (IoT), які значно змінюють традиційні моделі управління логістичними процесами.

Особливу увагу приділяють тому, як цифровізація покращує ефективність вантажних операцій. Дослідження вказують, що автоматизовані системи управління вантажопотоками можуть зменшити час обробки і підвищити точність інформації. Інтеграція різних платформ для безперервного обміну даними між усіма учасниками процесу є ще однією важливою темою.

Також дослідження останніх років акцентують увагу на викликах цифровізації, зокрема на питаннях безпеки даних, адаптації нормативних актів та підготовки кадрів. Вчені наголошують на необхідності створення навчальних програм, що враховують новітні технології та підходи в галузі логістики, яка постійно змінюється, впливаючи на бізнес-моделі. Три основні етапи цифрової трансформації морських портів включають перехід до бездокументних, автоматизованих і смарт-процедур. Вивчення сучасного стану цифровізації в портах виявляє як можливості, так і бар'єри. Крім того, науковці досліджують вплив сучасних інформаційних технологій на ефективність підприємств у певних галузях, встановлюючи, що використання інформаційного обладнання дозволяє запропонувати персоналізовані продукти, покращити ефективність виробничих процесів, а також створює нові вимоги до кваліфікації працівників та змінює політику управління людськими ресурсами.

Важливим аспектом є аналіз цифрових трансформацій у морських портах, зокрема через роботизацію та штучний інтелект, а також розробка методів оцінки ефективності цих технологій. Особлива увага приділяється впровадженню блокчейну в процес обробки суден у портах. Цифрові технології в морському транспорті сприяють підвищенню ефективності, безпеки та екологічної стійкості, дозволяючи оптимізувати логістичні процеси, знижувати витрати та ризики, а також забезпечувати екологічно чисті рішення. Вони також покращують управління ресурсами та моніторинг, що є важливим для сталого розвитку цієї галузі. В умовах цифровізації необхідно запроваджувати заходи для захисту інформаційних систем, такі як контроль доступу, шифрування даних

і моніторинг загроз, щоб знизити ризики, пов'язані з кібератаками та іншими небезпеками.

У сучасному розумінні логістика охоплює планування, контроль і управління рухом матеріальних, інформаційних і фінансових потоків у різних системах. Основна мета логістики – забезпечити споживача продуктом потрібної якості, у необхідній кількості, у потрібний час та місце, з мінімальними витратами.

Історично логістика пройшла чотири ключові етапи розвитку [3].

Фаза старту (середина 50-х років у США) розглядала логістику як допоміжну функцію виробництва, що займалася фізичною дистрибуцією товарів.

Друга фаза (60–70-ті роки) полягала у формуванні теорії логістики та її перших практичних імплементацій.

Третя фаза (70–80-ті роки) була пов'язана із створенням інтегрованих систем управління, планування та координації всіх елементів ланцюга поставок.

Четверта фаза, або Логістика 4.0 (кінець 80-х – 90-ті роки XX ст.), відповідає діджиталізації логістики: використання кіберфізичних систем, IoT, інтеграція даних та хмарних технологій дозволяє відстежувати продукти на всіх етапах їхнього життєвого циклу і приймати рішення у реальному часі.

Сучасна Логістика 4.0 орієнтована на кінцевого споживача. Вона забезпечує високу гнучкість у задоволенні ринкового попиту, дозволяє своєчасно доставляти продукцію з мінімізацією витрат і підвищує загальну продуктивність компаній. Цифрові системи прискорюють всі логістичні процеси – від оформлення замовлення до його доставки кінцевому споживачеві. Автоматизовані інструменти допомагають зменшити затримки, підвищити точність прогнозу часу доставки та оптимізувати ресурси підприємства. Як результат, підвищується задоволеність клієнтів і зміцнюються конкурентні позиції компанії на ринку. Співвідношення етапів розвитку логістики від традиційних форм до сучасної Логістики 4.0 наведено на (рис. 1.1.)



Рис. 1.1 Взаємовідношення попередніх етапів в логістики

Джерело: складено автором на основі [1, 5]

Термін «логістика» спочатку використовувався виключно у військових цілях, проте вже у 60-х роках ХХ століття його застосування змістилося на бізнес-організації. На початку увага була спрямована на оптимізацію транспортування та переміщення вантажів всередині підприємств, що забезпечувалося механізацією та вдосконаленням транспортних інструментів. Цей перший етап називають Логістика 1.0, коли основним завданням було задовольнити потреби промисловості та замовників.

З розвитком масового виробництва у 60-х роках з'явилася Логістика 2.0, орієнтована на автоматизацію обробки вантажів. У 1980-х роках компанії почали координувати свої фізичні потоки не тільки всередині організацій, але й між собою. Це дало початок концепції управління ланцюгом поставок, де основним завданням стало забезпечення координації між усіма учасниками ланцюга.

Поява промислових роботів і числового керування машинами у 1968 році ознаменувала Логістику 3.0. Тут фокус змістився з фізичних потоків на управління всіма робочими процесами: грошовими потоками, послугами, персоналом, ідеями та рішеннями. Цей етап характеризується «гнучким потоком», який дозволяє організаціям ефективно реагувати на зміни та оптимізувати цінність для клієнта.

Сучасна Логістика 4.0, пов'язана з Індустрією 4.0, інтегрує цифрові технології у всі ланцюги поставок. Завдяки кіберфізичним системам, IoT та хмарним обчисленням, продукти можна відстежувати на всіх етапах їхнього життєвого циклу, а управління потоками відбувається у реальному часі. Це підвищує гнучкість логістики, дозволяє швидко реагувати на коливання попиту, оптимізувати виробництво та скорочувати витрати на зберігання. В результаті підвищується швидкість і точність доставки, що сприяє задоволеності кінцевого споживача та зміцненню конкурентних позицій компанії на ринку.

Сучасна Логістика 4.0 ґрунтується на принципах Індустрії 4.0, що дозволяє інтегрувати цифрові технології у всі ланки ланцюга поставок. Це забезпечує повний цикл відстеження продуктів та управління потоками в реальному часі, як наочно представлено на (рис.1.2.)



Рис. 1.2 Взаємозв'язок етапів розвитку логістики

Джерело: складено автором на основі [1, 5]

У сучасних умовах цифровізації та глобалізації економічних процесів особливого значення набуває поняття Логістики 4.0, що є продовженням класичних етапів розвитку логістики і водночас відповідає вимогам цифрової трансформації.

Логістика 4.0 розглядається як логістична система цифрового типу, у якій експортно-імпортні товаропотоки набувають формату цифрової субстанції, а управління здійснюється за допомогою сучасних комунікаційних технологій, хмарних платформ, месенджерів та інших інструментів цифрових перетворень .

Основними функціями цифрової логістики є: виявлення та прогнозування потреб споживачів; оптимізація маршрутів та потоків матеріальних, інформаційних і фінансових ресурсів; скорочення часу перебування товарів у ланцюгах поставок; підвищення точності та швидкості доставки кінцевому споживачу [7].

Завдяки впровадженню цифрових технологій підвищується гнучкість логістики, що дозволяє компаніям оперативно реагувати на коливання ринкового попиту та змінювати пріоритети у плануванні ресурсів. Це, у свою чергу, сприяє зниженню витрат на зберігання та виробництво, підвищенню ефективності управління ланцюгами поставок та зміцненню конкурентних позицій підприємств на ринку. Крім того, оптимізація процесів доставки безпосередньо впливає на рівень задоволеності кінцевих споживачів, що є одним із ключових показників ефективності сучасної логістичної діяльності.

Впровадження цифрових технологій забезпечує гнучкість логістики, дозволяє оперативно реагувати на попит та оптимізувати ресурси. Це підвищує ефективність ланцюгів поставок і задоволеність споживачів, що відображає ключові складові цифрової логістики, наведені на рис. 1.3.

Цифровізація логістичних процесів дозволяє істотно покращити ефективність роботи в галузі. Так, впровадження систем управління транспортом (TMS) сприяє оптимізації маршрутів, зниженню витрат на паливо, більш ефективному контролю доставок і точнішому прогнозуванню часу прибуття. У

транспортній сфері застосування цифрових технологій, як-от GPS-моніторинг, забезпечує можливість відстеження місцезнаходження транспорту в реальному часі, управління витратами на обслуговування автопарку та підтримку високих стандартів клієнтського обслуговування [8].



Рис. 1.3 Ключові складові поняття цифрова логістика

Джерело: складено автором на основі [9]

Цифровізація логістичних процесів відповідає потребам сучасного ринку, дозволяючи компаніям працювати швидше, точніше із меншими ресурсними затратами. Запровадження цифрових інструментів сприяє не лише автоматизації процедур, а й значному підвищенню їх продуктивності. Варто детальніше розглянути ключові завдання та цілі, які вирішуються завдяки цифровим інноваціям в логістиці:

1.Підвищення прозорості - цифровізація дозволяє контролювати всі етапи доставки в реальному часі, покращує комунікацію та знижує ризики втрати або пошкодження товарів.

2.Оптимізація перевезень і маршрутів - автоматизовані системи враховують затори, погодні умови та завантаженість доріг, зменшуючи витрати на паливо та час у дорозі.

3.Зниження операційних витрат - інтелектуальні системи планування та управління автопарком мінімізують простой, скорочують витрати на обслуговування та підвищують продуктивність.

4.Підвищення швидкості та якості доставки - автоматизація скорочує затримки, підвищує точність прогнозу часу доставки та задоволеність клієнтів.

1.2 Ключові технології логістичної галузі

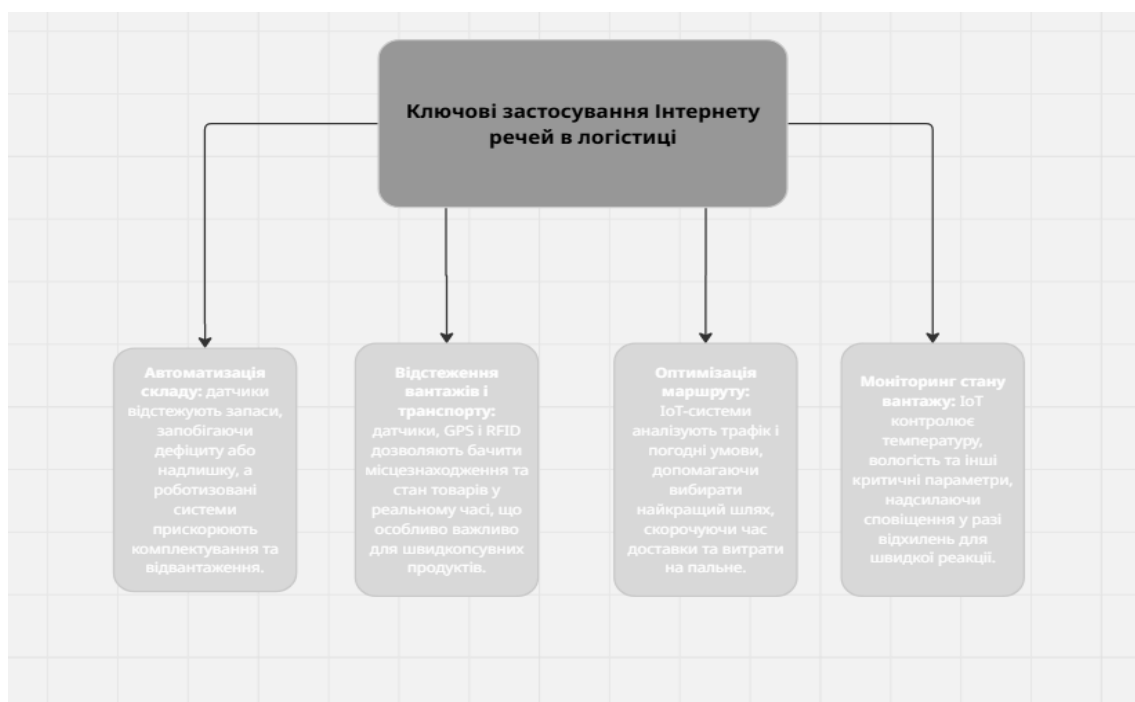
Технології в логістиці відіграють важливу роль, сприяючи розвитку цієї галузі. У сучасному світі логістика та поштові послуги стали невіддільною складовою сучасного життя, де особливо цінуються ефективність і швидкість постачань.

Зі зростанням інтернет-торгівлі та розширенням логістичних мереж завдання компаній у цьому секторі стають дедалі складнішими. У зв'язку з цим зростає необхідність впровадження сучасних технологічних рішень для оптимізації процесів і підвищення якості послуг.

