МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра статистики та математичних методів в економіці
Кафедра економіки, права та управління бізнесом

Допущено до захисту
Завідувачка кафедри
статистики та ММЕ
Ольвінська Ю.О.

_____
(підпис)
“___” _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 051 «Економіка»
за освітньою програмою
«Бізнес-економіка та аналітика»

на тему: «Бізнес-аналітика морських портів Південного регіону»

Виконавець:
студентка центру заочної форми навчання
Орешкіна Катерина Андріївна _____

Науковий керівник:
канд. екон. наук, доцент
Погорєлова Тетяна Валеріївна _____

ОДЕСА – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Центр *заочної форми навчання*
Кафедри *статистики та математичних методів в економіці та економіки, права та управління бізнесом*
Освітній ступінь *бакалавр*
Спеціальність _____*051 «Економіка»*_____
(шифр та назва спеціальності)
Освітня програма _____*«Бізнес-економіка та аналітика»*_____
(назва освітньої програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри_____
(підпис)
“26” ____грудня____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
на кваліфікаційну роботу бакалавра
_____Орешкіної Катерини Андріївни_____
(прізвище, ім’я, по батькові студента)

1. Тема роботи__***«Бізнес-аналітика морських портів Південного регіону»,***
(назва теми)
науковий керівник роботи _____**Погорєлова Тетяна Валеріївна,**
_____канд. екон. наук, доцент,_____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)
затверджені наказом вищого навчального закладу № 208 від 19.12.2025 р.

Термін здачі студентом закінченої роботи “15” травня 2026 р.

2. Вихідні дані до роботи: Метою кваліфікаційної робити є дослідження теоретичних і практичних аспектів застосування бізнес-аналітики в діяльності морських портів Південного регіону України._____

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Розглянути теоретико-методологічні основи бізнес-аналітики морського транспорту; здійснити аналіз сучасного стану та тенденцій цифровізації портів України; провести порівняльний аналіз техніко-економічних показників портів Південного регіону; побудувати та проаналізувати багатофакторну регресійну модель вантажообігу морських портів України.

4. Графіки для відображення: динаміки та структури основних показників діяльності морських портів Південного регіону

5. Дата видачі завдання “26” грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження плану роботи	січень, 2026	
2	Складання бібліографії	лютий, 2026	
3	Подання науковому керівнику: Розділ 1	лютий, 2026	
	Розділ 2	березень, 2026	
	Розділ 3	квітень, 2026	
4	Здача закінченої роботи на кафедру	15.05.2026	
5	Захист роботи на кафедрі (малий захист)	18.05.2026	

Студент _____ **Орешкіна К.А.**
(підпис) *(прізвище та ініціали)*

Науковий керівник _____ **Погорєлова Т.В.**
(підпис) *(прізвище та ініціали)*

Рішення комісії про попередній (малий) захист кваліфікаційної роботи бакалавра від „18” травня 2026 року

_____

_____

Члени комісії:

1. Самотоєнкова О.В., к.е.н., доцент _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, підпис)

2. Березорудський А.М. доктор філософії _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, підпис)

3. Маринов Д.М., доктор філософії _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, підпис)

Віза завідувача кафедри:
Ольвінська Ю.О. _____
(прізвище та ініціали) *(підпис)*
„18” травня 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Орешкіна К.А. «Бізнес-аналітика морських портів Південного регіону».
Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра зі спеціальності
051 «Економіка»
За освітньою програмою «Бізнес-економіка та аналітика»
Одеський національний економічний університет. – Одеса, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів. Об'єктом дослідження є діяльність морських портів Південного регіону України. Предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні аспекти застосування бізнес-аналітики в управлінні діяльністю морських портів.

Досліджено теоретико-методологічні основи бізнес-аналітики у сфері морського транспорту, проаналізовано сучасний стан цифровізації морських портів Великої Одеси та визначено основні проблеми впровадження аналітичних систем у портовій галузі. Розглянуто питання інтеграції інформаційних систем, стандартизації даних та використання цифрових платформ управління портовою діяльністю.

Проведено аналіз діяльності портів Великої Одеси та розроблено багатофакторну модель прогнозування вантажопотоків із використанням методів предикативної аналітики. Запропоновано використання Port Community Systems (PCS) як інструменту інтегрованого аналізу даних та цифрової взаємодії між учасниками портового процесу.

Здійснено економічне обґрунтування інвестицій у модернізацію IT-інфраструктури портів та визначено перспективи подальшої цифрової трансформації портової галузі України.

Ключові слова: *бізнес-аналітика, морські порти, цифровізація, предикативна аналітика, вантажопотоки, Port Community Systems, IT-інфраструктура, портова діяльність.*

ANNOTATION

Oreshkina K. "Business analytics for seaports in the Southern Region".
Qualifying work for obtaining an educational bachelor's degree in special
051 «Economics»
for the educational program "Business Economics and Analytics"
Odesa National University of Economics. - Odesa, 2026.

This bachelor's thesis comprises an introduction and three chapters. The object of the study is the operations of seaports in the southern region of Ukraine. The subject of the study is the theoretical, methodological and practical aspects of applying business analytics to the management of seaport operations.

The theoretical and methodological foundations of business analytics in the field of maritime transport have been investigated, the current state of digitalisation of the seaports of Greater Odessa has been analysed, and the main problems of implementing analytical systems in the port sector have been identified. Issues relating to the integration of information systems, data standardisation and the use of digital platforms for port operations management have been examined.

An analysis of the operations of the ports of Greater Odessa has been conducted, and a multi-factor model for forecasting cargo flows has been developed using predictive analytics methods. The use of Port Community Systems (PCS) as a tool for integrated data analysis and digital interaction between participants in the port process is proposed.

An economic justification for investments in the modernisation of ports IT infrastructure has been provided, and the prospects for the further digital transformation of Ukraine's port industry have been identified.

Keywords: *business analytics, seaports, digitalisation, predictive analytics, cargo flows, Port Community Systems, IT infrastructure, port operations.*

ЗМІСТ

ВСТУП …….. 4

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ……. 7

1.1. Еволюція аналітичних систем у портах ……... 7

1.2. Специфіка бізнес-процесів морського порту як об’єкта аналізу (Стивідорні, складські, агентські послуги) …… 12

1.3. Формування системи ключових показників ефективності (KPI) сучасного порту (вантажообіг, Turnaround Time, рентабельність причалу) ….. 16

Висновки за розділом 1 19

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ ЦИФРОВІЗАЦІЇ МОРСЬКИХ ПОРТІВ …… 21

2.1. Аналіз діяльності морських портів України в умовах сучасних викликів (на основі даних АМПУ) …… 21

2.2. Порівняльна характеристика факторів, які впливають на аналіз техніко-економічних показників портів Південного регіону (Південний, Одеса, Чорноморськ) …… 32

2.3. Дослідження ризиків та бар'єрів на шляху впровадження аналітичних систем в управління морським транспортом України …….. 38

Висновки за розділом 2 43

РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА ОСНОВІ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ …….. 44

3.1. Розробка моделі прогнозування вантажопотоків за допомогою методів предикативної аналітики …… 45

3.2. Впровадження Port Community Systems (PCS) як інструменту інтегрованого аналізу даних …… 52

3.3. Економічне обґрунтування інвестицій у модернізацію IT-інфраструктури порту …….. 57

Висновки за розділом 3 67
ВИСНОВКИ …… 69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……... 73
ДОДАТКИ …… 78

ВСТУП

Морські порти відіграють ключову роль у національній економіці, міжнародній торгівлі, а також у забезпеченні функціонування ланцюгів постачання. В умовах посилення міжнародної конкуренції, цифровізації транспортної галузі та нестабільності зовнішнього середовища ефективність роботи портової інфраструктури дедалі більше залежить від її здатності швидко обробляти великі обсяги інформації, прогнозувати зміни ринку та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Саме тому бізнес-аналітика як сучасний інструмент підвищення ефективності управління морськими портами набуває особливого значення.

Сучасний етап розвитку морської галузі характеризується активним впровадженням цифрових технологій, автоматизованих систем управління, великих даних, штучного інтелекту та інтегрованих інформаційних платформ. Використання аналітичних систем дозволяє оптимізувати логістичні процеси, скорочувати час обробки суден, підвищувати продуктивність портової інфраструктури та забезпечувати прозорість операційної діяльності. У зв’язку з цим бізнес-аналітика стає невід’ємною складовою стратегічного розвитку сучасних портів.

Особливої актуальності дана тема набуває для морських портів Південного регіону України, які в умовах сучасних викликів залишаються основними транспортно-логістичними вузлами держави. Порти «Південний», «Одеса» та «Чорноморськ» забезпечують значну частину експортно-імпортних операцій України, виконуючи важливу функцію інтеграції країни у світову транспортну систему. Водночас воєнні ризики, зміна логістичних маршрутів, необхідність адаптації до нових умов функціонування та посилення вимог до швидкості й якості обслуговування потребують впровадження сучасних підходів до управління на основі аналітичних технологій.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю дослідження можливостей застосування бізнес-аналітики для підвищення

ефективності діяльності морських портів Південного регіону, оптимізації використання інфраструктури, удосконалення системи управління та забезпечення конкурентоспроможності портової галузі в умовах цифрової трансформації економіки.

Теоретичну основу дослідження становлять наукові праці вітчизняних та зарубіжних учених у сфері бізнес-аналітики, цифровізації логістичних систем, управління портовою діяльністю та транспортної економіки. Інформаційною базою роботи є статистичні дані Адміністрації морських портів України, міжнародних організацій, аналітичні матеріали та результати сучасних досліджень у сфері морського транспорту.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження теоретичних і практичних аспектів застосування бізнес-аналітики в діяльності морських портів Південного регіону України та розробка напрямів підвищення ефективності управління портовими процесами на основі сучасних аналітичних технологій.

Для досягнення поставленої мети у роботі визначено такі завдання:

- дослідити теоретико-методологічні основи бізнес-аналітики морського транспорта;
- проаналізувати еволюцію аналітичних систем у портовій діяльності;
- охарактеризувати специфіку бізнес-процесів морського порту як об’єкта аналізу;
- дослідити систему ключових показників ефективності діяльності морських портів;
- здійснити аналіз сучасного стану та тенденцій цифровізації портів України;
- провести порівняльний аналіз техніко-економічних показників портів Південного регіону;
- визначити основні ризики та бар’єри впровадження аналітичних систем до управління портовою галуззю;

- розробити пропозиції щодо оптимізації управління портовою діяльністю на основі бізнес-аналітики.

Об’єктом дослідження є діяльність морських портів Південного регіону України.

Предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні аспекти застосування бізнес-аналітики в управлінні діяльністю морських портів.

У процесі дослідження використано такі методи: аналіз і синтез, системний підхід, порівняльний аналіз, статистичні методи, методи економічного аналізу, графічний метод, а також методи бізнес-аналітики та прогнозування.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованих підходів і рекомендацій для підвищення ефективності діяльності морських портів, удосконалення процесів управління, оптимізації використання інфраструктури та розвитку цифрових технологій у портовій галузі України.

Структура кваліфікаційної роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі досліджено теоретико-методологічні основи бізнес-аналітики в морському транспорті. Другий розділ присвячено аналізу сучасного стану та тенденцій цифровізації морських портів України. У третьому розділі розроблено напрями оптимізації управління портовою діяльністю на основі сучасних аналітичних інструментів та цифрових технологій.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1. Еволюція аналітичних систем у портах

У сучасній науковій літературі немає єдиного визначення аналітичної системи, яке б відображало її міждисциплінарний характер. Однак більшість науковців розглядають аналітичні системи як еквівалент бізнес-аналітики, інформаційних систем або систем підтримки рішень у сфері управління. Бізнес-аналітика — це повсюдне використання даних, разом зі статистичними та кількісними методами чи моделями, для підтримки процесів прийняття рішень, за визначенням Davenport & Harris [1]. У цьому контексті аналітичні системи забезпечують технологічну платформу, на якій можна реалізувати ці форми аналітики.

У літературі з ІС - аналітичні системи концептуалізуються як підмножина бізнес-аналітики. Вони призначені для перетворення необроблених даних на цінні знання за допомогою методів дослідження даних, що сприяють науково технічному прогресу (НТП) та підтримці управлінських рішень. Зокрема, бізнес-аналітика аналізує дані для формування нової інформації та допомоги менеджерам у прийнятті обґрунтованих рішень. Тобто, визначення аналітичної системи включає як методологічні, так і технологічні аспекти обробки та інтерпретації даних.

Дослідження в галузі морського транспорту розглядають аналітичну систему як інструмент, котрий здатен забезпечити оптимізацію єдиного процесу в порту. У роботі Zerbino [2] наголошується, що порти повинні впроваджувати аналітику для оптимізації інформаційних потоків та підвищення ефективності операційних процесів. Зокрема, слід наголосити на важливості комплексного підходу, який включає як фізичні (вантажі, судна), так і інформаційні потоки, що безпосередньо впливають на ефективність управління. Подібну точку зору висловлюють Heilig та VoB [3], які описують аналітичну систему як засіб

переходу до управлінського підходу, заснованого на даних. Вони стверджують, що аналітика зменшує невизначеність, виявляє джерела неефективності та дозволяє прогнозувати майбутні операційні сценарії.

Розвиток аналітичних систем у портах також тісно пов'язаний з цифровізацією галузі та Індустрією 4.0. Зокрема, такі технології, як великі дані, Інтернет речей та інтегровані інформаційні платформи, розглядаються як основа нового етапу розвитку портових систем, де аналітика є ключовим елементом управління [4]. Також у літературі звертається увага на зростаючу важливість систем аналітичної підтримки в прийнятті управлінських рішень. Ефективність портових операцій, зокрема, залежить від їх здатності обробляти великі набори даних, аналізувати ці дані та приймати логічні рішення на основі результатів аналізу [5].

Як наслідок, на основі узагальнення підходів різних авторів, можна визначити аналітичні системи в морському транспорті як сукупність інформаційних технологій, методологій та інструментів, що сприяють накопиченню, обробці, аналізу та застосуванню даних для оптимізації управління портовими та логістичними процесами.

Дослідження пропонують такі ключові етапи для розробки аналітичних систем у морських портах. Перший етапом — «традиційний» — датується періодом до 1980-х років і його характерною особливістю було домінування нецифрових (паперових) форм обробки інформації та обмежене використання технічних засобів аналізу. Управління портами відбувалося на основі паперового документообігу, всі аналітичні процедури виконувалися вручну. Інформація про рух суден, вантажів та ресурсів фіксувалася у журналах і звітних документах, що суттєво обмежувало аналітичні можливості через: тривалий час обробки даних, підвищену ймовірність помилок, неможливість прогнозування [6].

Таким чином, аналітика цього періоду мала переважно описовий характер і була орієнтована на фіксацію вже здійснених операцій, тоді як управлінські рішення значною мірою базувалися на досвіді керівників. У цілому цей етап характеризується відсутністю саме цифрових аналітичних систем, обмеженим

рівнем автоматизації та недостатньою інтеграцією інформаційних потоків, що стримувало розвиток більш глибокого аналізу та підвищення ефективності управління портами.

Наступний, «етап автоматизації» (1980–2000 роки), позначений впровадженням комп'ютерних технологій і автоматизованих систем управління (АСУ). У цей період починається цифровізація окремих функцій портової діяльності. Основною зміною стало впровадження комп'ютерних систем для обліку вантажів, реєстрації суден, планування операцій і формування звітності. Як відзначають дослідники, завдяки цьому було значно підвищено оперативність обробки даних і зменшено кількість помилок [4]. Проте аналітичні функції залишалися обмеженими, оскільки системи фокусувалися переважно на зберіганні і обробці інформації, а не на її глибокому аналізі. На цьому етапі закладаються передумови розвитку бізнес-аналітики, зокрема формування електронних баз даних, стандартизація інформаційних потоків і появу початкових методів статистичного аналізу. Цей період можна розглядати як перехід від традиційних методів до сучасних аналітичних систем.

«Етап інтеграції» (2000–2015 роки) пов'язують із об'єднанням інформаційних потоків і створенням єдиних інформаційних середовищ. У цей період відбувається активне впровадження Port Community Systems (PCS), які сприяють координації між усіма учасниками портової діяльності. Згідно з дослідженням P. Zerbino [6]: «інтеграція інформаційних систем дозволяє підвищити ефективність портових операцій за рахунок скорочення часу обробки інформації і зменшення дублювань». Характерними рисами цього етапу є електронний документообіг, автоматизований обмін даними, інтеграція з митними й логістичними системами, а також застосування принципу «єдиного вікна». Аналітичні системи починають виконувати не лише облікові, а й аналітичні функції, зокрема аналіз ефективності операцій, ідентифікацію вузьких місць і оцінку продуктивності. Водночас провідними обмеженнями лишається фрагментарність систем і недостатній рівень їх інтеграції [5].

Нинішній, «цифровий» етап (2015 – т. ч.) відзначається активним впровадженням цифрових технологій, що суттєво трансформують управління портами. Зокрема, I. de la Peña Zarzuelo та інші відзначають, що технології Індустрії 4.0 — великі дані (Big Data), Інтернет речей (IoT), штучний інтелект та блокчейн — створюють нові можливості для аналізу та прийняття рішень [4].

На цьому етапі аналітичні системи здатні обробляти великі обсяги інформації в режимі реального часу, прогнозувати попит і навантаження, оптимізувати логістичні процеси й підтримувати управлінські рішення. S. Filom та колеги підкреслюють, що застосування методів машинного навчання підвищує точність прогнозів і ефективність управління портовими операціями [5]. Сучасні системи також інтегруються між собою для формування єдиної цифрової екосистеми порту.

Одним з перспективних напрямів є створення інтелектуальних платформ на базі штучного інтелекту і цифрових двійників. Як зазначають фахівці, цифрові двійники дають змогу моделювати віртуальні копії портів, що відображають їхній реальний стан у режимі реального часу [4]. Це відкриває нові можливості для моделювання сценаріїв, оптимізації використання ресурсів і зниження ризиків.

З метою узагальнення вищенаведеної інформації у Таблиці 1.1 подано основні етапи розвитку аналітичних систем у портах.

Таблиця 1.1

Етапи еволюції аналітичних систем у портах

Етап	Період	Характеристика	Тип аналітики
Традиційний	до 1980 р.	Ручна обробка даних	Описова
Автоматизований	1980-2000 рр.	АСУ, бази даних	Описова/діагностична
Інтегрований	2000-2015 рр.	PCS, інтеграція	Діагностична
Цифровий	2015-т.ч.	Big Data, AI	Предиктивна
Інтелектуальний	майбутнє	Digital Twin	Прескриптивна

Складено автором на основі джерел: [4], [5], [6].

На останньому етапі спостерігається перехід аналітичних систем від прогнозування до формування практичних рекомендацій, тобто від предикативної до прескриптивної аналітики.

Огляд літератури доводить, що аналітичну систему можна розглядати як складне багатовимірне явище, що розвивається, яке розташоване на перетині бізнес-аналітики, інформаційних технологій та систем підтримки рішень. Узагальнення наукових підходів дозволяє розглядати їх як інструменти та методи обробки та/або інтерпретації даних, що може призвести до більш ефективного використання портових систем.

Аналіз розвитку портових аналітичних систем показує еволюцію від базових бухгалтерських апаратних та програмних застосувань до інтегрованих рішень на основі інтелектуальних платформ. У цій динаміці визначено п'ять етапів: традиційний, механізований, інтегрований, цифровий та інтелектуальний. Кожен з них пов'язаний зі збільшенням ступеня автоматизації обробки, інтеграції інформаційних потоків та розширення аналітичних можливостей.

Наразі цифрові технології, включаючи великі дані, штучний інтелект (ШІ) та Інтернет речей, відіграють вирішальну роль і дозволяють аналізувати величезні обсяги даних у режимі реального часу та підтримують прийняття обґрунтованих рішень. Перспективи розвитку пов'язані з впровадженням цифрових двійників та прескриптивної аналітики, які дозволяють не лише прогнозувати, але й комплексно оптимізувати портові операції. Еволюція аналітичних систем відповідає загальним тенденціям цифровізації економіки та є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності морського порту в сучасних умовах.

1.2. Специфіка бізнес-процесів морського порту як об’єкта аналізу (Стивідорні, складські, агентські послуги)

Стивідорні послуги є одними з основних видів діяльності морського порту, і їх значення полягає в тому, що вони є засобом, за допомогою якого здійснюється фізичне переміщення вантажу між судном та береговою інфраструктурою. Їх суть полягає у проведенні вантажно-розвантажувальних операцій, включаючи завантаження, розвантаження, перевантаження та внутрішню портову логістику [12].

Проєктування стивідорних операцій має чітко визначену послідовність операцій на основі характеристик судна, типу вантажу та портових споруд. Важливим також є планування вантажу, яке визначає, як вантаж буде розміщено на судні та як буде оброблятися під час стоянки в порту [16]. Важливою частиною цього процесу є комунікація екіпажу судна, портової адміністрації та стивідорної компанії, щоб мінімізувати час відповідної операції.

Необхідною характеристикою стивідорних операцій є також трудомісткість та капіталомісткість. Використання спеціалізованого обладнання, такого як козлові крани, конвеєрні системи, вилкові навантажувачі, вимагає значних інвестицій у матеріально-технічну базу [14]. Водночас ефективність цих процесів значною мірою залежить від ступеня організації праці та впровадження сучасних підходів до портової логістики [12].

Крім того, стивідорні операції пов’язані з підвищеними вимогами до безпеки праці та екологічного захисту. Операції навантаження та розвантаження повинні виконуватися з урахуванням відповідних міжнародних норм щодо портових операцій та управління ризиками [15]. Зокрема, значну роль відіграють стандарти, розроблені International Maritime Organization (IMO), серед яких Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (SOLAS), котра встановлює безпечні умови виконання вантажних операцій, а також Міжнародний кодекс з охорони суден і портових засобів (ISPS Code), який визначає вимоги до безпеки портової інфраструктури.

У сфері перевезення небезпечних вантажів застосовується Міжнародний морський кодекс небезпечних вантажів (IMDG Code), який встановлює правила їх класифікації, пакування, маркування та обробки в портах. Дотримання цих вимог є обов'язковим під час виконання стивідорних послуг із хімічними речовинами, вибухонебезпечними або токсичними матеріалами.

Крім того, екологічні норми визначаються положеннями Міжнародної конвенції з попередження забруднення з суден (MARPOL), яка встановлює обмеження щодо викидів і скидів шкідливих речовин у морське середовище. Також у портовій практиці застосовуються рекомендації International Labour Organization (ILO), що стосуються безпеки праці портових працівників, зокрема Конвенція №152 про безпеку та гігієну праці при портових роботах. Недотримання цих правил може призвести до значних фінансових втрат та екологічних катастроф.

Отже, стивідорні процеси є базовою складовою функціонування морського порту, від ефективності яких залежить швидкість обробки суден і рівень використання портової інфраструктури.