Світові бізнес-тенденції продовжують рухатися в напрямку цифровізації. Сьогодні конкуренція в цій області стала основною для багатьох компаній. Водночас прогрес у цифрових технологіях суттєво впливає на формування бізнес-процесів у глобальному масштабі, що потребує інноваційних підходів до управління та модернізації систем роботи.

Цифрові інструменти дедалі частіше стають ключовими для досягнення цілей у логістичному секторі. Технології на кшталт Інтернету речей (IoT),

блокчейну, штучного інтелекту та інших сприяють трансформації логістики, підвищуючи продуктивність та якість обслуговування клієнтів, а також забезпечують конкурентну перевагу для компаній. Логістичний процес передбачає ефективне використання ресурсів підприємства, транспортування, пакування, розміщення та доставлення товарів. Впровадження цифрових рішень дозволяє оптимізувати більшість цих процесів, забезпечити їхню безпечність і підвищити операційну ефективність. Саме розвиток цифрових досліджень у системі управління логістикою став одним із головних пріоритетів сучасного бізнесу.



Останніми роками стрімкого розвитку набула Smart-логістика – концепція, що об'єднує автоматизовані технології, аналіз великих даних.

Сучасна логістика трансформується завдяки таким цифровим інструментам, як IoT, блокчейн та штучний інтелект, які підвищують операційну ефективність і забезпечують конкурентні переваги. Ці технології, а також концепція Smart-логістики, що інтегрує автоматизацію та аналіз даних, складають основу цифровізації галузі (рис. 1.4.).

Рис. 1.4. Основні технології цифровізації логістики

Джерело: складено автором на основі [3, 14]

Окрім того, управління логістичними процесами є непростим завданням, яке вимагає налагодження співпраці з постачальниками, забезпечення контролю якості продукції та безпеки маршрутів. Зважаючи на геополітичні виклики й зміну стратегій великих транснаціональних корпорацій, значення цифрових технологій у логістиці продовжує невпинно зростати.

Існує декілька основних технологічних рішень, які активно використовуються в секторі логістики:

Автоматизація в транспортній логістиці – це впровадження технологій і програмних рішень для автоматичного управління та оптимізації процесів перевезення товарів. Вона включає в себе використання систем для планування маршрутів, моніторингу руху транспортних засобів, управління складськими операціями, відстеження вантажів і управління замовленнями.

Автоматизація транспортної логістики полягає у впровадженні технологій для автоматичного управління процесами перевезення, планування маршрутів та відстеження вантажів. Її ключові переваги для бізнесу наочно представлено на (табл. 1.1.)

Автоматизація дозволяє уникати помилок у складських операціях, контролювати запаси та ефективно пріоритизувати товари для швидкої доставки. Крім того, вона значно покращує взаємодію з клієнтами: за допомогою цифрових платформ користувачі можуть відстежувати свої замовлення в реальному часі та отримувати актуальну інформацію про доставку.

Сучасні цифрові технології значно змінюють логістичну сферу, роблячи її більш швидкою, результативною та прозорою. Завдяки автоматизації, Інтернету речей, великим даним, штучному інтелекту, блокчейну, роботизації та мобільним рішенням компанії можуть вдосконалювати транспортні й складські процеси, мінімізувати вплив людського фактора, покращувати точність і швидкість доставки. Це сприяє підвищенню рівня обслуговування клієнтів,

ефективному управлінню ресурсами і прийняттю обґрунтованих рішень у реальному часі. Технології також підсилюють конкурентоспроможність компаній, роблять управління ланцюгами постачання більш гнучким і надійним, а сам бізнес адаптується до змін ринку і потреб клієнтів.

Таблиця 1.1

Переваги автоматизації транспортної логістики

Перевага	Опис
Зниження вартості операцій	Для декількох днів людини потрібно кілька годин, а машині лише кілька хвилин. Рутину можна довірити програмам, а людські ресурси сконцентрувати на стратегічних завданнях.
Мінімізація людського фактору	Машини менш схильні до помилок, на відміну від людей.
Підвищення швидкості доставки	Точне планування часу дозволяє доставкам прибувати в строк.
Зростання обсягу постачання	Машини можуть обробити значно більше даних та замовлень.
Максимізація продуктивності	Обробка більшої кількості інформації, що дозволяє виконувати більше завдань за той самий час.
Підвищення точності	Мінімізація кількості помилок завдяки наявності всіх даних у системі.
Відновлення продуктивності в реальному часі	Можливість отримувати статистику та аналізувати ефективність процесу у будь-який момент.
Скорочення витрат	Автоматизація змінюється залежно від робочих умов, що дозволяє виконувати операції без людських помилок.

зовнішніх факторів	
Збирання практичних даних (IoT)	Датчики та пристрої дозволяють отримувати інформацію без особливого втручання.
Створення ланцюга постачок	Вся інформація про склад, автотранспорт, маркування та вантаж інтегровані в одну систему, що спрощує взаємодію з учасниками процесу.

Джерело: складено автором на основі [3, 4]

Щоб ще більш детально розглянути, як ці технології трансформують логістичні процеси, можна перейти до переліку ключових цифрових рішень, які впливають на ефективність і прозорість ланцюгів постачання [10]:

1. Цифровізація ланцюгів постачання (SCM)

Системи для управління ланцюгами постачання (SCM) є важливою складовою для багатьох сучасних компаній, оскільки вони надають можливість отримувати актуальну інформацію про всі етапи постачання — від постачальників до кінцевих споживачів. Це дає змогу компаніям більш точно коригувати свої стратегії, орієнтуючись на зміни попиту або пропозиції. Такі великі компанії, як Amazon і Walmart, застосовують ці системи для постійного контролю за запасами, що дозволяє значно знизити витрати та прискорити доставку товарів.

2. Автоматизація складських процесів (WMS)

Автоматизовані системи управління складами (WMS) є важливими для цифрової трансформації логістики, оскільки вони допомагають зменшити вплив людського фактора, а також оптимізувати процеси обробки замовлень і контролю за запасами. Однією з головних переваг таких систем є автоматична ідентифікація товарів, що покращує точність обліку і прискорює обробку замовлень. Наприклад, Amazon використовує WMS для ефективної обробки і

доставки замовлень, що дозволяє скоротити час доставки та покращити клієнтське обслуговування.

3. Інтернет речей (IoT)

Інтернет речей (IoT) дає можливість компаніям здійснювати моніторинг товарів, транспортних засобів і складів у реальному часі за допомогою сенсорів та пристроїв, які передають дані. У логістиці IoT використовується для відстеження місцезнаходження вантажів, а також контролю за температурою та вологістю — особливо важливо для доставки чутливих товарів, таких як ліки або продукти харчування. Наприклад, фармацевтичні компанії застосовують IoT для реального моніторингу температури під час транспортування ліків, що забезпечує їхню безпеку та ефективність.

4. Великі дані (Big Data)

Великі дані (Big Data) — це величезні обсяги інформації, які збираються з різних джерел: сенсорів, GPS-трекерів, веб-сайтів, соцмереж, систем управління ланцюгами поставок та багатьох інших. Аналіз таких даних дозволяє компаніям приймати швидкі, точні та обґрунтовані рішення в реальному часі, роблячи логістичні процеси більш прозорими та ефективними. Аналіз великих даних дає можливість компаніям більш точно прогнозувати попит, оптимізувати транспортні маршрути і покращувати управління запасами. Це особливо важливо в умовах глобалізації, коли зміни в попиті можуть відбуватися швидко і непередбачувано. Наприклад, аналіз покупок дозволяє прогнозувати попит на товари та ефективно управляти запасами, знижуючи витрати на їх зберігання і транспортування. Великі дані також використовуються для оптимізації маршрутів доставки, враховуючи погодні умови, дорожній трафік і інші фактори, що можуть вплинути на швидкість доставки.

5. Блокчейн

Блокчейн — це технологія, що гарантує прозорість і безпеку обміну даними у ланцюгах постачання. Вона забезпечує незмінність записів, що знижує ймовірність шахрайства та підробок. Крім того, блокчейн дозволяє

автоматизувати певні процеси за допомогою смарт-контрактів, що скорочує час на обробку угод і підвищує ефективність операцій. У морських перевезеннях ця технологія допомагає забезпечити прозорість процесів доставки та укладання контрактів, що дозволяє зменшити кількість помилок та підвищити довіру між учасниками ланцюга.

6. Штучний інтелект (AI) і машинне навчання

Штучний інтелект (AI) активно застосовується для оптимізації логістичних процесів, таких як прогнозування попиту, оптимізація маршрутів і автоматизація обробки замовлень. Алгоритми машинного навчання дозволяють зменшити час на прийняття рішень та надавати більш точні прогнози щодо попиту і витрат на транспортування. Наприклад, компанії як FedEx та Uber використовують AI для прогнозування попиту та оптимізації маршрутів своїх транспортних засобів, що допомагає знижувати витрати і прискорювати доставку.

7. Автономні транспортні засоби та дрони

Використання безпілотних транспортних засобів і дронів є однією з найперспективніших технологій у логістиці, оскільки вони дозволяють знижувати витрати на персонал, скорочувати час доставки та забезпечувати ефективність доставки навіть у віддалені райони. Наприклад, Amazon активно тестує використання дронів для доставки товарів, що дозволяє значно скоротити витрати на транспортування та прискорити процес доставки. Безпілотні вантажівки також можуть знизити витрати на робочу силу і підвищити точність доставки.

8. Розвиток цифрових компетентностей

З огляду на швидкий розвиток новітніх технологій, важливим аспектом для успішного впровадження цифрових рішень є підвищення цифрових компетентностей серед працівників логістичних компаній. Для ефективного використання сучасних технологій важливо, щоб усі учасники логістичного процесу, починаючи від менеджерів і операторів до IT-спеціалістів, мали

відповідні знання та навички. Інвестування в навчання персоналу та створення умов для адаптації до цифрових змін є ключовими факторами для забезпечення конкурентоспроможності підприємств у майбутньому.

Цифровізація є ключовим фактором у трансформації логістичних процесів, що дозволяє значно підвищити ефективність і конкурентоспроможність компаній. Впровадження таких технологій, як Інтернет речей (IoT), блокчейн, штучний інтелект (AI), великі дані (Big Data), автоматизація складських та транспортних процесів, а також використання дронів і автономних транспортних засобів, відкриває нові можливості для оптимізації операцій. Ці інструменти дозволяють не лише підвищити швидкість і точність доставки, але й забезпечити прозорість, безпеку та надійність у всіх етапах ланцюга постачання.

1.3 Методичні підходи ефективності використання цифрових технологій в логістиці

Впровадження цифрових рішень у логістику схоже на довгу, але важливу дорогу. Це вимагає ресурсів: не лише коштів на програмне забезпечення та техніку, але й часу на її «підгонку» під ваші процеси, інтеграцію та навчання команди.

Однак цей шлях веде до значного полегшення життя бізнесу. У довгостроковій перспективі технології приносять порядок, швидкість і прозорість. Ви починаєте краще керувати всіма ланками — від планування до доставки, синхронізуєте попит і пропозицію, уникаєте помилок і простоїв. Все це робить вашу компанію ефективнішою та надійнішою для клієнтів.

Головне — підійти до цього кроку усвідомлено. Рішення має ґрунтуватися на чіткому розумінні: для чого саме вам це потрібно і як технології допоможуть вирішити ваші конкретні завдання. Це не витрати, а інвестиція в стійкість і конкурентоспроможність вашого бізнесу.

Для оцінки ефективності використання цифрових технологій у логістиці можна застосовувати такі основні методи:

Економіко-математичні методи - це комплекс економічних, математичних і кібернетичних дисциплін, що вивчають економіку як соціально-економічну систему. Для аналізу кількісних взаємозв'язків використовуються інформаційні технології. Основні складові: економічна кібернетика (системний аналіз економіки, теорія економічної інформації), математична статистика, математична економія (економічне зростання, виробничі функції, регіональний аналіз), методи оптимального управління (математичне програмування, теорія масового обслуговування), а також методи експериментального вивчення економічних явищ (імітаційні методи, ділові ігри, експертні оцінки)

Економіко-математичне моделювання в логістиці представляє собою комплексний підхід до вирішення складних управлінських логістичних задач через формалізацію економіко-логістичних бізнес-процесів та їх представлення у вигляді математичних моделей. Ефективність такого підходу забезпечується можливістю формального опису взаємозв'язків між різними елементами складної логістичної системи та проведення кількісного аналізу альтернативних рішень, з поміж яких необхідно вибрати оптимальне.