Складські процеси в морському порту забезпечують зберігання та обробку вантажів на різних етапах їх переміщення в логістичному ланцюзі та відіграють важливу роль у взаємодії між морським і наземним транспортом [13]. В основному це прийом, зберігання, облік, комплектування замовлень та відвантаження товарів. Організація цих процесів забезпечує ефективне використання складських площ, оптимізацію потоків, впровадження сучасних логістичних технологій [13]. Застосування систем управління складом (WMS) дозволяє підвищити точність обліку запасів та скоротити час обробки вантажів.

Складські процеси характеризуються диференціацію товарів, які обробляються в порту, та їх специфікою. Кожен клас товарів вимагає різних умов зберігання, оскільки застосовуються або технічні, або нормативні вимоги [15]. Особливу увагу слід приділяти небезпечним та швидкопсувним товарам, оскільки вони вимагають спеціальних умов зберігання та моніторингу.

Важливим елементом є інтеграція складських процесів з митним контролем та супутньою документацією. У сучасних умовах значна увага приділяється цифровізації робочого процесу в обробці документів та автоматизації процедур вантажної документації [14]. Однак треба зазначити, що процеси проведення контролю митними службами в сучасних умовах ускладняються через нестачу ресурсів, недостатню технічну оснащеність, обмежену кількість кваліфікованого персоналу, що створює додаткові ризики для ефективності митного контролю.

Таким чином, складські процеси сприяють безперервності логістичних потоків та загальній ефективності роботи морського порту.

Агентські послуги в морському порту мають координуючий характер і відповідають за взаємодію всіх портових операторів. Суднові агенти представляють інтереси судновласників та виконують функції організації суднових послуг у порту [12].

В агентських процесах змінною залишається організація заходу судна, перебування його в порту і оформлення відходу. До цього належить і оформлення документації, взаємодія з портовими службами, митними й прикордонними установами, а також координація та співпраця в завантаженні й розвантаженні [16]. Надзвичайно важливим елементом є те, щоб всі формальності були виконані вчасно, в іншому випадку почнеться затримка судна.

Крім того, агенти виконують процеси інформаційного забезпечення логістичних операцій. Сучасні методи управління постиґають більш активне використання інформаційних систем для контролю за судноплавством і координації робіт всієї сукупності учасників процесу [14].

Відмінною рисою агентських процесів є їх залежність від міжнародного регулювання та змін у зовнішньому середовищі. Тому ефективність агентської діяльності полягає в її успіху після того, як вони зможуть адаптуватися до нових умов та надавати належний рівень послуг [15], дотримуючись норм Європейського Союзу щодо внутрішнього ринку агентських послуг (Директива

2006/123/ЄС), стандартів ISO 9001 з управління якістю, правил Світової організації торгівлі (WTO) та рекомендацій Організації Об'єднаних Націй щодо гармонізації комерційних агентських договорів (UNCITRAL Model Law on Agency).

Таким чином, аналіз стивідорних, складських та агентських послуг дозволяє зробити висновок, що саме їх сукупність формує функціонування морського порту як складної логістичної системи. Кожна з послуг виконує певні специфічні функції, але лише їх скоординована взаємодія забезпечує задовільне обслуговування вантажопотоків та суден.

Стивідорні послуги визначають швидкість та якість обробки товарів, складські процеси гарантують збереження товарів та безперервний рух у логістичному ланцюзі, тоді як агентські процеси виконують координаційні та організаційні завдання, узгоджуючи інтереси всіх учасників порту. Ефективність усіх цих елементів, однак, залежить від рівня технологій, організації роботи, цифровізації процесів та дотримання міжнародних стандартів.

Особливістю сучасного розвитку портової інфраструктури є зростаюче значення інформаційних технологій, автоматизації та інтеграції бізнес-процесів, що підвищує ефективність операцій і знижує витрати на обслуговування вантажів та логістичних процесів. Ці фактори стають особливо критичними в умовах загострення конкуренції на світовому ринку транспортних послуг. Ефективне управління бізнес-процесами, зокрема стивідорними, складськими та агентськими послугами, є ключовою умовою підвищення конкурентоспроможності морського порту, забезпечення його сталого функціонування та інтеграції у глобальні логістичні системи.

1.3. Формування системи ключових показників ефективності (KPI) сучасного порту (вантажообіг, Turnaround Time, рентабельність причалу)

Система ключових показників ефективності (Key Performance Indicators — KPI) є одним із основних інструментів оцінки роботи сучасних портів. Вона дозволяє керівництву контролювати ефективність операцій, аналізувати динаміку процесів, порівнювати досягнуті результати з плановими показниками та визначати стратегічні напрями розвитку [17]. Порт є складною організаційною структурою, яка забезпечує обробку великих обсягів вантажів, координацію морських і наземних ресурсів та підтримання безпеки операцій. Тому оцінка ефективності діяльності порту потребує комплексного підходу та використання різноманітних показників, що враховують як кількісні, так і якісні аспекти роботи [18]. За визначенням UNCTAD, KPI — це кількісні або відносні показники, що дозволяють оцінити ступінь досягнення стратегічних або операційних цілей організації [18, с. 45]. Сучасні наукові дослідження підкреслюють, що KPI не тільки оцінюють результати діяльності, а й слугують механізмом управлінського вдосконалення та підвищення конкурентоспроможності портів [19]. Впровадження систем KPI забезпечує прозорість роботи порту, своєчасне виявлення проблемних місць та прийняття ефективних управлінських рішень [20].

Для комплексної оцінки ефективності роботи портів KPI поділяють на кілька груп. До операційних показників відносять ті, що характеризують технологічні процеси обробки вантажів та суден, наприклад продуктивність кранів, швидкість обробки вантажу, Turnaround Time. Економічні KPI відображають фінансові результати діяльності порту, такі як прибутковість та рентабельність причалів. Якісні KPI оцінюють рівень обслуговування, безпеку, дотримання екологічних норм та задоволеність клієнтів [18, 19]. Такий поділ дозволяє комплексно оцінити роботу порту, визначити стратегічні пріоритети та оптимізувати використання ресурсів.

Обсяг вантажообігу є одним із найважливіших KPI. Він визначає загальну кількість вантажів, оброблених портом за певний період, і вимірюється у тоннах або TEU (Twenty-Foot Equivalent Unit) [17]. Вантажообіг дозволяє оцінити масштаби роботи порту та його можливості для розвитку. Наприклад, збільшення вантажообігу свідчить про підвищення попиту на портові послуги та ефективність логістичної інфрастуктури [18].

Turnaround Time (TAT) — це середній час перебування судна в порту для обробки вантажу, від заходу до виходу. Цей показник впливає на графіки доставки та витрати судновласників [19]. Скорочення TAT підвищує ефективність порту та дозволяє обслуговувати більше суден за однаковий період часу [20]. Найбільші обсяги вантажообігу у 2025 році традиційно були зосереджені у портах Великої Одеси: порт Південний обробив 10,6 млн т. вантажів, Чорноморський порт — 6,6 млн т., а Одеський порт — 3,5 млн т. лише за перший квартал 2025 року. Ці порти разом забезпечували понад 20,7 млн т. обробленого вантажу з усього обсягу українських портових операцій на початку року [23].

Рентабельність причалу визначає ефективність використання портової інфраструктури з економічної точки зору. Вона розраховується як відношення чистого прибутку, отриманого від експлуатації причалу, до витрат на його утримання та обслуговування [20, с. 212]. Цей показник залежить від тарифів на послуги, витрат на обслуговування обладнання та продуктивності причалу. У причалі №3 порту С рентабельність у 2023 році становила 14,5%, тоді як у попередньому році — 9,8%. Підвищення рентабельності було пов’язане з модернізацією обладнання та оптимізацією тарифів [20].

KPI у портах не існують ізольовано і взаємопов’язані. Наприклад, скорочення TAT сприяє збільшенню вантажообігу, оскільки судна швидше повертаються в рейс. Водночас збільшення вантажообігу може підвищити рентабельність причалів, якщо інфраструктура використовується ефективно [17, 18]. Комплексний аналіз KPI дозволяє керівництву порту приймати стратегічні

рішення щодо інвестицій, модернізації обладнання та планування навантаження на причали.

Сучасні порти активно впроваджують цифрові технології для збору даних та моніторингу KPI в реальному часі. Використовуються автоматизовані системи управління портовими операціями, аналітичні платформи та прогнози навантаження, що дозволяє оптимізувати TAT і підвищувати продуктивність [18, 19]. Цифрові системи дозволяють аналізувати історичні дані, виявляти «вузькі місця» та прогнозувати ефективність роботи причалів, що є критично важливим для планування інвестицій та розвитку порту [20].

Отже, результати аналізу ілюструють необхідність застосування системи ключових показників ефективності (KPI) в управлінні портовими операціями на сучасному етапі. Застосування KPI дозволяє не лише оцінити поточний стан роботи порту, але й виявити основні тенденції розвитку порту, визначити проблемні області та забезпечити основу для прийняття рішень. Комплексний підхід до розробки системи KPI, який враховує операційні, економічні та якісні показники, забезпечує комплексну оцінку ефективності роботи порту та дозволяє враховувати не лише виробничі, а й фінансові результати.

Особливе значення в системі KPI надається вантажопотоку, часу обороту та прибутковості причалів. Пропускна здатність відображає масштаб бізнесу порту та його положення в транспортно-логістичній системі, тоді як час обороту відображає швидкість, з якою обробляються судна, та має прямий економічний вплив на конкурентоспроможність порту. Прибутковість причалів, у свою чергу, дозволяє проаналізувати ефективність використання інфраструктури та економічну доцільність її використання.

На прикладі портів Великої Одеси обґрунтовано, що система ключових показників ефективності (KPI) є важливим інструментом для моніторингу та аналізу навіть в умовах високого навантаження та зовнішньої складності. Значна пропускна здатність передбачає виживання портового сектору, хоча оптимізація операційних процедур, зокрема скорочення часу обробки суден, як очікується, покращить продуктивність порту.

Одночасно було виявлено, що всі KPI є взаємозалежними змінними, і зміна одного показника призводить до змін інших. Саме тому управлінські рішення повинні базуватися на комплексному аналізі цих показників. Зокрема, скорочення часу обробки сприяє зростанню пропускної здатності, а ефективне використання інфраструктури призводить до підвищення прибутковості причалів.

Висновки за розділом 1

Отже, результатом дослідження теоретичних та методологічних засад бізнес-аналітики в морському транспорті є висновок про її провідну роль у підвищенні продуктивності функціонування портової індустрії. Аналітичні системи визначаються як складне, багатокомпонентне явище, яке включає в себе інформатизацію, методи обробки даних та управлінські стратегії для підтримки прийняття обґрунтованих рішень. Їх трансформація з простих інструментів обліку в сучасні інтелектуальні платформи є показником поетапного зсуву з описової до предиктивної і прескриптивної аналітики, що відповідає загальним трендам цифровізації економіки.

Аналіз характеру бізнес-процесів морського порту дав підставу стверджувати, що порт як об’єкт дослідження – це складна система, побудована за логікою, яка функціонувала за рахунок інтеграції стивідорних, складських і агентських процесів. Кожен з цих елементів має свою функцію, але тільки коли вони працюють разом, вони формують повну систему обслуговування вантажопотоків і суден. Виявлено, що продуктивність цих процесів у значній мірі визначається рівнем їх діджиталізації, організацією праці, а також дотриманням міжнародних стандартів у галузі безпеки і якості.

Вивчення системи KPI показало, що KPI є корисним інструментом вимірювання продуктивності роботи порту і основою для прийняття управлінських рішень.

На прикладі портів Великої Одеси показано, що й за умов зовнішніх викликів та підвищеного навантаження, бізнес-аналітика та KPI система залишаються основними інструментами забезпечення стабільної роботи галузі портів. Запровадження сучасних цифрових технологій, зокрема великих даних, штучного інтелекту та інтегрованих інформаційних систем, дозволяє підвищити прозорість операцій, оптимізувати нерухомість і зменшити час обробки суден.

Отже, бізнес-аналітика у морських перевезеннях виступає ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності портів, забезпечення їх ефективної діяльності та інтеграції у світові логістичні системи. Подальший розвиток аналітичних систем буде пов’язаний із впровадженням інтелектуальних технологій і переходом до глибшого застосування даних у процесах управління, що стимулюватиме створення сучасних цифрових портів.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ ЦИФРОВІЗАЦІЇ МОРСЬКИХ ПОРТІВ

2.1. Аналіз діяльності морських портів України в умовах сучасних викликів (на основі даних АМПУ)

Сучасний етап розвитку морських портів в Україні піддається впливам різноманітних зовнішніх і внутрішніх викликів, які суттєво змінюють умови його функціонування. У першу чергу, визначальним фактором є військовий стан, що прямо впливає на безпеку судноплавства, стабільність логістичних ланцюгів і можливість виходу на міжнародні ринки. Обмеження роботи окремих портів, тимчасова окупація територій, мінування акваторій і загроза артилерійських обстрілів – все це створює складні умови для функціонування портового господарства. За таких умов українські порти вимушені працювати у стані постійної невизначеності, пристосовуючи свої операційні процеси до динамічно змінного оточення.

Водночас актуальним викликом також є перепрофілювання класичних логістичних маршрутів. Якщо раніше значна частина вантажопотоків проходила через широку мережу українських портів, то нині відбувається їх концентрація у відносно безпечних регіонах, зокрема в межах портів «Великої Одеси». Це сприяє зміщенню навантаження на інфраструктуру, підвищенню інтенсивності її використання і необхідності більш ефективного управління ресурсами.

За таких умов особливої актуальності набуває впровадження новітніх підходів до менеджменту, метою яких є використання бізнес-аналітики. Використання аналітичних інструментів дає можливість не тільки реагувати на поточну ситуацію, а й прогнозувати різні варіанти її розвитку, прогнозувати ризики й розробляти відповідні заходи реагування. Система ключових показників ефективності (Key Performance Indicators — KPI) у цьому випадку є своєрідним інструментом повернення до оцінки ефективності розвитку портів.

Це дає змогу вимірювати ефективність операцій кількісно, визначати відхилення від плану і оперативно корегувати управлінські рішення [24].

Варто відзначити, що в умовах сучасних викликів традиційні способи оцінювання роботи портів, що базуються виключно на абсолютних числах, таких як загальний обсяг вантажів, вже не є достатніми. Незважаючи на те, що вантажообіг є важливим показником масштабів діяльності, він не дає уявлення про ефективність використання ресурсів, швидкості обробки суден або прибутковість операцій. Саме тому застосування системи KPI дає можливість здійснити перехід від простого констатування величин діяльності до глибокого її аналізу за ефективністю.

Аналіз динаміки вантажообігу портів Великої Одеси (рис 2.1) свідчить про стабільне функціонування портової системи у 2019–2021 рр. та різке скорочення обсягів перевалки вантажів у 2022–2023 рр. внаслідок воєнних дій, блокування морських шляхів і загроз безпеці судноплавства. Водночас у 2024 році спостерігається суттєве відновлення показників завдяки функціонуванню українського морського коридору та адаптації логістичних процесів до умов воєнного стану [30].

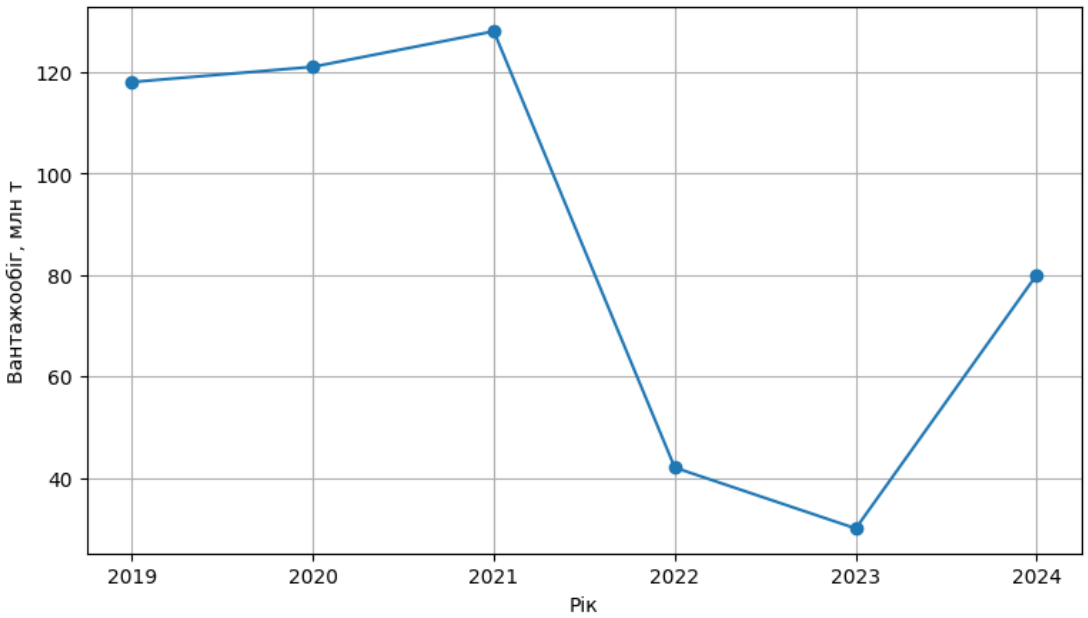

Рис. 2.1. Динаміка вантажообігу портів Великої Одеси у 2019-2024 рр.

Побудовано за джерелами :[30].

Згідно з офіційними даними Адміністрації морських портів України (АМПУ), у 2024–2025 роках основне навантаження припадає на порти Великої Одеси, які є основними транспортними вузлами системи зовнішньоторговельної діяльності України. Концентрація вантажопотоків у цих портах визначається як географічними, так і безпековими факторами. Разом із тим це підсилює навантаження на їх інфраструктуру, що вимагає більшої ефективності організації операційного процесу, використання причалів та технічних ресурсів [25].

Незважаючи на складні умови, українські морські порти продемонстрували відносну стійкість та здатність до адаптації. Це особливо проявляється у збереженні стабільних обсягів товарообігу, впровадженні нових логістичних рішень та активному використанні цифрових технологій. Наприклад, застосування електронної документації, автоматизованого планування та систем моніторингу операцій дозволяє скоротити час обслуговування суден та підвищити прозорість процесів. Іншими словами, навіть за обмежених ресурсів порти можуть досягти вищої ефективності завдяки внутрішній оптимізації процесів.

Також особливо важливою є оцінка адаптаційних можливостей портів, яка включає аналіз їх здатності до своєчасного реагування на зміни в середовищі. В цьому сенсі KPI не тільки служать інструментом контролю, але й виконують роль засобу стратегічного управління. Індикатори часу обробки судна (Turnaround Time), завантаженості причалів і рівня продуктивності обладнання дозволяють виявити «вузькі місця» в операційній діяльності, а отже і вчасно направити зусилля на їх ліквідацію.

Для оцінювання трансформації логістичних потоків в умовах воєнного стану доцільно проаналізувати зміни у структурі вантажообороту портів Великої Одеси (рис. 2.2). Порівняння довоєнного та сучасного періодів дозволяє визначити ключові тенденції переорієнтації портової діяльності.

Порівняльний аналіз структури вантажообороту портів Великої Одеси у 2021 та 2024 роках свідчить про суттєву зміну спеціалізації портової системи. У довоєнний період структура перевалки була відносно диверсифікованою та

включала значну частку руди, металопродукції та контейнерних вантажів. Натомість у 2024 році домінуюче значення отримали зернові вантажі, частка яких суттєво зросла. Це пов'язано зі зміною експортної структури України, скороченням промислового виробництва та переорієнтацією морської логістики на аграрний сектор.

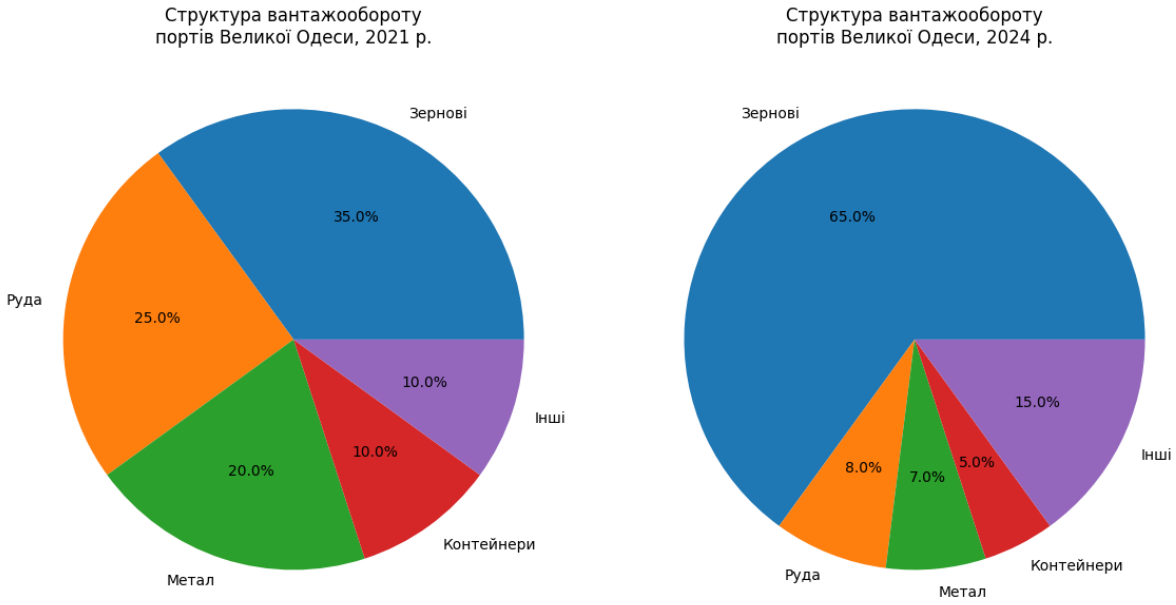

Рис.2.2. Структура вантажообороту портів Великої Одеси у 2021 та 2024 рр.

Побудовано за джерелами :[30].

Отримані результати підтверджують необхідність впровадження сучасних систем бізнес-аналітики для оперативного моніторингу змін вантажопотоків та підвищення ефективності управління портовою діяльністю.

Крім того, одним із ключових завдань є інтеграція українських портів у світову транспортно-логістичні систему. Конкуренція між портами сьогодні не обмежується національним ринком, але переховується і на світовому ринку. Тобто особистою ефективністю діяльності порту будуть вважатися показники, наслідуючи міжнародні стандарти обслуговування і швидкості, якістю обробки вантажів та безпеки операцій. Використання KPI дозволяє проаналізувати діяльність українських портів в порівнянні з їх зарубіжними аналогами і визначити напрямки підвищення їх конкурентоспроможності.