Економіко-математичне моделювання формалізує логістичні бізнес-процеси для кількісного аналізу та пошуку оптимальних рішень. Основні методи, що застосовуються для цього, систематизовано в (табл. 1.2.)

Таблиця 1.2

Методи моделювання в логістичних процесах

Галузь моделювання	Опис
Математична економіка	Оптимізація взаємодії учасників ланцюгів постачання, моделі рівноваги, теорія множин і вибору споживача.
Оптимізаційні моделі	Лінійне програмування для мінімізації витрат (транспортні задачі, переміщення товарів).

Балансові моделі	Досягнення рівноваги між виробництвом, попитом і перевезеннями, оптимізація розподілу ресурсів.
Моделі теорії черг	Оцінка часу очікування та обслуговування для зменшення витрат на простої, наприклад, на митниці.
Моделі мережевого аналізу	Оптимізація маршрутів перевезень через теорію графів для зниження витрат і покращення ефективності.
Імітаційне моделювання	Віртуальне моделювання для тестування логістичних стратегій без ризику для реальних операцій.
Стохастичне моделювання	Оцінка невизначеності і ризиків у прогнозуванні попиту на логістичні послуги.
Теорія ігор	Оптимізація взаємодії учасників логістичного процесу для зменшення конфліктів і підвищення ефективності.

Джерело: складено автором на основі [9]

Метод експертних оцінок - це науковий підхід, що дозволяє отримати об'єктивну оцінку на основі думок групи висококваліфікованих фахівців. Він застосовується для вирішення складних або спірних питань, коли точне прогнозування або отримання статистичних даних неможливе або важке. Експертами є спеціалісти, які мають досвід у певній галузі і можуть дати кваліфіковану оцінку певним явищам чи процесам.

Цей метод широко використовується в різних сферах, зокрема в соціальній медицині, економіці, екології та логістиці. Метод експертних оцінок включає кілька етапів, таких як визначення мети оцінки, вибір експертів, формулювання запитань, збір відповідей, аналіз результатів та впровадження отриманих висновків у практику. Метод експертних оцінок дозволяє отримати об'єктивну оцінку на основі думок кваліфікованих фахівців у складних або спірних

питаннях. Його основні етапи та застосування в логістиці для оцінки рішень представлено на рис. 1.5.

Бенчмаркінг — це процес безперервного порівняння товарів, послуг, виробничих процесів та інших параметрів підприємства з аналогічними показниками інших компаній. Основною метою є виявлення причин успіху конкурентів та впровадження їхніх кращих практик для підвищення конкурентоспроможності. Бенчмаркінг допомагає виявити слабкі місця та знайти способи їх усунення, покращити ефективність і знизити витрати.



Рис.1.5 Експертні методи оцінки логістичних рішень

Джерело: складено автором на основі [10]

Процесний підхід — це метод управління, який фокусується на взаємодії та оптимізації послідовних дій, що створюють цінність для клієнта, а не на окремих функціях чи підрозділах. Основна увага приділяється процесам, які проходять від початку до кінця, щоб забезпечити ефективність, знизити помилки і покращити якість.

Впровадження цифрових технологій у логістику є необхідною складовою для забезпечення конкурентоспроможності підприємств у сучасному світі. Для оцінки ефективності їх використання застосовуються різноманітні методичні підходи, серед яких найбільш важливими є економіко-математичні методи, методи експертних оцінок, бенчмаркінг та процесний підхід.

Економіко-математичні методи дозволяють моделювати та оптимізувати логістичні процеси, що сприяє зниженню витрат і підвищенню ефективності через застосування математичних моделей. Методи експертних оцінок дають змогу залучити кваліфікованих фахівців для аналізу складних логістичних ситуацій і визначення найкращих рішень. Бенчмаркінг забезпечує порівняння логістичних процесів з конкурентами та передовими практиками, що дозволяє виявити можливості для вдосконалення і підвищення ефективності. Процесний підхід сприяє оптимізації внутрішніх бізнес-процесів, зменшенню помилок та підвищенню загальної продуктивності компанії.

Загалом, ці підходи сприяють не лише підвищенню ефективності логістичних процесів, але й забезпечують підприємствам можливість адаптуватися до швидко змінюваного ринку та технологічних викликів. Впровадження цих методів дозволяє компаніям більш ефективно управляти своїми ресурсами, оптимізувати витрати та підвищувати якість обслуговування клієнтів, що є критично важливим для успіху в умовах сучасної економіки.

РОЗДІЛ 2 ДОСВІД ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПОРТОВИХ ПРОЦЕСІВ: ННЛА (ГАМБУРГ) ТА ОДЕСЬКИЙ МОРСЬКИЙ ПОРТ

2.1. Загальна характеристика процесів портової логістики ННЛА та Одеського морського порту

У контексті сучасних світових тенденцій цифрова трансформація стає необхідною умовою ефективного функціонування портів та логістичних систем. З розвитком технологій та зростанням обсягів міжнародних перевезень порти стикаються з підвищеними вимогами до швидкості обробки вантажів, точності управління потоками та ефективності взаємодії між різними учасниками логістичних ланцюгів. Впровадження інноваційних рішень у портових операціях дозволяє автоматизувати процеси, оптимізувати обмін інформацією, підвищувати продуктивність та зменшувати витрати часу й ресурсів.

Гамбург, Німеччина, відомий як німецькі «ворота у світ». Його порт є другим за завантаженістю в Європі та щороку обробляє мільйони контейнерів із продукцією для споживачів і компаній по всьому континенту. Розташований на річці Ельба, порт є ключовим пунктом пропуску міжнародних товарних потоків у Центральну Європу.

Важливу роль у його роботі відіграє Hamburger Hafen und Logistik AG (ННЛА) - провідна німецька та європейська логістична компанія. Заснована у 1885 році як Hamburger Freihafen-Lagerhaus Gesellschaft (HFLG), вона вже понад 125 років забезпечує ефективний імпорт та експорт товарів.

ННЛА у Гамбурзі експлуатує три контейнерні термінали: Altenwerder, Burchardkai та Tollerort, а також здійснює перевалку і транспорт вантажів залізничним, автомобільним та морським транспортом.

Компанія спеціалізується на портовій та транспортній логістиці, обробці контейнерів і їх перевезеннях між портами та внутрішніми регіонами Німеччини й Європи. Крім того, ННЛА надає консалтингові та інші логістичні послуги, а

також бере участь у розвитку сучасних офісних, комерційних і логістичних об'єктів у Гамбурзі як фахівець з нерухомості.

ННЛА походить від Гамбурзького управління причалів (1866) та компанії НFLG (1885), що збудувала історичний район складів Шпайхерштадт. На початку XX століття Гамбурзький порт входив до трійки найбільших у світі. Війни та економічні кризи значно впливали на його розвиток: під час Другої світової війни порт зазнав руйнувань, а ННЛА використовувала примусову працю.

У 1970-х ННЛА перейшла на конкурентну ринкову модель і відкрила центр для фруктів та охолоджених вантажів. У 1990-х порт відновив стратегічне значення для торгівлі зі Східною Європою, зросли залізничні контейнерні перевезення та логістичні сервіси. У XXI столітті запрацював термінал Altenwerder (СТА, 2002), портова логістика вийшла на біржу (2007), а внутрішні об'єднання оптимізували витрати. Станом на 2019 рік ННЛА мала контейнерний термінал в Одесі. У 2020-х компанія привернула міжнародних інвесторів через угоди з Cosco та інтерес MSC.

Історичне становлення та розвиток компанії ННЛА демонструє її стратегічну еволюцію від локального портового оператора до міжнародної логістичної мережі. Її сучасну інтермодальну інфраструктуру в Європі ілюструє (рис. 2.1.)

Сьогодні ННЛА є одним із ключових логістичних операторів Європи, що активно впроваджує цифрові сервіси, інтермодальні перевезення, автоматизовані термінали та екологічні технології. Компанія постійно шукає шляхи оптимізації обробки контейнерів, розширює залізничну мережу у Центральній та Східній Європі, робить ставку на автоматизацію та декарбонізацію. Завдяки модернізації терміналів та впровадженню цифрових систем управління ННЛА зберігає конкурентоспроможність на глобальному ринку та продовжує відігравати стратегічну роль у функціонуванні Гамбурзького порту.

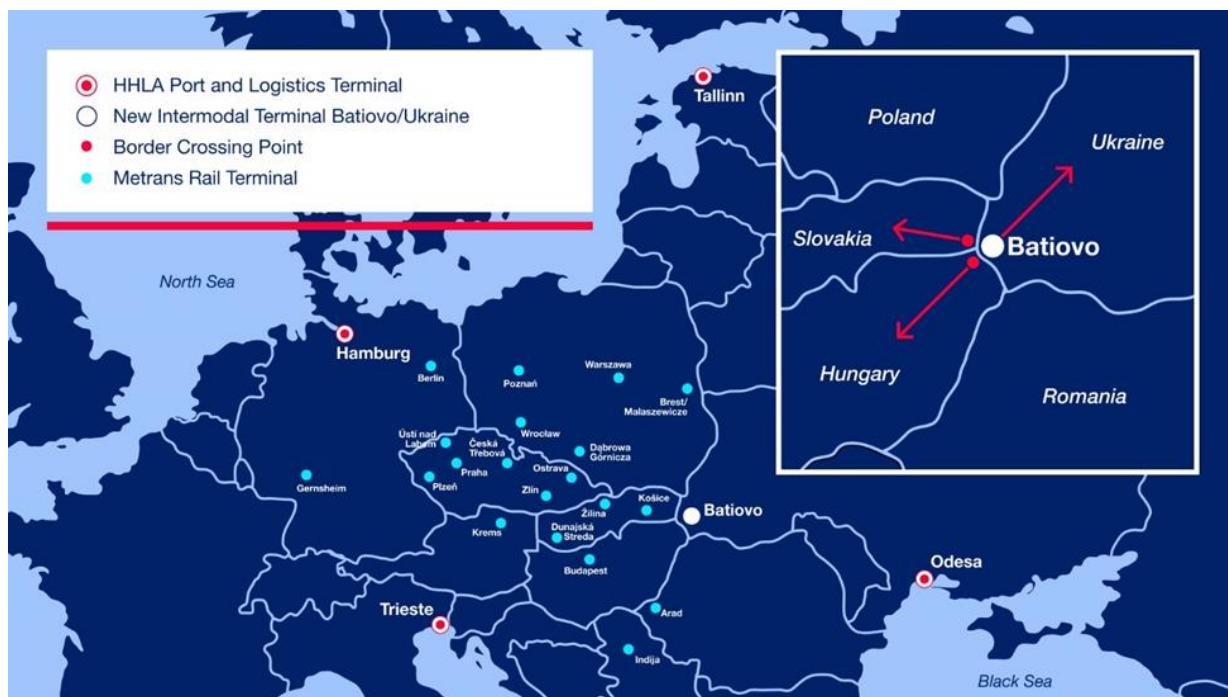


Рис. 2.1 Інтермодальні термінали, в європейській мережі ННЛА

Джерело: складено автором на основі [31]

Одним із найважливіших напрямів діяльності компанії є інтермодальний сегмент, що охоплює перевезення контейнерів залізничним та автомобільним транспортом. До цього напрямку належать компанії Metrans і Container-Transport-Dienst (CTD). Metrans здійснює залізничні перевезення, використовуючи власні термінали в Чехії, Австрії, Словаччині, Угорщині, Польщі та сусідніх країнах, тоді як CTD відповідає за автомобільні перевезення у Гамбурзькому столичному регіоні.

У 2012 році ННЛА продала свою 50% частку у компанії TFG Transfracht німецькій залізничній корпорації Deutsche Bahn. У 2018 році відбулося об'єднання Polzug Intermodal з Metrans, що сприяло розширенню інтермодальних послуг компанії. За підсумками 2019 року інтермодальні підрозділи ННЛА перевезли приблизно 1,6 млн стандартних контейнерів (TEU) залізницею та автотранспортом.

Логістичний сегмент включає складування, спеціалізовану обробку вантажів, консалтинг і діяльність інноваційних стартапів. До його структури входять дочірні компанії та акціонерні капітали, зокрема консалтингова фірма HPC Hamburg Port Consulting.