Для дослідження видається доцільним сформувати комплекс ключових індикаторів результативності, що характеризують операційні, економічні, та часові аспекти функціонування морського порту. Така методика дає змогу перейти від детального розгляду окремих характеристик до аналізу ефективності роботи портової системи в цілому. Це набуває особливої актуальності за умов нестабільного зовнішнього середовища, коли рішення в управлінській сфері мають бути прийняті негайно на підставі достовірних, впорядкованих даних. Узагальнення основних KPI наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Система ключових показників ефективності діяльності морського порту

Показник	**Формула розрахунку**	**Одиниця виміру**	**Характеристика**
Вантажообіг	∑Q, де Q - обсяг перевалки вантажів, т	т, млн т, TEU	Загальний обсяг оброблених вантажів
Продуктивність причалу	Q / T, де T - час обробки вантажу або тривалість вантажних операцій, год або доба.	т/добу	Обсяг вантажу на одиницю часу
Turnaround Time (TAT)	Тобсл / Nсуден, де: Тобсл — сумарний час обслуговування суден, год; Nсуден — кількість оброблених суден.	години	Середній час обробки судна
Коефіцієнт використання причалу	Тфакт / Тдоступ, де: Тфакт — фактичний час використання причалу; Тдоступ — загальний доступний фонд часу роботи причалу.	коеф.	Рівень завантаження причалу
Рентабельність причалу	(П / В) × 100%, де: П — прибуток від діяльності причалу, грн; В — сукупні витрати на функціонування причалу, грн.	%	Ефективність використання інфраструктури
Дохід на 1 т вантажу	Д / Q, де: Д — загальний дохід порту від перевалки вантажів, грн; Q — обсяг переваленого вантажу, т.	грн/т	Економічна віддача від обробки вантажів

Складено автором на основі джерел: [24–26].

Наведена вище система показників дозволяє аналізувати діяльність порту за всіма основними аспектами, оскільки вона охоплює як кількісні (обсяги вантажоперевезень), так і якісні (ефективне використання часу та ресурсів) аспекти. Зокрема, товарообіг характеризує розмір порту та його значення у транспортно-логістичній мережі, тоді як показник часу обороту судна відображає ефективність роботи порту. У свою чергу, рентабельність причалу відображає економічну доцільність використання інфраструктури та фінансову віддачу портових операцій на вищому рівні.

Важливо зазначити, що всі ці показники взаємопов'язані. Збільшення обсягу перевантаженого вантажу без відповідного підвищення продуктивності причалів призведе до перевантаження інфраструктури та подовження часу обороту суден. З іншого боку, скорочення часу обороту суден сприяє збільшенню пропускної спроможності порту без значних інвестицій в інфраструктуру. Отже, оптимальне управління портом полягає не в аналізі окремого ключового показника ефективності (KPI), а в поєднанні таких показників.

Згідно з даними АМПУ, у першому кварталі 2025 року обсяг вантажообігу порту «Південний» становив 10,6 млн тонн [23]. Оскільки статистика щодо тривалості обробки суден у відкритому доступі є обмеженою, подальші розрахунки показника Turnaround Time виконуються на основі аналітичних даних, що відповідають типовим параметрам роботи портів Великої Одеси [30].

За умови, що сумарний час обслуговування суден становить 19 200 годин, а кількість суднозаходів — 320, середній час обробки одного судна дорівнює:

$$\boldsymbol{TAT = 19\,200 / 320 = 60 \text{ годин}} \qquad (2.1)$$

Отримане значення означає, що середній час обробки одного судна становить приблизно 60 годин, або 2,5 доби. Такий рівень є відносно типовим для портів Чорноморського регіону в умовах обмежень судноплавства, підвищених вимог безпеки та нерівномірного навантаження на інфраструктуру.

Розглядаючи цей показник більш детально у розрізі портів Великої Одеси, можна умовно оцінити різницю в ефективності обробки суден. У порту

Південний, який спеціалізується на масових вантажах і має більш сучасну технічну базу, ТАТ зазвичай є нижчим — орієнтовно 50–55 годин, що пояснюється високою швидкістю перевалки та меншою складністю вантажних операцій.

У порту «Чорноморськ», цей показник може становити близько 55–65 годин, оскільки порт має змішану структуру вантажів і виконує як контейнерні, так і генеральні операції.

В «Одеському» порту, де переважають більш складні логістичні операції, включаючи контейнерні перевезення, оформлення документів і взаємодію з більшою кількістю учасників процесу, ТАТ може досягати 60–70 годин.

Таким чином, навіть за однакового середнього значення (60 годин), структура цього показника суттєво відрізняється залежно від спеціалізації порту, типу вантажів та рівня організації процесів.

Важливо підкреслити, що Turnaround Time є одним із найбільш чутливих показників ефективності. Його скорочення навіть на 5–10 годин може мати значний економічний ефект, оскільки:

1. Зменшуються витрати судновласників на простої;
2. Підвищується оборотність флоту;
3. Зростає пропускна здатність порту без додаткових інвестицій;
4. Покращується конкурентоспроможність порту на міжнародному ринку.

Якщо знизити ТАТ з 60 до 54 годин (на 10%), то за незмінної кількості ресурсів порт зможе обслуговувати більше суден протягом року. Це безпосередньо вплине на зростання вантажообігу та доходів.

Розрахуємо також продуктивність порту більш детально, із урахуванням специфіки окремих портів Великої Одеси, що дозволить не лише отримати узагальнений показник, а й здійснити порівняльний аналіз їх ефективності.

Згідно з даними АМПУ, у першому кварталі 2025 року порт «Південний» обробив 10,6 млн т вантажів, «Чорноморський» порт — 6,6 млн т, а «Одеський» порт — 3,5 млн т [23]. Приймемо, що аналізований період становить 90 днів.

Середньодобова продуктивність для кожного порту представлена наступним чином у додатку А.

Такий розподіл показників є економічно обґрунтованим і відображає відмінності у спеціалізації портів. Зокрема, вищий дохід в порту «Одеса» пояснюється більшою часткою контейнерних і генеральних вантажів, обробка яких потребує складної логістики, використання додаткових сервісів, котрі створюють вищу додану вартість. Натомість порт «Південний» спеціалізується переважно на перевалці масових вантажів (руда, зерно, наливні вантажі), що характеризуються значними обсягами, але нижчим рівнем доходу на одиницю продукції. Порт «Чорноморськ» займає проміжну позицію, поєднуючи різні типи вантажів, що формує збалансований рівень доходності.

Для оцінки та аналізу ефективності діяльності морських портів можна врахувати показник «дохід на тонну вантажу». Виходячи з аналітичних підходів, що застосовуються в дослідженнях з економіки портів, та зведених даних Адміністрації морських портів України, середній дохід на тонну вантажу, що перевантажується у вітчизняних портах, коливається в межах від 180 до 250 грн залежно від структури вантажопотоку, виду послуг та ступеня доданої вартості [25–27].

З урахуванням обсягів вантажообігу портів Великої Одеси у першому кварталі 2025 року [23], розрахунок показника доходу на 1 т. вантажу може бути представлений таким чином у додатку Б.

Отримані значення узгоджуються з типовими галузевими показниками та відображають особливості спеціалізації портів. Зокрема, вищий дохід на одну тонну вантажу в Одеському порту пояснюється більшою часткою контейнерних і генеральних вантажів, які характеризуються вищою доданою вартістю та складнішими логістичними операціями. Натомість порт Південний орієнтований переважно на обробку масових вантажів (руда, зерно, хімічна продукція), для яких характерні нижчі тарифні ставки, але значно більші обсяги перевалки.

Далі розглянемо рентабельність причалів як один із ключових економічних показників ефективності діяльності морських портів. Відповідно до аналітичних

матеріалів з економіки портів та узагальнених підходів UNCTAD та World Bank, рівень операційних витрат портів зазвичай становить 70–85% від доходів залежно від типу вантажів, рівня механізації та інтенсивності використання інфраструктури [26–28]. Це дозволяє використовувати розрахункові витрати, узгоджені з галузевими пропорціями, для оцінки рентабельності.

З урахуванням обсягів доходів портів Великої Одеси та типових співвідношень витрат у портовій діяльності, розрахунок рентабельності причалів може бути представлений у додатку В.

Отримані результати перебувають в межах типових значень рентабельності портової інфраструктури, які, за даними міжнародних досліджень, зазвичай коливаються в межах 15–30% залежно від ефективності управління та структури вантажопотоку [27].

З метою узагальнення отриманих результатів доцільно представити їх у вигляді порівняльної Таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Порівняльний аналіз KPI портів Великої Одеси у I кварталі 2025 р.

Показник	**Порт «Південний»**	**Порт «Чорноморськ»**	**Порт «Одеса»**
Вантажообіг (т)	10 600 000	6 600 000	3 500 000
Продуктивність причалу (т/добу)	117 778	73 333	38 889
Turnaround Time (TAT) (год.)	60	58	55
Дохід на 1 т вантажу (грн./т)	200	200	240
Рентабельність причалу (%)	24,7	25,7	29,2
Коефіцієнт використання причалу (частка)	0,78	0,74	0,71

Складено автором за джерелами: [23], [26–28].

Порівняльний аналіз свідчить, що найбільш рентабельним є «Одеський» порт, незважаючи на менший обсяг вантажообігу. Це підтверджує, що ефективність діяльності морського порту не визначається виключно масштабами перевалки, а значною мірою залежить від структури вантажів, рівня доданої вартості послуг, тарифної політики та оптимізації витрат. Зокрема, більша частка контейнерних і генеральних вантажів забезпечує вищу маржинальність операцій порівняно з масовими вантажами, які переважають в порту «Південний».

Порівняльний аналіз основних показників ефективності портів Великої Одеси дозволяє узагальнити особливості їхнього функціонування та рівень ефективності в сучасних умовах. Зокрема, найактивніший порт «Південний» демонструє найвищі показники — за обсягом вантажообігу та середньодобовою продуктивністю, що підтверджує його лідерські позиції в обслуговуванні експортно-імпортних операцій України. Це зумовлено спеціалізацією на переробці навалювальних вантажів, високим рівнем технічного оснащення та глибоководними захищеними портовими спорудами. Водночас «Чорноморський» порт посідає середні позиції за всіма параметрами, що свідчить про його універсальність та різноманітні можливості з переробки вантажів.

Порт «Одеса» має вищі доходи на тонну вантажу та більший прибуток, незважаючи на меншу пропускну здатність. Це можна пояснити більшою часткою контейнерних та генеральних вантажів, що мають вищу додану вартість, а також більш складною структурою логістичних операцій. Ефективність господарської діяльності порту визначається не лише обсягом перевалки, а й якістю операцій, структурою вантажопотоку та рівнем управління.

Отже, порівняння ключових показників ефективності (KPI) вказує на різні моделі функціонування портів: порт «Південний» є портом з інтенсивним обсягом перевезень, порт «Чорноморськ» — портом змішаного типу, а порт Одеси — портом з високою рентабельністю, переваги яких по-різному проявляються в сучасних умовах.

Таким чином, порти Великої Одеси демонструють стійкість та ефективність навіть за найскладніших умов військової інженерії. Аналіз показав, що використання системи ключових показників ефективності (KPI) дає змогу отримати цілісне уявлення роботи портів, виявити взаємозв'язки між операційними та фінансовими показниками, а також визначити напрямки для подальшого вдосконалення.

Було виявлено, що час обробки суден, раціональне використання інфраструктури, підвищення продуктивності та формування ефективної тарифної політики - є ключовими чинниками, що визначають успішність роботи порту. У той же час, на прибутковість умовно важливу роль грала структура вантажопотоку, прямо впливають на економічні результати діяльності.