Серед логістичних об'єктів цього сегмента - фруктовий термінал в О'Свальдкай та RoRo-термінал, що обслуговує рухомі вантажі. Разом із компанією Salzgitter AG, HHLA експлуатує Hansaport, найбільший у Німеччині термінал для насипних вантажів. Одним із напрямів діяльності HHLA є розвиток комерційної нерухомості: компанія займається проєктуванням та управлінням об'єктами, розташованими в порту та прилеглих територіях. Серед ключових проєктів: історичний складський район Шпайхерштадт, територія біля Фішмаркт Гамбург-Альтона, інші логістичні комплекси та офісні будівлі в порту Гамбу.

Компанія також підтримує розвиток стартапів та інвестує в інноваційні технології, зокрема у сфері дронів та 3D-друку. Крім того, HHLA виступає співзасновником спільного підприємства Hyperport Cargo Solutions, що розробляє компоненти для інтеграції технології Hyperloop у портову інфраструктуру.

У 2024 році Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) продемонструвала стійке зростання по всіх ключових фінансових та операційних показниках. Загальна виручка компанії склала близько €1,598 млн, що на 10,5 % вище показників 2023 року. Операційний прибуток (EBIT) збільшився на 22,7 %, досягнувши €134 млн, що свідчить про підвищення ефективності роботи та управління витратами. Чистий прибуток після врахування міноритаріїв виріс до приблизно €33 млн. [23].

Щодо операційної частини, HHLA також демонструє позитивну динаміку. Контейнерообіг у 2024 році склав близько 5,97 млн TEU, з помірним зростанням всього 0,9 % порівняно з 2023 роком. Значніше зростання спостерігається у сегменті інтермодальних перевезень (Intermodal), де показник збільшився на 11,6 % до 1,787 млн TEU.

Це відображає стратегічне зміщення компанії у бік розвитку мультимодальної логістики та збільшення частки сухопутних перевезень, що з'єднують порти з внутрішніми регіонами. Показники за перше півріччя (1Н 2024) вже демонстрували зростання, але друга половина року виявилася більш успішною, що призвело до покращення річних підсумків. Операційний прибуток зріс швидше, ніж виручка, що вказує на підвищення ефективності використання ресурсів та рентабельності. Загалом, ННЛА зміцнює свої позиції на ринку портової логістики Європи, розширюючи можливості з інтермодальних перевезень та підвищуючи операційну ефективність. Компанія адаптується до зовнішніх викликів, таких як геополітична нестабільність та зміни ринкового попиту, і демонструє стійке зростання. Успішні результати 2024 року, попри зовнішні виклики, підтверджують ефективність стратегії компанії. Її детальні фінансові та операційні показники за 2023–2024 роки наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Основні показники діяльності ННЛА за 2023–2024 р.р.

Показник	2023	2024	Зміна
Виручка, млн €	1 446,8	1 598,3	+10,5%
Операційний прибуток (EBIT), млн €	109,4	134,3	+22,7%
Маржа EBIT, %	7,6	8,4	+0,8 в.п.
Чистий прибуток, млн €	20,0	32,5	+62,5%
Контейнерообіг, тис. TEU	5 917	5 970	+0,9%
Інтермодальні перевезення, тис. TEU	1 602	1 787	+11,6%
Виручка сегменту Контейнери, млн €	708,8	773,3	+9,1%

Виручка сегменту Інтермодальні перевезення, млн	620,5	711,3	+14,6%
Виручка сегменту Портова логістика, млн €	1 408,9	1 561,7	+10,8%
Виручка сегменту Нерухомість, млн €	46,5	46,1	-0,9%

Джерело: складено автором на основі [31]

ННЛА позиціонує себе як лідера-новатора у галузі сталого та екологічного логістичного бізнесу. Стратегія компанії полягає у впровадженні інноваційних, економічно вигідних і безпечних для довкілля рішень, що реалізує концепцію збалансованої логістики.

ННЛА також активно інвестує в сучасні цифрові технології та інноваційні проєкти, що підвищують ефективність логістики та забезпечують конкурентоспроможність компанії на світовому ринку.

Для порівняння візьмемо Державне підприємство «Одеський морський торговельний порт», який є одним із найбільших морських портів України та Чорноморського регіону, а також єдиним українським портом, здатним приймати судна класу Panamax. Його загальна річна пропускна здатність становить до 50 млн тонн, з яких 25 млн тонн - сухі вантажі, а 25 млн тонн - рідкі. Відповідно до Закону України «Про морські порти України», адміністративні функції порту здійснює Одеська філія ДП «Адміністрація морських портів України». Порт зазнав значних пошкоджень внаслідок ракетної атаки російської федерації 25 вересня 2023 року.

У 2024 році українські морські порти продемонстрували різкий прорив, збільшивши перевалку вантажів на 57% — до 97,2 мільйона тонн. Головним драйвером цього зростання стало успішне функціонування альтернативного морського коридору, який дозволив значно активізувати роботу портів "Великої

Одеси": Одеський порт збільшив показники в 2,2 рази (до 18,3 млн т), "Південний" — у 3,5 рази, а "Чорноморськ" — у 2,3. Проте такий перерозподіл логістичних потоків призвів до значного падіння вантажообігу на Дунаї — порти Ізмаїл та Рені втратили близько половини обсягів. Важливо зазначити, що, попри вражаючу динаміку, загальний обсяг перевалки залишається на 36,8% нижчим за довоєнний 2021 рік, коли він становив 157,3 мільйона тонн. Основу експорту, як і раніше, формують зернові (60,3 млн т) та рудні (18,5 млн т) вантажі, причому частка продукції гірничо-металургійного комплексу досягла майже 25%. Загрозою для подальшого зростання може стати заплановане суттєве підвищення залізничних тарифів.

У 2024 році українські морські порти продемонстрували стрімке зростання обсягів перевалки на 57% до 97,2 млн тонн, зокрема завдяки альтернативному коридору та активізації портів "Великої Одеси". Проте це призвело до перерозподілу потоків і падіння вантажообігу на Дунаї, а загальний рівень залишається нижчим за довоєнний 2021 рік. Детальну візуалізацію обсягів та динаміки наведено на рисунку 2.2.

22 липня 2022 року, у Стамбулі за результатами чотиристоронньої зустрічі України, Туреччини, ООН та Росії підписано угоду, за якою буде здійснюватися легальний імпорт зерна та іншого продовольства з портів України.

До війни портова логістика була наймасовішою та найприйнятнішою за вартістю – понад 70% українських експортних вантажів вирушали через порти. Відкриття у серпні минулого року тимчасового морського коридору мало величезний позитивний вплив на можливості експортерів зернових, олійних та вантажів ГМК, а отже, для всієї економіки країни.

10 серпня 2023 року ВМС України оголосили про тимчасові маршрути руху комерційних судів. Першими цим маршрутом скористалися судна, заблоковані в морпортах після початку війни. З початку листопада 2023 року до портів м.Одеси почали надходити й імпортні вантажі.

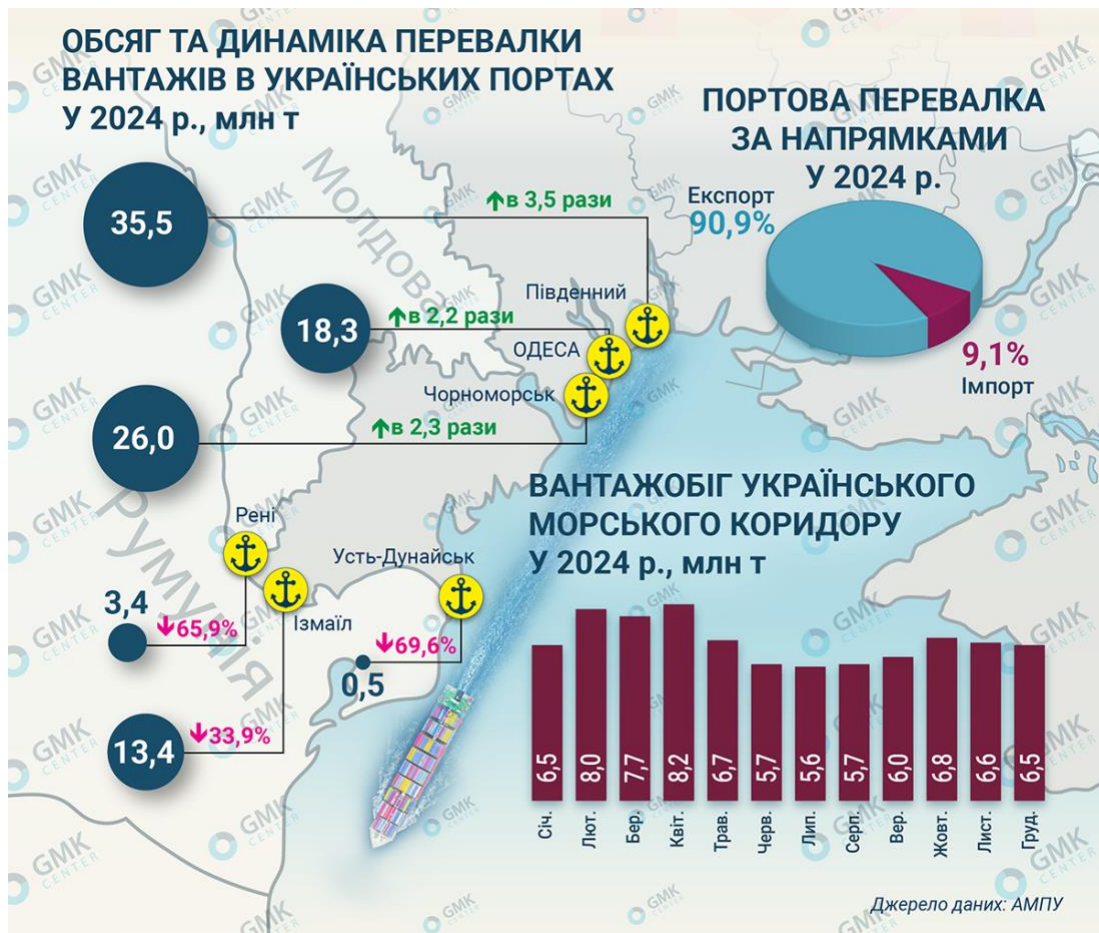


Рис.2.2 Обсяг та динаміка перевалки вантажів в українських портах у 2024 році

Джерело: складено автором на основі [42]

Сьогодні перевалка вантажів здійснюється на 16 терміналах: 1 -нафтовий, 1 -портовий холодильник, 2 - контейнерні, 2 - для олійних вантажів, решта 10 - для зернових, металопродукції, генеральних та тарно-штучних вантажів. Всі термінали керуються приватними компаніями-портовими операторами.

У 2024 році українські порти встановили новий рекорд, обробивши 97,2 мільйона тонн вантажів, перевищивши загальний показник попереднього року в 62 мільйони тонн. Збільшення обсягу вантажів було зумовлене переважно зерном та рудою, на які припадало 60,3 мільйона тонн та 18,5 мільйона тонн відповідно, згідно з даними Державного підприємства «Адміністрація морських портів України».

Стабільність морського коридору України була відзначена як ключовий фактор цього зростання, зокрема скоординовані зусилля портів Великої Одеси. Функціонування коридору підтримували Військово-морські сили України, забезпечуючи безпеку маршруту.

В експортних перевезеннях українські порти перевезли 76,4 мільйона тонн до 52 країн. Коридором користувалися 3138 суден. Крім того, дунайські порти перевантажили 17,3 мільйона тонн, що ще більше підтримало експорт. Зростання вантажообігу пояснюється міжнародною підтримкою та співпрацею між урядом, стивідорними компаніями, фермерами та логістичними постачальниками. У 2024 році українські порти продемонстрували значне зростання експортних перевезень, обслуговувавши 3138 суден та 52 країни. Детальну динаміку ключових операційних показників за 2023–2024 роки наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Ключові показники роботи українських портів за 2023–2024 рік

Показник	2023 р	2024 р
Загальний вантажообіг портів України, млн т	62,0	97,2
Дунайські порти (Ізмаїл, Рені, Усть-Дунайськ), млн т	32,0	17,3
Перевалка зерна, млн т	~20	60,3
Перевалка руди, млн т	1,9	18,5
Морський коридор — судна	400	3 138
Експортні перевезення, млн т	12,8	76,4
Загальний товарообіг України, млрд \$	99,4	112,3
Загальний вантажообіг портів України, млн т	62,0	97,2

Джерело: складено автором на основі [38, 39, 42]

Товарообіг України за підсумками 2024 року зріс на 13% порівняно з 2023 р. з \$99,4 млрд до \$112,3 млрд. Протягом року в Україну імпортували товарів на суму \$70,7 млрд, а експортували - на \$41,6 млрд. При цьому оподатковуваний імпорт становить \$57,4 млрд. [42].

Морський коридор вирішує значну частину проблем українських експортерів, насамперед – АПК та ГМК. Експорт через морпорти «Великої Одеси» дозволяє знизити логістичні витрати українських експортерів, що позитивно відбивається на їхніх фінансових та виробничих показниках.

Українські морські порти завантажені не на повну потужність і здатні збільшити експортну перевалку, ключовими проблемами залишається безпека та збільшення пропускної спроможності залізничної інфраструктури. Також важливо розширення використання механізму страхування вантажоперевезень морським коридором. Зараз пріоритет в експорті морським коридором віддається зерновим вантажам. Зі свого боку, компанії ГМК готові збільшити обсяг експорту продукції через порти.

2.2. Порівняльний аналіз рівня цифровізації логістичної діяльності

Сьогодні NHLA є одним із ключових логістичних операторів Європи, що активно впроваджує цифрові сервіси, інтермодальні перевезення, автоматизовані термінали та екологічні технології. Компанія постійно шукає шляхи оптимізації обробки контейнерів, розширює залізничну мережу у Центральній та Східній Європі, робить ставку на автоматизацію та декарбонізацію. Завдяки модернізації терміналів та впровадженню цифрових систем управління NHLA зберігає конкурентоспроможність на глобальному ринку та продовжує відігравати стратегічну роль у функціонуванні Гамбурзького порту [31].

Для порівняння візьмемо українське Державне підприємство «Одеський морський торговельний порт», який є одним із найбільших морських портів

України та Чорноморського регіону, а також єдиним українським портом, здатним приймати судна класу Panamax. Його загальна річна пропускна здатність становить до 50 млн тонн. Порт зазнав значних пошкоджень внаслідок ракетної атаки російської федерації 25 вересня 2023 року, однак продовжує функціонувати завдяки відкриттю морського коридору.

Щоб зрозуміти різницю в їхніх бізнес-моделях та ступені цифрової трансформації, насамперед проаналізуємо ключові фінансові показники. Фінансова результативність безпосередньо відображає ефективність управління та здатність генерувати вартість, незважаючи на зовнішні виклики. Для аналізу відмінностей у бізнес-моделях та рівні цифрової трансформації ННЛА та Одеського порту ключові фінансові показники за 2022–2024 роки зведено у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

**Порівняльні фінансові показники ННЛА та Одеського порту
(макроіндикатор) за 2022–2024 роки**

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Одеський порт (індикатор)			
Загальний товарообіг України, млрд \$*	100,0	99,4	112,3
ННЛА			
Виручка, млн €	1 380,0	1 446,8	1 598,3
Операційний прибуток (ЕВІТ), млн €	100,0	109,4	134,3
Чистий прибуток, млн €	15,0	20,0	32,5

Джерело: складено автором на основі [31, 37, 38]

Аналіз фінансової результативності виявляє дві принципово різні моделі. ННЛА демонструє стале органічне зростання, підкріплене ефективним операційним менеджментом. Те, що зростання операційного прибутку (22,7%) у 2024 році значно перевищило зростання виручки (10,5%), свідчить про глибоку оптимізацію витрат, ймовірно завдяки масштабуванню цифрових рішень. Натомість, відновлення товарообігу України у 2024 році має політико-залежний характер, будучи прямим наслідком відкриття морського коридору. Це зростання є крихким і залежить від геополітичної стабільності, на відміну від більш керованого бізнес-росту ННЛА.

Однак фінансовий успіх тісно пов'язаний з операційною базою. Щоб зрозуміти, на яких основах будуються ці фінансові результати, необхідно розглянути основні операційні показники, що характеризують масштаб і структуру бізнесу. Фінансова результативність свідчить про різні моделі стабільного бізнес-зростання ННЛА та відновлення українських портів на ті геополітичних факторів. Їх операційна база, яка є основою цих фінансових результатів, детально порівняна в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Основні операційні показники ННЛА та Одеського порту за 2022–2024 роки

Показник	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Одеський порт (система портів)			
Загальний вантажообіг портів України, млн т	45,0*	62,0	97,2
Перевалка зерна, млн т	15,0	~20,0	60,3
Перевалка руди, млн т	1,5	1,9	18,5
ННЛА			

Контейнерообіг, тис. TEU	5 850	5 917	5 970
Інтермодальні перевезення, тис. TEU	1 550	1 602	1 787

Джерело: складено автором на основі [31, 38, 40]

Показники розкривають глибоку структурну різницю. Одеський порт демонструє феноменальне, але монолітне відновлення, де 81% зростання забезпечують лише два сировинні вантажі - зерно та руда. Ця модель «вантажного хабу» забезпечує обсяги, але робить порт вразливим до коливань світових ринків. На протипагу цьому, ННЛА представляє диверсифіковану та інтегровану модель. Ключовим є не стільки стабільний контейнерообіг, скільки стрімке зростання інтермодальних перевезень (11,6%). Це свідчить про те, що компанія не просто обробляє вантажі в порту, а активно контролює та розвиває логістичні ланцюги вглиб континенту, трансформуючись із термінального оператора в логістичного інтегратора.

Перехід від загальних обсягів до питомих операційних метрик дозволяє оцінити, наскільки ефективно ці обсяги трансформуються у реальну операційну та комерційну ефективність. Структурна різниця між монолітною моделлю Одеського порту та диверсифіковано-інтегрованою моделлю ННЛА визначає їхню ринкову стійкість. Для порівняння реальної ефективності цих підходів ключові питомі операційні та комерційні метрики систематизовано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Показники операційної та комерційної ефективності за 2022–2024 роки

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Одеський порт			
Кількість суден у морському коридорі	0	400	3 138

Експортні перевезення, млн т	10,0	12,8	76,4
ННЛА			
Виручка сегменту "Контейнери", млн €	680,0	708,8	773,3
Виручка сегменту "Інтермодальні перевезення", млн €	590,0	620,5	711,3

Джерело: складено автором на основі [31, 38, 40]

Одеський порт переживає операційну революцію, спричинену зовнішнім чинником - відкриттям коридору. Зростання кількості суден майже в 8 разів свідчить про неймовірну мобілізацію, однак такий ріст супроводжується колосальними непродуктивними витратами на безпеку та страхування. ННЛА, навпаки, демонструє ефект синергії та збалансовану еволюцію. Гармонійне зростання виручки в обох ключових сегментах (9,1% у контейнерах та 14,6% в інтермодальних перевезеннях) вказує на петлю позитивного зворотного зв'язку: ефективність порту стимулює сухопутну логістику, яка, в свою чергу, залучає нових клієнтів до порту. Ця синергія є результатом не надзусиль, а системної цифровізації та інтеграції процесів.

Варто відмітити, що ННЛА та Одеський порт функціонують у різних парадигмах. ННЛА — це зрілий технологічний інтегратор, що конкурує на глобальному ринку через інновації, диверсифікацію та створення доданої вартості в рамках стабільного середовища. Одеський порт виконує роль критичної інфраструктури національної безпеки, де пріоритетом є фізичне відновлення експортних потоків в умовах екстремальних ризиків. Його поточний успіх заснований на героїчній операційній мобілізації, а не на системній оптимізації. Тому цифровізація для них має різне значення: для ННЛА — це інструмент підвищення конкурентоспроможності та рентабельності; для Одеського порту — це довгострокова стратегічна ціль для повоєнної

трансформації та інтеграції в глобальні ланцюги поставок на нових, технологічних засадах.

2.3. Сучасні тенденції використання цифрових рішень та технологій управління логістичними процесами

У сучасній глобальній економіці цифровізація перестала бути лише інструментом оптимізації та перетворилася на вирішальний фактор конкурентоспроможності та життєздатності морських портів. Проте шляхи та пріоритети цифрової трансформації кардинально відрізняються залежно від операційного контексту та стратегічних цілей. Порівняльний аналіз досвіду провідного європейського оператора Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) та ключового транспортного вузла України - ДП «Одеський морський торговельний порт» - наочно демонструє, як абсолютно різні виклики формують різні моделі впровадження цифрових рішень: від проактивного будівництва майбутнього до адаптивного забезпечення виживання сьогодні. Аналіз проводиться за ключовими критеріями: стратегічна основа, впроваджені технології, вплив на ефективність та адаптація до зовнішніх умов.

Впроваджені цифрові технології демонструють технологічний розрив, зумовлений інвестиційними можливостями та операційним контекстом. Перехід від стратегічних заяв до конкретних технологічних рішень дозволяє оцінити глибину цифрової трансформації. Ключові технологічні різниці систематизовано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Порівняльна таблиця цифрових стратегій та рішень

Критерій порівняння	HHLA (Гамбург)	Одеський порт
---------------------	----------------	---------------

Інституційна основа	Власний інноваційний хаб NHLA Next (венчурний фонд, R&D, акселератор).	Інтеграція в державні цифрові ініціативи (АМПУ, «Єдине вікно», Держагентство відновлення).
Автоматизація	Цифровий двійник терміналу СТА. 95+ автономних AGV та автоматичні крани. Системи комп'ютерного зору (OCR).	Платформа DocPort для е-документообігу. Інтеграція з «Єдиним вікном». Відсутність автоматизованих AGV/кранів.
Цифрові платформи	Neuport – управління суднозаходженням. RailSync – інтермодальні залізничні перевезення. Passify – доступ автотранспорту.	DocPort – національна платформа. «Єдине вікно» – митний та дозвільний е-сервіс.
Інноваційні технології	NHLA Sky – логістика дронами. AI для планування та оптимізації. FERNRIDE – система телекерування.	Дрони – переважно для безпекового моніторингу та оцінки збитків (ГІС). AI не застосовується.

Джерело: складено автором на основі [42, 44, 45]

Цифровізація стала критично важливою для конкурентоспроможності морських портів. Порівняння цифрових стратегій NHLA та ДП «Одеський морський торговельний порт» показує різницю в підходах: NHLA активно впроваджує інновації, створюючи екосистему цифрових рішень, зокрема, автоматизовані системи та AI для оптимізації. Водночас, Одеський порт орієнтований на адаптацію до державних цифрових ініціатив, таких як «Єдине вікно», з меншими інвестиціями у передові технології. Це відображає технологічний розрив, зумовлений різними ресурсами та стратегічними цілями портів.

РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОРТОВОЇ ЛОГІСТИКИ

3.1 Зарубіжний досвід управління розвитком портової логістики в контексті її цифровізації

Мобільні рішення та системи обслуговування в логістиці охоплюють програми і технології для управління бізнес-процесами, клієнтським сервісом та мобільними активами через смартфони або планшети. Вони дозволяють отримувати дані про вантажі, складські запаси й маршрути у реальному часі, що дає змогу виконувати завдання незалежно від місця перебування користувача.

На «розумних» складах такі рішення оптимізують розподіл завдань між роботами або працівниками, забезпечуючи швидший обробіток замовлень та знижуючи кількість помилок. Застосування цифрових двійників і бездротових мереж інтегрує інформацію, додає гнучкості та підвищує надійність логістичних операцій.

Сучасні цифрові технології значно змінюють логістичну сферу, роблячи її більш швидкою, результативною та прозорою. Завдяки автоматизації, Інтернету речей, великим даним, штучному інтелекту, блокчейну, роботизації та мобільним рішенням компанії можуть вдосконалювати транспортні й складські процеси, мінімізувати вплив людського фактора, покращувати точність і швидкість доставки [37]. Це сприяє підвищенню рівня обслуговування клієнтів, ефективному управлінню ресурсами і прийняттю обґрунтованих рішень у реальному часі. Технології також підсилюють конкурентоспроможність компаній, роблять управління ланцюгами постачання більш гнучким і надійним, а сам бізнес адаптується до змін ринку і потреб клієнтів.

Сучасні цифрові технології трансформують логістику, роблячи її швидшою та ефективнішою, що формує нові вимоги до інфраструктури.