Отже, застосування аналітичних підходів і системи KPI формує основу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, забезпечує підвищення конкурентоспроможності портів та сприяє їх сталому розвитку в умовах сучасності.

2.2. Порівняльна характеристика факторів, які впливають на аналіз техніко-економічних показників портів Південного регіону (Південний, Одеса, Чорноморськ)

З метою поглиблення результатів, отриманих у попередньому підрозділі, де основна увага приділялася розрахунку ключових показників ефективності, у даному підрозділі доцільно зосередитися на виявленні факторів, що формують відмінності у техніко-економічних результатах діяльності портів Великої Одеси. Такий підхід дозволяє перейти від формального аналізу показників до глибшого розуміння причин їх формування, що є важливим для обґрунтування управлінських рішень та визначення напрямку підвищення ефективності функціонування портової галузі.

Сучасні дослідження у сфері портової економіки доводять, що однакові за формою показники ефективності можуть формуватися під впливом різних факторів, серед яких ключовими є структура вантажопотоку, рівень технологічного розвитку, спеціалізація портів, організація операційних процесів, а також вплив зовнішнього середовища [30–32]. Саме тому для об’єктивного порівняння діяльності портів недостатньо лише зіставлення кількісних показників, таких як вантажообіг або дохід. Необхідно враховувати якісні характеристики діяльності, що визначають економічну ефективність та конкурентоспроможність портів у довгостроковій перспективі.

Першим фактором, який визначає відмінності у техніко-економічних показниках портів, є структура вантажопотоку. Як показує аналіз, порт «Південний» орієнтований переважно на перевалку масових вантажів — руди, зернових культур, вугілля та хімічної продукції. Такі вантажі характеризуються великими обсягами перевезень і відносно низькою вартістю обробки на одиницю, що забезпечує значні показники вантажообігу. Проте низька додана вартість цих вантажів обмежує рівень доходу на одну тонну, що, у свою чергу, впливає на загальну економічну ефективність діяльності порту.

За даними Адміністрації морських портів України (АМПУ), у 2024 році структура перевалки порту Південний складала близько 70–75% масових вантажів, з яких понад 50% припадало на руду та зернові вантажі, тоді як контейнерні вантажі не перевищували 8–10% загального обсягу [24].

На відміну від цього, порту «Одеса» має іншу спеціалізацію, орієнтуючись на обробку контейнерних, генеральних та високовартісних вантажів. Такі вантажі потребують більш складної організації логістичних процесів, включаючи сортування, зберігання, митне оформлення та мультимодальні перевезення (вантаж доставляється кількома видами транспорту, але як єдиний логістичний процес). Це підвищує витрати на обробку, але водночас забезпечує значно вищий рівень доходу на одиницю вантажу. Відповідно, при менших обсягах вантажообігу Одеський порт демонструє вищі показники рентабельності, що підтверджує ефективність орієнтації на вантажі з високою доданою вартістю.

Згідно з даними АМПУ, частка контейнерних вантажів в Одеському порту становить близько 45–55% загального вантажопотоку, що є найвищим показником серед портів Великої Одеси [24].

Порт «Чорноморськ» займає проміжне положення між зазначеними портами. Його структура вантажопотоку є більш диверсифікованою та включає як масові, так і генеральні вантажі. Це дозволяє поєднувати переваги обох підходів — забезпечувати достатній рівень вантажообігу та одночасно підтримувати прийнятний рівень доходності. Така модель функціонування підвищує стійкість порту до змін зовнішнього середовища та зменшує залежність від коливань попиту на окремі види вантажів.

За статистикою «АМПУ», у структурі вантажообігу Чорноморського порту близько 60% припадає на зернові та наливні вантажі, а 25–30% — на контейнерні та генеральні вантажі [24].

Другим важливим фактором є рівень технологічного розвитку та ступінь цифровізації портових процесів. У сучасних умовах ефективність діяльності портів значною мірою залежить від впровадження інформаційних систем

управління, автоматизації операцій та використання аналітичних інструментів. Як зазначається у дослідженнях, цифровізація дозволяє скоротити час обробки суден, підвищити точність планування та зменшити операційні витрати. Зокрема, впровадження цифрових систем у портах Великої Одеси дозволило скоротити середній час обробки суден у контейнерному сегменті на 12–18% у порівнянні з 2020 роком [31].

Порти Великої Одеси демонструють різний рівень впровадження цифрових технологій. Зокрема, порт «Одеса» активніше використовує автоматизовані системи управління контейнерними терміналами, що сприяє зменшенню часу обробки суден та оптимізації логістичних процесів. У свою чергу, порт «Південний», незважаючи на високий рівень технічного оснащення, стикається з обмеженнями, пов’язаними зі специфікою масових вантажів, обробка яких часто залежить від фізичних характеристик вантажу та потребує більше часу.

Третім фактором є організація операційних процесів, зокрема рівень координації між учасниками портової діяльності. Ефективність взаємодії між адміністрацією порту, стивідорними компаніями, митними органами та судновими агентами безпосередньо впливає на швидкість обробки суден і вантажів. Недостатня координація може призводити до затримок, збільшення часу простою та зниження загальної продуктивності.

За даними АМПУ, середній показник простою суден у портах Великої Одеси становить:

1. Порт «Південний» — 14–18 год;
2. Порт «Чорноморськ» — 10–13 год;
3. Порт «Одеса» — 8–11 год.

У цьому контексті важливу роль відіграє впровадження концепції Port Community System (PCS), яка забезпечує інтеграцію інформаційних потоків та автоматизацію документообігу. Використання таких систем дозволяє значно підвищити ефективність управління портовими операціями та скоротити час обробки вантажів [32].

Четвертим фактором, що впливає на техніко-економічні показники, є технічні можливості портів. Глибина акваторії, довжина причалів, наявність сучасного перевантажувального обладнання та складських потужностей визначають здатність порту обслуговувати судна різного типу та забезпечувати необхідні обсяги перевалки. Порт «Південний», маючи глибоководні причали, здатний приймати великотоннажні судна, що забезпечує його конкурентні переваги на ринку масових перевезень.

Водночас Одеський порт має більш розвинену інфраструктуру для обробки контейнерних вантажів, включаючи спеціалізовані термінали та логістичні комплекси. Це дозволяє ефективно інтегрувати морські перевезення з наземною логістикою та забезпечувати високий рівень сервісу для клієнтів.

Окрему увагу слід приділити впливу зовнішніх факторів, зокрема воєнних дій та змін у логістичних маршрутах. У сучасних умовах порти України функціонують в умовах підвищених ризиків, що впливає на обсяги перевезень, структуру вантажопотоку та організацію роботи. Обмеження судноплавства, зміна напрямів експорту та необхідність забезпечення безпеки значно ускладнюють діяльність портів і вимагають адаптації до нових умов.

Структура вантажопотоку безпосередньо впливає не лише на рівень доходу, але й на такі показники, як Turnaround Time та продуктивність портових потужностей. Масові вантажі, які переважають у порту Південний, характеризуються високою швидкістю перевалки великими партіями, однак потребують значного часу для накопичення та формування суднових партій. Це призводить до збільшення часу обробки суден, що відображається у показнику TAT.

У той же час обробка контейнерних вантажів, характерна для Одеського порту, передбачає більш інтенсивні, але краще організовані операції, що дозволяє скорочувати час перебування суден у порту. Таким чином, можна зробити висновок про наявність оберненої залежності між масштабом вантажопотоку та швидкістю його обробки, що підтверджується сучасними дослідженнями в галузі портової логістики [33].

Ще одним важливим аспектом є аналіз ефективності використання інфраструктури. Високий рівень вантажообігу не завжди свідчить про ефективне використання ресурсів. При надмірному навантаженні на причали можуть виникати затримки в обробці суден, що знижує загальну пропускну здатність порту. У цьому контексті особливого значення набуває коефіцієнт використання причалів, який дозволяє оцінити рівень завантаження інфраструктури та виявити потенційні «вузькі місця» в організації портових операцій.

Крім того, доцільно враховувати вплив логістичних зв'язків порту з внутрішньою транспортною мережею. Ефективність функціонування морського порту значною мірою залежить від якості взаємодії з залізничним та автомобільним транспортом. Недостатній рівень розвитку наземної інфраструктури може обмежувати можливості порту щодо збільшення обсягів перевалки, навіть за наявності достатніх портових потужностей. Це особливо актуально в умовах переорієнтації експортних потоків України, коли порти відіграють ключову роль у забезпеченні зовнішньоекономічної діяльності.

Окремо слід виділити фактор сезонності, який суттєво впливає на діяльність портів. Зокрема, для портів, орієнтованих на перевалку зернових вантажів, характерні значні коливання обсягів роботи протягом року. У періоди пікового навантаження це може призводити до перевантаження інфраструктури та зниження ефективності операцій. Водночас у міжсезонний період спостерігається недовикористання потужностей, що негативно впливає на економічні показники діяльності.

Ще одним важливим фактором є оцінка ролі інновацій у підвищенні ефективності портів. Впровадження сучасних технологій, таких як автоматизовані системи управління, цифрові платформи обміну даними та аналітичні інструменти, дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів. Використання технологій Big Data та штучного інтелекту дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів, прогнозувати навантаження на інфраструктуру та підвищувати точність планування портових операцій [34].

Важливим фактором також є конкурентне середовище. Порти Південного регіону функціонують не ізольовано, а в умовах конкуренції як між собою, так і з іноземними портами Чорноморського басейну. У таких умовах ключовим чинником успіху стає не лише рівень тарифів, але й якість обслуговування, швидкість обробки вантажів та надійність логістичних ланцюгів. Це зумовлює необхідність постійного вдосконалення бізнес-процесів та впровадження інноваційних рішень.

Узагальнюючи результати порівняльного аналізу факторів, що впливають на техніко-економічні показники портів Південного регіону України, слід зазначити, що відмінності в ефективності їхньої діяльності зумовлені не стільки масштабами вантажообігу, скільки структурою вантажопотоків, рівнем технологічного розвитку та організацією операційних процесів.

Встановлено, що ключовими детермінантами відмінностей між портами є: структура вантажопотоку, рівень цифровізації та автоматизації портових процесів, якість координації між учасниками логістичного ланцюга, а також інфраструктурні можливості. При цьому особливу роль відіграє ступінь інтеграції інформаційних систем управління, що безпосередньо впливає на швидкість обробки суден, рівень завантаження причалів та загальну продуктивність портових операцій.

Додатково встановлено, що техніко-економічні показники портів формуються під впливом зовнішніх факторів, зокрема змін у міжнародній логістиці та воєнних ризиків, що посилює значення адаптивності та гнучкості портових систем. У цих умовах найбільш конкурентоспроможними є ті порти, які здатні диверсифікувати вантажопотоки та впроваджувати сучасні цифрові технології управління.

2.3. Дослідження ризиків та бар'єрів на шляху впровадження аналітичних систем в управління морським транспортом України

Впровадження аналітичних систем у портовій галузі України є одним із ключових напрямів цифрової трансформації транспортної інфраструктури, оскільки воно забезпечує перехід від реактивного управління до проактивного, заснованого на даних. У сучасних умовах морські порти розглядаються не лише як логістичні вузли, а як складні кіберфізичні та інформаційно-логістичні системи, у яких операційна ефективність прямо залежить від якості, швидкості та інтегрованості даних. Згідно з аналітичними матеріалами Адміністрації морських портів України (АМПУ), порти України забезпечують значну частку зовнішньоторговельного обороту держави, залишаючись критично важливою складовою національної транспортної системи [42]. Водночас сучасні умови функціонування галузі характеризуються високим рівнем невизначеності, що зумовлено воєнними діями, зміною логістичних маршрутів та перебудовою міжнародних торговельних потоків.