Ключові чинники, які визначатимуть розвиток майбутніх портів у зв'язку з цими змінами, систематизовано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Чинники впливу на майбутні порти

Чинники впливу	Зміст чинника
1. Позиції глобальної конкуренції	Торгівля та зростаюча тенденція до глобалізації виробництва, розширення географічного масштабу та логістичної досвідченості
2. Зміни технологій	Необхідність підвищення продуктивності контейнерних портів та зростаюча роль інформаційних технологій
3. Зміна моделей розподілу	Пошук стратегічних центрів. Організація руху перевантажувальних вузлів з додатковою обробкою контейнерів, підвищення інтегрованої ефективності
4. Зростаюче значення морських портів та охорони довкілля	Розвиток портів з єдиними базами для екологічного очищення техніки, використовуючи системи судноплавства

Джерело: складено автором на основі [7, 19]

У сучасних морських портах значну увагу приділяють трьом ключовим напрямкам: експлуатації, енергоспоживанню та впливу на довкілля. Зокрема, енергоспоживання відіграє важливу роль через високі потреби портових процесів, а його оптимізація стає пріоритетним завданням для адміністрації портів. Адже збільшення споживання енергії спричиняє не лише зростання викидів вуглекислого газу, а й фінансове навантаження на операційні витрати.

Другий важливий аспект – екологічність портової діяльності. Ініціативи на кшталт ECOPORT, PRISM і GREEN Efforts спрямовані на створення стандартів екологічної ефективності, які допомагають портовим адміністраціям знизити негативний вплив на природу й досягти більшої сталості.

Третій напрямок розвитку розумних портів пов'язаний з операційною діяльністю. Основними завданнями тут є оптимізація процесів завантаження та розвантаження суден, а також передачі вантажів і контейнерів на складські майданчики. У межах логістичного ланцюга постачань існує ряд сфер, де можливо підвищити ефективність та продуктивність операцій, що дозволить скоротити витрати, зменшити час виконання процесів і продовжити строк експлуатації обладнання.

Розумні порти володіють низкою переваг і потенціалу. Їх можна розглядати як об'єкти, здатні самостійно виконувати портові операції та оптимізувати логістичні процеси за допомогою інноваційних технологій.

Інтелектуальний порт – це комплекс автоматизованих портових систем, що забезпечують інтегроване управління інформаційними потоками, швидке прийняття рішень і раціональне використання ресурсів завдяки технологіям Четвертої промислової революції (4IR). Таким чином, принцип роботи таких портів базується на впровадженні інновацій для вдосконалення бізнес-процесів, що дозволяє скоротити витрати, зменшити час обробки вантажів, підвищити ефективність роботи та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Розумні порти базуються на комплексній автоматизації та технологіях Індустрії 4.0 для інтегрованого управління та підвищення ефективності. Їх ключові характеристики, що формують таку модель, представлено на таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Основні характеристики розвиненого інтелектуального порту

<i>1.Поєднання технологій та збору/розподілу даних та інформації для управління операціями всередині та за межами порту</i>	<i>2.Обміни інформацією з операторами, портовою спільнотою та всіма зацікавленими сторонами</i>	<i>3.Інтеграція з навколишньою територією розумного порту (місто, область, країна) та інтелектуальними транспортними інфраструктурами (автомобільні, залізничні, річні)</i>
---	---	---

Джерело: складено автором на основі [7, 19, 20]

Мета інтелектуальних портів полягає в задоволенні потреб користувачів через підвищення ефективності, забезпечення прозорості, безпеки та відповідності загальній концепції розвитку судноплавної системи.

Найкращі світові практики у сфері розробки інтелектуальних портів демонструють системний підхід до впровадження технологій, що покращують ефективність, екологічність і управління в портових системах.

Китай на державному рівні розвиває пілотні проєкти створення інтелектуальних портів у 11 локаціях, акцентуючи увагу на автоматизації процесів, покращенні безпеки, інтеграції логістики та бізнес-інноваціях. Порти Сямень, Ціндао та Шанхай стають ключовими об'єктами для впровадження повної автоматизації з метою перетворення їх на глобальні зразки у цій сфері. Задля досягнення стабільних результатів держава планує стимулювати розвиток технологій, залучати як державний, так і приватний сектори та розробляти узгоджену стратегію етапного розвитку відповідно до потреб галузі [36].

У Німеччині порт Гамбург реалізовує проєкт SmartPORT, який охоплює два ключові напрями: логістику та енергетику. Напрямок «SmartPORT Логістика» поєднує економічні й екологічні аспекти у таких сегментах, як транспортні

потоки, інфраструктура та переміщення вантажів. Основна мета – забезпечення швидкої передачі даних, яка дозволяє перевізникам оптимізувати вибір транспортних засобів і маршрути. Енергетичний напрям зосереджується на розробці альтернативних джерел енергії, підвищенні енергоефективності та впровадженні екологічно дружньої мобільності, що дозволяє зменшити залежність від традиційної електроенергії, скоротити викиди і витрати.

Отже, концепція «Smart Port» є ключовим напрямом розвитку сучасних морських портів, що відповідає глобальним тенденціям цифровізації, автоматизації й екологізації транспортно-логістичних систем. Вона передбачає побудову інтегрованої цифрової інфраструктури, орієнтованої на ефективне використання даних, зменшення впливу на довкілля, підвищення операційної продуктивності та створення безпечного середовища для всіх учасників портової діяльності [37].

Оскільки порти є складним середовищем із численною кількістю задіяних сторін, цифрова трансформація вимагає чіткої координації на кожному етапі. Для успішного розвитку розумних портів необхідна національна стратегія, що включає аналіз поточного стану, ідентифікацію проблем і проєктування майбутньої моделі функціонування. Такий підхід дозволяє виявити основні виклики, усунути структурні недоліки та бар'єри, а також створити ефективну цифрову інфраструктуру. У процесі підготовки таких проєктів можуть виникати труднощі, що потребують системного підходу для їх вирішення.

Вище розглядали конкретні проблеми розвитку розумних портів, що зображує важливі аспекти цифрової трансформації, де кожен учасник ланцюга постачання може використовувати інноваційні платформи для інтеграції даних, покращення ефективності та безпеки, а також зменшення витрат. Проблеми, такі як забезпечення безпеки даних, оптимізація процесів та зменшення впливу на довкілля, є важливими для досягнення стійкого розвитку порту, що відповідає сучасним вимогам цифровізації та автоматизації. Для формування ефективної

стратегії цифрової трансформації необхідно чітко ідентифікувати ключові виклики, систематизовані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Поточні проблеми розвитку «розумних» портів

Назва компанії	Можливості	Переваги
Mediterranean Shipping Company (Швейцарія)	Інтернет-бронювання фрахту, онлайн-платежі, електронний ключ для доступу	Зручність і ефективність процесу бронювання, безпека даних, зручне управління процесами перевезень
CMA CGM Group (Франція)	Різні інструменти для логістики та вантажоперевезень, порівняння тарифів	Гарантована ціна без залежності від обсягів вантажу, доступ до світових тарифів, простота бронювання
Zim (Ізраїль)	Система для автоматизованого збору даних про вантажі та їх моніторинг	Системи реального часу для відстеження вантажів, можливість інтеграції з іншими логістичними та митними процесами
Trade Lens	Платформа для обміну інформацією між учасниками ланцюга постачання, онлайн-бронювання	Зручний обмін митною та фінансовою інформацією, високий рівень безпеки, зменшення витрат на документообіг
China Merchant Port Group (Китай)	Розумні порти на основі блокчейн-платформи, інтеграція з різними органами	Безконтактні цифрові операції, автономне бронювання транспорту, дистанційне управління портовою інфраструктурою
Alibaba Group & Ant Financial (Китай)	Інтелектуальні порти, нова відкрита платформа для блокчейн-технологій	Інтеграція з банками, митницею, зручне управління портами та транспортом через автономні пристрої

Freightos (Світ)	Платформа для бронювання вантажоперевезень, порівняння тарифів, інформація про розклад рейсів	Простота бронювання, гарантія ціни незалежно від обсягу, публічний індекс вартості контейнерних перевезень
Harpag-Lloyd (Німеччина)	Онлайн-сервіс для швидкого розрахунку вартості перевезень, мобільний додаток	Швидкий доступ до інформації про тарифи, зручність у бронюванні фрахту, доступ до розкладу відправлень
Dubai Port World (OAE)	Термінація портів, послуги для вантажоперевезень	Розширене управління портовою інфраструктурою, можливості для взаємодії з міжнародними перевізниками та митними органами
SeaRates (Світ)	Сервіс для інтеграції тарифів від тисяч перевізників	Аналізує тарифи, час доставки, допомагає вибрати оптимальні варіанти, відображає вантаж в реальному часі і час перебування у порту перевалки

Джерело: складено автором на основі [17, 18, 44]

Цифровізація та автоматизація процесів у логістиці та портах значно підвищують ефективність, знижують витрати і вплив людського фактора, сприяючи покращенню продуктивності та безпеки. Розумні порти, що використовують технології Інтернету речей, штучного інтелекту та блокчейну, оптимізують вантажоперевезення та зменшують екологічний вплив. Успішні приклади, як у Китаї та Німеччині, демонструють важливість співпраці між державою та бізнесом для ефективної цифровізації портової інфраструктури. Впровадження таких інновацій сприяє розвитку сталого та конкурентоспроможного сектору.

3.2 Формування стратегії розвитку цифровізації портової логістики, як складової післявоєнного відновлення України

Найближчі п'ять років для України визначаються завданням не лише відновити транспортні потужності, пошкоджені внаслідок російської агресії, але й інтегрувати їх у єдину транскордонну транспортну мережу ЄС (TEN-T). Основоположним принципом обрано концепцію «build back better» – «відбудувати краще, ніж було». Фізичний масштаб руйнувань величезний: знищено або пошкоджено понад 600 об'єктів портової інфраструктури, зокрема в ключових вузлах, таких як Дунайський кластер та порти Великої Одеси.

Оперативний план відновлення включає конкретні кроки щодо залучення приватного капіталу, наприклад, передачу в концесію терміналів у порту Чорноморськ уже у 2025 році. Ключовими орієнтирами оновленої стратегії залишаються формування конкурентного середовища та покращення умов для інвестицій. Критично важливим стало завдання підвищення стійкості всієї транспортної системи до майбутніх загроз, що прямо впливає на планування. Зокрема, наголошується на необхідності розвитку високозахищених електронних систем та запровадження морського «єдиного вікна» – централізованої інформаційної системи для роботи з даними про судна. Ці цифрові інструменти мають стати основою як для безпеки, так і для ефективності майбутньої портової екосистеми.

У контексті повоєнного відновлення цифровізація перестає бути лише технічним оновленням, а перетворюється на фундаментальну умову досягнення стратегічних цілей. Її роль полягає у одночасному вирішенні кількох ключових завдань:

1. Підвищення операційної ефективності та пропускної спроможності. Відновлення фізичної інфраструктури має йти паралельно з впровадженням цифрових рішень, що здатні компенсувати втрачені потужності за рахунок якісного стрибка в продуктивності. Реалізація морського «єдиного вікна» – це

першочерговий крок для кардинального скорочення часу простою суден та вантажів, оскільки система інтегрує інформаційні потоки всіх контролюючих органів (митниці, прикордонної служби, санітарного нагляду тощо).

2. Скорочення витрат та підвищення конкурентоспроможності. Цифрові платформи сприяють зниженню транзакційних витрат на 15-30%, що є критичним аргументом для бізнесу та інвесторів. Автоматизація документообігу (на кшталт вже діючого проєкту "DocPort") безпосередньо впливає на логістичні витрати експортерів та імпортерів, роблячи українські маршрути більш привабливими.

3. Забезпечення прозорості, контролю та стійкості. Цифровізація дозволяє створити прозору та захищену середу для логістичних операцій. Моніторинг в реальному часі, електронний трекінг вантажів та захищені протоколи обміну даними підвищують безпеку та зменшують ризики, що є прямим відповідом на виклик побудови стійкої до агресії системи.

4. Беззастережна інтеграція з ЄС. Гармонізація цифрових стандартів України з європейськими системами (наприклад, в межах TEN-T) – не технічний нюанс, а політико-економічна вимога. Інтеграція в європейські цифрові транспортні платформи – це механізм фактичного вбудовування в єдиний транспортний простір, що забезпечить сталий потік транзитних вантажів.

Цифрова модернізація морського сектора розглядається в Україні як ключова складова транспортної та економічної стратегії. Стратегічне планування в цій сфері передбачає спрямування зусиль і ресурсів на впровадження технологій, які здатні забезпечити довготривалу ефективність, безпеку та інтеграцію в європейські транспортно-інформаційні системи. Таким чином, цифровізація морської галузі України забезпечує підвищення її конкурентоспроможності на міжнародному рівні, сприяє зниженню витрат, покращенню якості обслуговування, інтеграції в глобальні логістичні мережі та розвитку сталого транспортного господарства. Цей процес має значний

потенціал для сталого економічного зростання країни і покращення її економічної безпеки.

Стратегічні пріоритети цифрової трансформації морської галузі України включають кілька важливих аспектів, що сприяють її інтеграції в європейський транспортний простір і забезпечують підвищення ефективності портів, безпеки та екологічної відповідальності. Цифрова модернізація морського сектора є стратегічною для інтеграції України в європейський транспортний простір та підвищення конкурентоспроможності портів. Основні напрями та інструменти реалізації цієї трансформації визначено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Основні стратегії цифрового розвитку морської галузі України

Пріоритет	Зміст
Гармонізація з вимогами ЄС	Інтеграція України в Транс'європейську транспортну мережу (TEN-T) та Єдиний цифровий ринок. Впровадження європейських стандартів електронного документообігу, митного оформлення, адаптація до концепцій Port Community System і Maritime Single Window.
Єдине цифрове середовище портів	Створення екосистеми на базі відкритих даних, хмарних технологій, IoT та штучного інтелекту для об'єднання всіх учасників логістичних процесів (оператори, митниця, вантажовласники).
Цифрова безпека та стійкість	Реалізація протоколів захисту критичної інформаційної інфраструктури, відповідність вимогам ЄС з кібербезпеки, розвиток центрів реагування на кіберзагрози у морській галузі.
Екологічна безпека та «зелені порти»	Впровадження цифрових технологій для моніторингу викидів, контролю якості води, енергоефективності. Реалізація принципів «Green Ports» через інтелектуальні системи планування.

Технологічна незалежність та сталий розвиток	Формування інфраструктури, здатної забезпечити довгостроковий технологічний розвиток та інтеграцію в глобальні ланцюги поставок.
--	--

Джерело: складено автором на основі [21, 23, 24]

Одним з основних напрямів є гармонізація цифрових рішень відповідно до вимог ЄС, зокрема інтеграція України в Транс'європейську транспортну мережу (TEN-T) та Єдиний цифровий ринок. Це передбачає впровадження європейських стандартів у таких сферах, як електронний документообіг, митне оформлення і обмін інформацією між портами та державними органами. Це також включає адаптацію до концепцій Port Community System і Maritime Single Window.

Другим важливим пріоритетом є створення єдиного цифрового середовища для портів, яке базується на відкритих даних, хмарних технологіях, Інтернеті речей (IoT) і системах штучного інтелекту. Це дозволяє об'єднати всіх учасників логістичних процесів в єдину екосистему, забезпечуючи безперебійну та ефективну взаємодію між портовими операторами, митними органами, вантажовласниками та транспортними компаніями. Завдяки цьому, процеси у портах стають більш прозорими, швидкими та зручними для всіх учасників.

Водночас важливим аспектом є цифрова безпека та стійкість інформаційних систем. Це включає реалізацію протоколів захисту критичних інформаційних структур, забезпечення відповідності вимогам Європейського законодавства в галузі кібербезпеки та розвиток центрів реагування на кіберзагрози у морській галузі. Це допомагає захистити портову інфраструктуру та забезпечити стабільність її роботи в умовах цифрових загроз.

Ще одним важливим напрямком є врахування зростаючих вимог до екологічної безпеки. Цифрові технології повинні сприяти ефективному моніторингу викидів, контролю якості води та реалізації принципів «зелених портів» (Green Ports). Завдяки інтелектуальним системам можна мінімізувати

екологічний вплив портової діяльності, контролюючи енергоспоживання та зменшуючи викиди CO₂ через ефективне планування операцій.

Загалом, цифровізація морської галузі є важливою складовою стратегічного розвитку, оскільки вона сприяє інтеграції України в міжнародні транспортно-логістичні мережі та покращує ефективність роботи портів. Крім того, вона дозволяє знижувати витрати, покращувати екологічну безпеку та сприяти розвитку економіки через інтеграцію в глобальні ланцюги постачання. Цифровізація повинна також орієнтуватися на формування інфраструктури, здатної забезпечити технологічну незалежність та сталий розвиток.

Враховуючи це, важливо звернути увагу на основні фактори, що сприяють зростанню продуктивності портів. Впровадження цифрових технологій дозволяє не лише автоматизувати процеси та знижувати витрати, але й сприяє розвитку інфраструктури, підвищує екологічну безпеку і стимулює інновації. Всі ці аспекти взаємопов'язані, і саме вони визначають успішний розвиток портової галузі. Для кращого розуміння, наведена нижче діаграма демонструє ключові фактори зростання продуктивності портів, які є безпосередньо пов'язані з процесами цифровізації. Цифровізація морської галузі є ключовою для інтеграції України в міжнародні логістичні мережі, підвищення ефективності портів та досягнення сталого розвитку. Узагальнені економічні результати цієї трансформації, що демонструють зв'язок між цифровізацією та продуктивністю, наочно представлено на (рис. 3.1.)

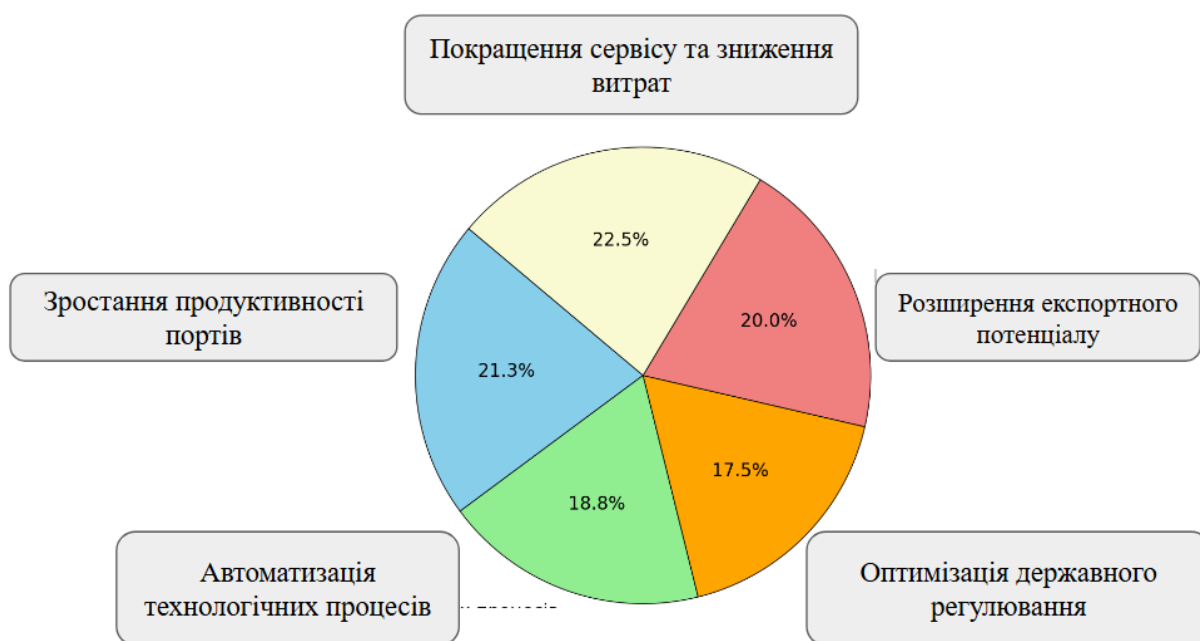


Рис. 3.1 Узагальнені економічні результати цифрової трансформації

Джерело: складено автором на основі [23]

На діаграмі представлено порційний вплив п'яти ключових факторів на підвищення продуктивності портового сервісу та зниження витрат.

Найбільшу частку впливу, 22,5%, має розширення та автоматизація технологічних процесів, що безпосередньо веде до збільшення обробної спроможності терміналів на 20–25%. Другий за значимістю фактор (21,3%) — це інтеграція цифрових інструментів у системи митного та прикордонного контролю, що забезпечує покращення сервісу, зниження логістичних витрат та щорічне зростання транзитного вантажообігу на 5–7%. Оптимізація державного регулювання становить 20% від загального впливу і спрямована на зниження корупційних ризиків, покращення контролю та інвестиційного клімату, що розширює експортний потенціал. Стимулювання інноваційної діяльності (18,8%) проявляється у розвитку портових цифрових хабів, розвитку ІТ-галузі та створенні нових робочих місць у високотехнологічних сферах. Завершує перелік фактор зростання доходів державного та місцевих бюджетів, частка якого

оцінена у 17,5%. Додатково впровадження цих заходів супроводжується позитивними ефектами, такими як мінімізація впливу на довкілля завдяки цифровому моніторингу та зниження витрат на ліквідацію екологічних наслідків.

Інвестиції в цифровізацію є не витратами, а мультиплікативними інвестиціями у відновлення. Прогнозоване підвищення ефективності роботи портів на 20-25% безпосередньо конвертується у збільшення вантажообігу, податкових надходжень та привабливості для інвестицій. Загальний щорічний вплив на ВВП оцінюється в 0,5–0,7%, що підтверджує макроекономічне значення цифрової трансформації галузі.

Оскільки порти є складним середовищем із численною кількістю задіяних сторін, цифрова трансформація потребує чіткої координації на кожному етапі. Для успішного розвитку розумних портів необхідна національна стратегія, що включає аналіз поточного стану, ідентифікацію проблем та проєктування майбутньої моделі функціонування. Такий поетапний підхід допомагає визначити основні виклики, усунути структурні недоліки й поведінкові бар'єри, а також створити ефективну цифрову інфраструктуру.

Під час підготовки таких проєктів виникає низка типових труднощів, що вимагають системного та стратегічного підходу. Для подолання викликів цифрової трансформації та успішної реалізації стратегії розвитку «розумних» портів необхідно чітко визначити та систематизувати ключові проблеми, що представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Поточні проблеми розвитку «розумних» портів

Проблема	Зміст проблеми
Збільшення розмірів суден	Проблеми структурного планування портів у зв'язку з перевантаженням їх потужностей при збільшенні розмірів великих суден.

Поєднання інфраструктури	Необхідність покращення портової інфраструктури, операцій, обсягів та транспорту в порту.
Оптимізація процесів	Необхідність оптимізації процесів на регіональних портах для обробки суден у межах міжнародних стандартів.
Відсутність навичок	Необхідність підвищення навичок в управлінні реальним часом для організації ефективних портових операцій та забезпечення безпеки суден.
Підвищення продуктивності праці	Підвищення ефективності та продуктивності праці в порту або в регіональних портах.
Аналіз до заміни	Проблеми стану портів в їх змозі приймати вантажі інші типи суден та для великих вантажів.
Автоматизація робототехніки	Відсутність технології інтеграції роботизованих портових пристроїв, що включають дії роботи автоматичних роботів і систем, що базуються на технології інтернету речей (IoT).
Інтеграція транспортних систем	Інформація про нові можливості таких же низьких обсягів використання вантажних транспортних засобів, необхідність постачання нових інформаційних та змінних транспортних систем.
Викиди на довкілля	Екологічні проблеми, які виникають внаслідок збільшення навантаження на портові системи для підготовки вихідних водних потоків.

Джерело: складено автором на основі [7, 14]

Таким чином, перехід до моделі «Smart Port» є не лише технологічним оновленням, а комплексною системною трансформацією, що формує основу для сталого, ефективного та інноваційного розвитку портової галузі.

У результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що цифрова трансформація є необхідною умовою для підвищення конкурентоспроможності морської галузі України та її інтеграції в європейський

транспортний простір. Впровадження таких технологій, як автоматизація логістичних процесів і електронний документообіг, дозволяє підвищити ефективність роботи портів, знизити трансакційні витрати і покращити інвестиційний клімат країни. Це також створює можливості для зростання обсягів вантажоперевезень і розширення експортного потенціалу України.

Важливими стратегічними пріоритетами є інтеграція в цифрову транспортну систему ЄС, створення єдиного цифрового екосередовища портів, забезпечення цифрової безпеки та підвищення екологічної безпеки. Для досягнення цих цілей необхідно забезпечити державну підтримку та інвестиції в розвиток інфраструктури, а також вирішити інституційні, економічні та технічні проблеми, що сприятиме успішній реалізації цифрової трансформації морської галузі.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження присвячено комплексному аналізу теоретико-методичних основ, міжнародного досвіду та стратегічних перспектив цифрової трансформації портової логістики, зокрема на прикладі компанії NHLA (Гамбург) та ДП «Одеський морський торговельний порт».