За даними АМПУ та узагальненими оцінками транспортного сектору, після 2022 року відбулося суттєве переформатування вантажопотоків, зокрема часткове зміщення експортної логістики на дунайські порти та сухопутні коридори. Це призвело до підвищення навантаження на інформаційно-управлінські системи портів, оскільки зросла потреба в оперативній обробці даних, координації між учасниками логістичного ланцюга та точному прогнозуванні суднозаходів.

Водночас рівень цифрової зрілості портової інфраструктури України залишається неоднорідним. Згідно з аналітичними матеріалами Міністерства цифрової трансформації України, транспортний сектор перебуває на етапі часткової цифровізації, де поряд із впровадженням електронного документообігу та окремих автоматизованих систем зберігається значна частка ручних операцій і традиційних процедур управління [38]. Це створює ситуацію, коли цифрові та

аналогові процеси функціонують паралельно, що знижує ефективність використання аналітичних систем.

Однією з ключових проблем є недостатній рівень інтеграції інформаційних систем у межах портової інфраструктури. Дані Державної служби статистики України свідчать, що транспортна галузь характеризується значною фрагментованістю інформаційних потоків та різним рівнем цифровізації між окремими видами транспорту і підприємствами [41]. У портовій діяльності це проявляється у використанні різнорідних програмних рішень, локальних баз даних та несинхронізованих каналів обміну інформацією, що ускладнює формування єдиного аналітичного середовища.

Додатковим системним бар'єром є відсутність повної стандартизації даних. Учасники портового процесу — адміністрації портів, митні органи, стивідорні компанії, експедитори та перевізники — використовують різні формати фіксації інформації про вантажі, суднозаходи та операційні процеси. Це призводить до дублювання даних, їх несумісності та втрати актуальності, що негативно впливає на точність аналітичних моделей [35].

З точки зору міжнародного досвіду, Світовий банк (World Bank) та UNCTAD наголошують, що цифрова інтеграція портів через впровадження Port Community Systems (PCS) є одним із ключових факторів підвищення ефективності глобальних логістичних ланцюгів. Такі системи дозволяють забезпечити єдиний інформаційний простір між усіма учасниками портової діяльності, зменшити транзакційні витрати та скоротити час обробки вантажів [44]. В Україні впровадження подібних рішень перебуває на стадії часткової реалізації, що зумовлює збереження інформаційної роз'єднаності.

Важливу роль у формуванні бар'єрів відіграє також нерівномірність цифрового розвитку портів. Великі порти, які мають доступ до міжнародних інвестицій та активніше інтегровані у глобальні логістичні мережі, демонструють вищий рівень автоматизації процесів. Натомість менші порти часто залишаються на етапі базової цифровізації. Це створює дисбаланс у межах

національної портової системи та ускладнює формування єдиної аналітичної платформи на галузевому рівні.

Окремим критичним фактором є якість даних, що використовуються в аналітичних системах. Для ефективного функціонування таких систем необхідні повні, точні та актуальні дані про всі етапи портових операцій: від прибуття судна до завершення вантажно-розвантажувальних робіт. Проте на практиці часто спостерігається неповнота даних, їх несвоєчасне оновлення та відсутність єдиних стандартів валідації. Це суттєво знижує точність прогнозних моделей і обмежує можливості оптимізації портових процесів [36].

Згідно з аналітичними звітами IT Ukraine Association, Україна має потужний IT-сектор, який демонструє стабільне зростання та значний експортний потенціал. Однак цей потенціал не повною мірою трансформується у цифровізацію традиційних секторів економіки, зокрема транспортного та логістичного [40]. Таким чином, існує структурний розрив між розвитком технологічної галузі та її застосуванням у реальному секторі економіки.

Додатковим бар'єром є кадровий дефіцит. Впровадження аналітичних систем потребує фахівців із компетенціями у сфері data science, великих даних, машинного навчання та цифрової логістики. Водночас у транспортно-портовій галузі України спостерігається нестача таких спеціалістів, що частково пов'язано з обмеженою кількістю профільних освітніх програм та міграцією кадрів до IT-сектору. Це призводить до того, що аналітичні системи часто використовуються лише як інструменти обліку, а їхній аналітичний потенціал залишається недовикористаним.

Окрему групу ризиків становить кібербезпека. Портова інфраструктура належить до об'єктів критичної інфраструктури, що робить її потенційною ціллю кіберзагроз. Зі збільшенням рівня цифровізації зростає і кількість потенційних вразливостей, пов'язаних із несанкціонованим доступом до даних, кібератаками та порушенням роботи інформаційних систем. Це вимагає впровадження комплексних систем кіберзахисту, резервування даних та постійного моніторингу загроз [38].

Інституційні обмеження також залишаються значним фактором впливу. Незважаючи на наявність стратегічних документів у сфері цифрового розвитку та транспорту, їх практична реалізація часто є фрагментарною. Відсутність єдиних стандартів цифрового обміну, недостатня інтеграція державних і приватних систем та обмежена координація цифрових ініціатив уповільнюють формування єдиного інформаційного середовища.

Для систематизації основних бар'єрів впровадження аналітичних доцільно представити їх у вигляді узагальненої таблиці.

Таблиця 2.2

Основні бар'єри впровадження аналітичних систем в Україні

Група бар'єрів	Зміст	Наслідки
Технологічні	застаріла IT-інфраструктура, відсутність інтеграції даних	інтеграції даних низька ефективність аналітики
Кадрові	дефіцит Data Science та BI-фахівців	уповільнення впровадження
Фінансові	висока вартість рішень і впровадження	обмежена цифровізація МСБ
Кібербезпекові	загрози атак, витоки даних	втрати інформації та ресурсів
Інституційні	відсутність стандартів і координації	фрагментація систем
Організаційні	опір змінам, традиційне управління	низька адаптація рішень

Складено автором за джерелами: [38–39].

Аналіз наведених груп бар'єрів свідчить, що впровадження аналітичних систем у портовій інфраструктурі Великої Одеси (Одеський морський порт, порт Чорноморськ та порт Південний) носить системний і багаторівневий характер обмежень, які взаємопов'язані між собою та формують кумулятивний ефект уповільнення цифрової трансформації.

Насамперед технологічні бар'єри є базовим рівнем обмежень, оскільки саме вони визначають технічну можливість інтеграції аналітичних систем. У портах Великої Одеси спостерігається неоднорідність цифрової інфраструктури: найбільш розвинені об'єкти демонструють часткову автоматизацію операцій, тоді як інші продовжують використовувати змішані або застарілі інформаційні системи. Це призводить до відсутності єдиного цифрового середовища, що

унеможливлює повноцінну інтеграцію даних у реальному часі та знижує ефективність аналітичних моделей.

Кадрові бар'єри мають структурний характер і безпосередньо впливають на рівень використання аналітичних систем. У портах Великої Одеси переважає персонал, орієнтований на класичні операційні процеси, тоді як компетенції у сфері data science, бізнес-аналітики та роботи з великими даними залишаються недостатньо розвиненими. У результаті навіть наявні цифрові інструменти використовуються переважно для облікових та звітних функцій, а їх аналітичний потенціал реалізується частково.

Фінансові обмеження у випадку портів Великої Одеси проявляються у різній здатності підприємств до інвестування в цифрову інфраструктуру. Порт Південний, як більш інвестиційно привабливий об'єкт, має вищі можливості модернізації, тоді як інші порти значною мірою залежать від державного фінансування. Це створює нерівномірність у темпах цифрової трансформації та призводить до асиметричного розвитку аналітичних систем у межах одного регіону.

Кібербезпекові бар'єри є особливо критичними для портів Великої Одеси, оскільки вони є стратегічними об'єктами критичної інфраструктури. Використання різнорідних інформаційних систем збільшує кількість потенційних вразливостей, що підвищує ризики несанкціонованого доступу до логістичних, комерційних та операційних даних. Це, у свою чергу, стримує повноцінну інтеграцію систем у хмарні та централізовані аналітичні платформи.

Інституційні бар'єри проявляються у недостатній уніфікації стандартів обміну даними між учасниками портового процесу. У портах Великої Одеси одночасно функціонують адміністративні структури, приватні оператори та державні органи, кожен з яких використовує власні інформаційні системи. Відсутність єдиного стандарту призводить до фрагментації даних, дублювання інформації та зниження якості аналітичної обробки.

Організаційні бар'єри пов'язані з інерційністю управлінських підходів. У багатьох випадках рішення в портових структурах приймаються на основі

досвіду та оперативної інтуїції, а не на основі аналітичних моделей. Це формує опір до впровадження систем підтримки прийняття рішень і знижує рівень інтеграції цифрових технологій у процес управління.

Сукупність бар'єрів у портах Великої Одеси має не ізольований, а взаємопов'язаний характер. Технологічні обмеження посилюються кадровими, фінансові — інституційними, а організаційні — кібербезпековими. Це формує складне середовище, у якому впровадження аналітичних систем потребує не точкових, а комплексних змін, що охоплюють як інфраструктурний, так і управлінський рівень.

Доцільно зазначити, що в умовах воєнного стану та суттєвої трансформації логістичних маршрутів морські порти України, зокрема порти Великої Одеси — Одеський морський порт, Порт Чорноморськ та Порт Південний — демонструють високий рівень адаптивності та здатність підтримувати безперервність операційної діяльності. Незважаючи на безпекові ризики, пошкодження інфраструктури та ускладнення логістичних процесів, порти продовжують забезпечувати обробку вантажів і виконувати стратегічно важливу роль у функціонуванні національної економіки.

Таким чином, впровадження аналітичних систем у портовій галузі України відбувається в умовах поєднання технологічних, організаційних, кадрових, кібербезпекових та інституційних бар'єрів. Незважаючи на значний потенціал цифрової трансформації, його реалізація залежить від рівня інтеграції даних, розвитку цифрової інфраструктури, підготовки кадрів та стабільності інституційного середовища. Лише комплексне усунення зазначених обмежень дозволить забезпечити перехід портової галузі України до інноваційної моделі управління.

Висновки за розділом 2

Таким чином, було проведено комплексний аналіз поточних можливостей морських портів України в умовах сильного зовнішнього тиску, а також

визначено основні фактори ефективності та перешкоди у застосуванні аналітичної системи. Встановлено, що в умовах воєнного стану та трансформації логістичних маршрутів порти України, а особливо порти Великої Одеси, демонструють здатність адаптуватися та підтримувати операційні процеси.

Аналіз показав, що ефективність роботи портів є не лише функцією їх пропускної спроможності, а й значною мірою залежить від структури вантажопотоків, доданої вартості послуг та організації роботи. Для портів Південного регіону характерні різні закономірності: порти, орієнтовані на перевалку сипучих вантажів, досягають найвищої пропускної спроможності, тоді як порти, що займаються перевалкою контейнерів та генеральних вантажів, демонструють найвищу прибутковість.

Аналіз впливу різних факторів на техніко-економічні показники значною мірою продемонстрував, що ключову роль відіграють логістичні ресурси формувань зі збалансованою структурою вантажопотоків, рівень технологічного розвитку, цифровізація процесів, координація учасників логістичного ланцюга та можливості інфраструктури. Саме сукупність цих факторів і визначає конкурентоспроможність портів у сучасних умовах.