Теоретичне підґрунтя роботи засвідчило, що сучасна логістика, особливо в контексті Індустрії 4.0, трансформується з системи фізичного переміщення вантажів у комплексну цифрову екосистему (Логістика 4.0). Ключовими драйверами цієї трансформації виступають такі технології, як Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), штучний інтелект (AI), блокчейн, роботизація та автоматизація. Їх впровадження забезпечує підвищення прозорості, оптимізацію маршрутів, зниження операційних витрат, підвищення швидкості та якості обслуговування. Для оцінки ефективності використання цих технологій доцільно застосовувати економіко-математичні методи, експертні оцінки, бенчмаркінг та процесний підхід.

Порівняльний аналіз досвіду NHLA та Одеського порту виявив дві принципово різні парадигми розвитку:

NHLA є зрілим технологічним інтегратором з диверсифікованою бізнес-моделлю, що поєднає автоматизовані портові термінали, розвинену інтермодальну мережу (залізниця, авто) та активну інноваційну діяльність. Її фінансовий успіх (стале зростання виручки, ЕВІТ та чистого прибутку у 2024 році) ґрунтується на системній цифровізації, синергії сегментів і оптимізації витрат, що забезпечує конкурентоспроможність на глобальному ринку.

Одеський порт у поточних умовах виконує роль критичної інфраструктури національної безпеки. Його вражаюче відновлення вантажообігу у 2024 році (зростання до 97,2 млн т) завдяки українському морському коридору має політико-залежний характер і базується на операційній мобілізації, але залишається вразливим через монолітну структуру вантажів (зерно, руда) та зовнішні ризики. Рівень цифровізації значно відстає від європейських стандартів.

Таким чином, якщо для ННЛА цифровізація є інструментом підвищення рентабельності та глобальної інтеграції, то для українських портів вона має стати стратегічною основою повоєнного відновлення та трансформації, необхідною для забезпечення стійкості, ефективності та конкурентоспроможності.

На основі досвіду ННЛА та аналізу вітчизняного контексту сформовано стратегічні напрями цифрової трансформації портової логістики України:

Гармонізація з вимогами ЄС: Інтеграція в Транс'європейську транспортну мережу (TEN-T), впровадження єдиного морського вікна (Maritime Single Window) та системи портової спільноти (Port Community System) відповідно до європейських стандартів.

Створення єдиного цифрового середовища портів: Розбудова інтегрованої екосистеми на базі хмарних технологій, IoT та AI для об'єднання всіх учасників логістичного ланцюга (оператори, митниця, перевізники, вантажовласники) та забезпечення безперебійного обміну даними.

Пріоритети безпеки та стійкості: Запровадження надійних протоколів кібербезпеки для захисту критичної інфраструктури та розвиток цифрових систем моніторингу екологічних показників для реалізації концепції «зелених портів».

Активізація державно-приватного партнерства: Залучення інвестицій, у тому числі через механізми концесії, для модернізації інфраструктури та впровадження високих технологій.

Очікувані економічні ефекти від цифрової трансформації українських портів включають: підвищення операційної ефективності на 20–25%, скорочення логістичних витрат експортерів на 15–30%, зростання транзитного вантажообігу на 5–7% щорічно, поліпшення інвестиційного клімату та додаткові надходження до бюджетів.

Отже, цифрова трансформація портової логістики є не технічним оновленням, а стратегічною імперативою для України. Вона становить основу для відбудови портової галузі за принципом «build back better», забезпечує її

стійкість, інтеграцію в європейський транспортний простір та формування нової якісної моделі економічного зростання в повоєнний період. Впровадження запропонованих заходь дозволить українським портам перейти від ролі сировинного хабу до статусу високотехнологічних логістичних вузлів у глобальних ланцюгах поставок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Канцедал Н. А. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Науковий вісник. – С. 47–48.
2. Кириллова О. В. Поняття «Smart Port» у контексті глобальних тенденцій інтеграції інтелектуальних транспортних та інформаційних технологій у портовій індустрії // Вчені записки Таврійського національного університету. Серія: Технічні науки. – 2024. – Т. 35, № 5, частина 2. – С. 82–85.
3. Маркевич К. Цифрова трансформація бізнесу: виклики і можливості для партнерства // Матеріали науково-практичної конференції (9–10 вересня 2021р., м. Мелітополь).
4. Романич І. Б. Математичні методи в логістиці: аналіз, класифікація, прикладові моделі // Економічний журнал. – С. 55–57.
5. Рудень В. В., Гутор Т. Г. Методика проведення та оцінки результатів експертних оцінок (на прикладі впровадження системи моніторингу здоров'я населення на рівні первинної медико-санітарної допомоги) // Український медичний журнал. – 2011. – 7 лютого.
6. Сментина Н. В. Цифровізація морської галузі України: економічні ефекти та стратегічні пріоритети конкурентоспроможності // Київський економічний науковий журнал. – 2025. – С. 253–254.
7. Шкригун Ю. О. Теоретичні підходи до визначення поняття «цифрова логістика» // Економічний вісник Донбасу. – 2021. – № 3 (65). – С. 138–142.
8. Штельмашук М. С. Цифровізація та автоматизація логістичних процесів: сучасний стан та перспективи // Наукові записки. – С. 2–4.
9. Яровий В. І. Теоретичні засади цифровізації контейнерних перевезень // Наукова періодика України. – 2024. – С. 2–6.

10. Use of global experience in the development of smart ports in Ukraine // Scientific thought development '2022. Part 2 : монографія. – 2022. – С. 46–54.
11. Матеріали Міжнародного наукового журналу «Грааль науки». – 2025. – № 56 (вересень). – С. 58–60.
12. Балабанова Л. В. Логістика : підручник. – Київ : Центр учбової літератури, 2021. – 416 с.
13. Крикавський Є. В. Логістика та управління ланцюгами постачань. – Львів : Львівська політехніка, 2021. – 472 с.
14. Сумець О. М. Логістика: теорія і практика. – Київ : Хай-Тек Прес, 2021. – 512 с.
15. Чухрай Н. І. Логістика в цифровій економіці. – Львів : ЛПІ, 2022. – 344 с.
16. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management. – Pearson, 2021. – 336 p.
17. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management. – Pearson, 2022. – 528 p.
18. Ivanov D. Digital Supply Chain. – Springer, 2021. – 412 p.
19. Електронні ресурси, веб-сайти, блоги
20. Єдина цифрова платформа для міжнародної торгівлі (Single Window) в Україні : [веб-сайт TFADatabase]. – URL:
<https://tfadatabase.org/en/members/ukraine/article-10-4-3>
21. Інтернет речей (IoT) в логістиці: як це працює? // Блог GetTransport. – URL: <https://blog.gettransport.com/uk/trends-in-logistic/internet-of-things-iot-in-logistics-how-it-works/>
22. Інформаційна система державних фінансів України (ГІС) : офіційний сайт // Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. – URL: <https://mtu.gov.ua/news/34337.html>
23. Коли варто впроваджувати процесний підхід? // Е5 Консалтинг : блог. – URL: <https://e5.ua/uk/blogpost-2/koly-varto-vprovadzhuvaty-protsesnyj-pidhid/>

24. Майбутнє логістики, або навіщо перевізникам блокчейн та смарт-контракти // Wezom : блог. – URL:
<https://wezom.com.ua/ua/blog/maybutnje-logistiki-abo-navischo-pereviznikam-blokcheyn-ta-smart-kontrakti>
25. Перспективи розвитку української портової галузі до 2030 року // CarryLand : блог. – URL: <https://carryland.com.ua/blog/view/perspektivi-rozvitku-ukrayinskoyi-portovoyi-galuzi-do-2030-roku-a200/>
26. Повернення до моря: як Україна відновлює порти у 2025 році для контейнерних перевезень // Центр транспортних стратегій (CFTS) : блог. – URL:
https://cfts.org.ua/blogs/povernennya_do_morya_yak_ukrana_vidnovlyue_port_i_u_2025_rotsi_dlya_konteynernikh_perevezen_731
27. Транспортна стратегія-2030: яким бачать розвиток портової галузі // Центр транспортних стратегій (CFTS) : стаття. – URL:
https://cfts.org.ua/articles/transportna_strategiya_2030_yakim_bachat_rozvitok_portovo_galuzi_2089
28. Українська правда : інтерв'ю з Ігорем Пилипівом про відновлення роботи портів (14.06.2024). – URL:
<https://epravda.com.ua/rus/news/2024/06/14/715234/>
29. Цифрові технології у логістиці // Блог УС.Market. – 2024. – 25 червня. – URL: <https://blog.youcontrol.market/tsifrovi-tiekhnologhiyi-u-loghistitsi/>
30. Цифровізація логістики: ключові завдання і роль технологій в управлінні перевезеннями / Олександр Ширяєв // ABMCloud : блог. – 2025. – 25 липня. – URL: <https://abmcloud.com/uk/tsyfrovizatsiya-u-lohistytsi/>
31. Цифровізація: переваги та шляхи подолання викликів / Катерина Маркевич // Разумковський центр : аналітична стаття. – URL:
<https://razumkov.org.ua/statti/tsyfrovizatsiia-perevagy-ta-shliakhy-podolannia-vyklykiv>

32. Як використовувати штучний інтелект (AI) в логістиці? // Блог GetTransport. – URL: <https://blog.gettransport.com/uk/trends-in-logistic/how-to-use-artificial-intelligence-ai-in-logistics/>
33. Бібліотека «Букреєр» : [веб-сайт]. – URL: <https://buklib.net/books/28421/>
34. Офіційні сайти компаній, установ та організацій, звіти
35. GMK Center : аналітичні матеріали щодо роботи українських портів (2023-2024). – URL: <https://gmk.center/ua/infographic/perevalka-vantazhiv-v-ukrainskykh-portakh-u-2024-rotsi-zroslo-vidrazu-na-57/>
36. HHLA (Hamburger Hafen und Logistik AG) : офіційний сайт. – URL: <https://hhla.de/en>
37. HHLA Annual Report 2024. – URL: https://hhla.de/fileadmin/download/investoren/hv/hv-2025/HHLA_2024_Annual_Report.pdf
38. HHLA closes 2024 financial year with positive growth in revenue and earnings : прес-реліз. – URL: <https://hhla.de/en/media/news/detail-view/hhla-closes-2024-financial-year-with-positive-growth-in-revenue-and-earnings>
39. HHLA overview : інформаційна сторінка. – URL: <https://hhla.de/en/media/hhla-overview>
40. HHLA strengthens commitment in Ukraine with majority stake in EuroBridge intermodal terminal Batiovo : прес-реліз. – URL: <https://hhla.de/en/media/news/detail-view/hhla-strengthens-commitment-in-ukraine-with-majority-stake-in-eurobridge-intermodal-terminal-batiovo>
41. Innovation at HHLA : розділ сайту. – URL: <https://hhla.de/en/the-power-of-networks/innovation>
42. Sustainability at HHLA : розділ сайту. – URL: <https://hhla.de/nachhaltigkeit>
43. В Одеському порту запустили цифрову платформу DocPort : новина // Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. – URL: <https://mindev.gov.ua/news/v-odeskomu-portu-zapustily-tsyfrovu-platformu-docport>

44. Енциклопедія Сучасної України (стаття) : [електронний ресурс]. – URL: <https://esu.com.ua/article-18759>
45. Одеський морський торговельний порт // Вікіпедія. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеський_морський_торговельний_порт
46. PortNews : новина про річний звіт ННЛА за 2024 рік. – URL: <https://portnews.ru/news/377038/>
47. PortNews : статистика вантажообігу порту Одеса (2023). – URL: <https://portnews.ru/news/323805/>
48. Smart port // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_port
49. Українські морські порти в 2024 році обробили рекордні 97 мільйонів тонн вантажів : стаття // Milling & Grain. – 2025. – 22 January. – URL: <https://millingandgrain.com/ukrainian-ports-handle-record-97-million-tonnes-of-cargo-in-2024/>
50. Рудігер Фрідріхс. Управління інфраструктурою в Hamburger Hafen und Logistik AG // Матеріали компанії Wonderware. – С. 3–5. [Цитується за локально збереженим файлом].
51. Інформаційна система державних фінансів України (ГІС) : офіційний сайт // Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. – URL: <https://mtu.gov.ua/news/34337.html>
52. Одеський морський торговельний порт // Вікіпедія. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеський_морський_торговельний_порт
53. Smart port // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_port