Особлива увага приділяється аналізу ризиків та бар’єрів на шляху впровадження аналітичних систем. З’ясовано, що їхньому розвитку перешкоджає низка взаємопов’язаних обмежень, зокрема технологічних, кадрових, фінансових, інституційних та організаційних. Основні проблеми, пов’язані з інтерфейсами, такі як невизначеність основних та ключових інформаційних систем, які є нестандартизованими цифровими рішеннями, що недостатньо інтегровані та не забезпечують належну підтримку компетенцій.

Доведено, що підвищення ефективності діяльності українських морських портів безпосередньо пов’язане з розвитком цифрових технологій та впровадженням системи управління на основі аналітики. Водночас їх успішне впровадження є складним завданням, яке передбачає модернізацію інфраструктури, розвиток кадрового потенціалу та сприяння інтеграції інформаційних процесів.

РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА ОСНОВІ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ

3.1. Розробка моделі вантажопотоків за допомогою методів предикативної аналітики

В сучасних умовах функціонування морських портів України, що характеризуються нестабільністю зовнішнього середовища, складністю логістичних маршрутів та підвищеним рівнем ризиків, особливої актуальності набуває впровадження методів предикативної аналітики для прогнозування вантажопотоків. Як було встановлено у попередньому розділі, ефективність діяльності портів Великої Одеси значною мірою залежить від структури вантажопотоку, рівня цифровізації, організації операційних процесів та зовнішніх факторів впливу. Це обумовлює необхідність розробки моделі, яка дозволяє врахувати зазначені параметри у процесі прогнозування.

Прогнозування вантажопотоків у даному дослідженні розглядається як інструмент підтримки управлінських рішень, що забезпечує перехід від реактивного управління до проактивного. Його практичне значення полягає у можливості завчасного планування навантаження на інфраструктуру, оптимізації використання ресурсів та підвищення пропускної спроможності портів без значних капіталовкладень.

З урахуванням проведеного аналізу діяльності портів Великої Одеси (Південний, Чорноморськ, Одеса), доцільно застосувати авторегресійну модель прогнозування, яка враховує як внутрішні операційні показники (KPI), так і зовнішні умови функціонування. Узагальнено модель може бути представлена у вигляді функціональної залежності (3.1.1):

$$Q_t = f(Q_{t-1}, TAT_t, U_t, R_t, V_t, S_t, E_t), \quad (3.1.1)$$

Де:

Q_t —вантажопотік у поточному періоді (результативний показник моделі);

$\mathbf{Q_{t-1}}$ — вантажопотік попереднього періоду, який відображає інерційність розвитку портової системи та вплив попередньої динаміки на майбутні показники;

$\mathbf{TAT_t}$ (Turnaround Time) — середній час обробки суден у порту. Даний показник характеризує швидкість виконання портових операцій та рівень операційної ефективності;

$\mathbf{U_t}$ — коефіцієнт використання причалів, який відображає ступінь завантаження портової інфраструктури;

$\mathbf{R_t}$— структура вантажопотоку, що характеризує співвідношення між різними видами вантажів (зернові, контейнерні, генеральні, наливні тощо);

$\mathbf{V_t}$ — кількість суднозаходів у порт за відповідний період;

$\mathbf{S_t}$ — сезонний фактор, який враховує циклічні коливання вантажопотоків залежно від періоду року;

$\mathbf{E_t}$ — зовнішні фактори впливу, зокрема воєнні ризики, зміни логістичних маршрутів, міжнародну кон'юнктуру ринку та геополітичні умови.

Таким чином, модель демонструє, що вантажопотоки є багатофакторним процесом, у якому обсяги перевалки вантажів залежать не лише від попередніх значень вантажообороту, а й від ефективності операційної діяльності порту, рівня використання інфраструктури, структури вантажів та впливу зовнішнього середовища.

У межах даного дослідження ця загальна модель була спрощена шляхом відбору найбільш значущих та статистично доступних показників для портів Великої Одеси, що дозволило побудувати практично орієнтовану авторегресійну модель прогнозування.

Перш за все, змінна **($\mathbf{Q_{t-1}}$)** (обсяг вантажопотоку в попередньому періоді) відображає інерційність розвитку портової системи. Як було встановлено у розділі 2, вантажопотоки не змінюються миттєво, а формуються під впливом довгострокових контрактів, стабільних логістичних зв'язків та структури експорту. Тому дана змінна виступає базовим трендовим компонентом моделі та дозволяє врахувати історичну динаміку розвитку порту.

Показник **(TAT_t)** (Turnaround Time) характеризує середній час обробки суден і є одним із ключових індикаторів операційної ефективності. Зменшення цього показника безпосередньо впливає на збільшення пропускної спроможності порту. Як було доведено раніше, навіть скорочення часу обробки на 5–10 годин дозволяє суттєво підвищити кількість оброблених суден протягом періоду, що автоматично збільшує обсяг вантажопотоку. Таким чином, між TAT_t та Q_t існує обернено пропорційна залежність.

Коефіцієнт використання причалів **(U_t)** відображає рівень завантаженості портової інфраструктури. Його значення є критично важливим для визначення наявного резерву потужностей. Якщо показник наближається до 1, це свідчить про перевантаження інфраструктури та ризик виникнення затримок. Водночас низьке значення означає недовикористання ресурсів. Оптимальне значення цього коефіцієнта дозволяє забезпечити баланс між ефективністю та стійкістю функціонування порту.

Структура вантажопотоку **(R_t)** є якісною змінною, яка визначає співвідношення між масовими, контейнерними та генеральними вантажами. Як показав аналіз, саме цей фактор значною мірою пояснює відмінності між портами Великої Одеси. Зокрема, висока частка масових вантажів забезпечує великі обсяги перевалки, але знижує дохідність, тоді як контейнерні вантажі формують вищу додану вартість і впливають на інтенсивність операцій. У моделі цей параметр може бути формалізований через часткові коефіцієнти або індекси структури.

Змінна **(V_t)** (кількість суднозаходів) безпосередньо пов’язана з обсягом вантажопотоку, оскільки визначає фізичну кількість операцій у порту. Водночас цей показник залежить від TAT_t та U_t, що формує внутрішню взаємозалежність змінних моделі. Таким чином, збільшення кількості суднозаходів можливе лише за умови ефективного використання інфраструктури та скорочення часу обробки суден.

Сезонний фактор **(S_t)** відіграє особливо важливу роль для портів, орієнтованих на перевалку аграрної продукції. Як зазначалося у попередньому

розділі, для порту «Південний» характерні значні сезонні коливання, пов’язані з експортом зернових культур. Це означає, що в окремі періоди року спостерігається різке зростання навантаження на інфраструктуру, що має враховуватися при прогнозуванні.

Зовнішній фактор **(E_t)** є найбільш складним елементом моделі, оскільки включає вплив воєнних ризиків, змін у міжнародній логістиці, тарифної політики та геополітичної ситуації. У сучасних умовах цей параметр може суттєво коригувати прогнозні значення, знижуючи або, навпаки, стимулюючи вантажопотоки. Для його врахування доцільно використовувати сценарний підхід або експертні оцінки.

Важливо підкреслити, що всі змінні моделі є взаємопов’язаними. Наприклад, зростання коефіцієнта використання причалів може призвести до збільшення **(TAT_t)**, що, у свою чергу, обмежить можливість подальшого зростання **(V_t)**. Аналогічно, зміна структури вантажопотоку впливає на тривалість обробки суден і рівень доходності операцій. Таким чином, модель має системний характер і повинна розглядатися як єдина інтегрована система.

У рамках даного дослідження для аналізу діяльності портів Великої Одеси доцільно використовувати спрощену багатофакторну регресійну модель, побудовану на основі найбільш репрезентативних операційних показників, щодо яких наявні статистичні дані. Використання спрощеної моделі дозволяє забезпечити практичну придатність дослідження та уникнути надмірної складності розрахунків в умовах обмеженості інформаційної бази.

З урахуванням цього модель вантажопотоків набуває такого вигляду додатку Д.

На основі просторово-часових даних за 2021–2024 рр. було побудовано багатофакторну регресійну модель вантажообігу морських портів. У процесі моделювання проведено оцінку статистичної значущості факторів із використанням статистичних критеріїв та покрокового алгоритму кореляційно-регресійного аналізу щодо відбору змінних.

В якості результативної ознаки запропоновано вантажопотік, на який впливають середній час обробки , коефіцієнт використання причалів, кількість суднозаходів, вантажопотік попереднього року та фактор часу (Додаток Є).

Включення саме цих змінних обґрунтовується результатами аналізу діяльності портів Великої Одеси, проведеного у другому розділі роботи. Було встановлено, що показники часу обробки суден, інтенсивності використання причальної інфраструктури та кількості суднозаходів безпосередньо впливають на обсяги перевалки вантажів і визначають ефективність функціонування портів.

Регресійний компонент ($\mathbf{Q_{t-1}}$) дозволяє врахувати інерційність розвитку портової системи, оскільки вантажопотоки формуються під впливом довгострокових контрактів, стабільних логістичних маршрутів та структури зовнішньої торгівлі. Таким чином, попередні значення вантажообороту є важливим фактором прогнозування майбутньої динаміки.

Показник середнього часу обробки суден ($\mathbf{X_1}$) характеризує операційну ефективність порту. Зменшення тривалості обробки суден сприяє підвищенню пропускної спроможності причалів та збільшенню кількості оброблених суден протягом звітного періоду. Тому між даним показником і вантажопотоком існує обернена залежність.

Коефіцієнт використання причалів ($\mathbf{X_2}$) відображає рівень завантаження портової інфраструктури. Його оптимальне значення свідчить про ефективне використання виробничих потужностей та можливість забезпечення стабільного вантажообороту без виникнення критичних перевантажень.

Кількість суднозаходів ($\mathbf{X_3}$) характеризує інтенсивність транспортних операцій у порту та безпосередньо впливає на обсяги вантажопереробки. Зростання цього показника, за умови ефективної організації операційних процесів, сприяє збільшенню вантажопотоку.

В межах даного дослідження модель була спрощена шляхом відбору найбільш значущих та статистично доступних показників для портів Великої Одеси, що дозволило побудувати практично орієнтовану регресійну модель прогнозування.

Реалізація покрокового алгоритму КРА довела, що деякі фактори потрібно виключити з отриманої моделі як статистично незначущі (X_2,X_4,X_5).

В результаті реалізації алгоритму КРА отримано таку регресійну модель вантажопотоку морських портів України за період 2021-2024 рр. (3.1.2):

$$\mathbf{Y=-132,9+2,2X_1+0,1X_3} \quad (3.1.2)$$

де:

Y — обсяг вантажопотік, млн т;

X_1— середній час обробки, год.;

X_3 — кількість суднозаходів, од.

Отримані результати моделювання підтверджують, що найбільший вплив на формування вантажопотоків мають середній час обробки та кількість суднозаходів. Це свідчить про необхідність постійного моніторингу KPI та впровадження сучасних систем бізнес-аналітики для підтримки управлінських рішень у сфері морського транспорту в додатку Д.

Отримані коефіцієнти регресії свідчать про наявність прямого впливу досліджуваних факторів на обсяг вантажообігу портів.

Зокрема, збільшення середнього часу обробки на 1 годину за умови фіксованого значення кількості суднозаходів призводить до зростання вантажообігу в середньому на 2,2 млн т.

Водночас збільшення кількості суднозаходів на одну одиницю при незмінному середньому часу обробки забезпечує зростання вантажообігу приблизно на 0,1 млн т.

Коефіцієнт детермінації моделі становить:

$$\mathbf{R_2=0,986}$$

Це означає, що 98,6 % варіації вантажообігу пояснюється впливом включених до моделі факторів X_1 та X_3, що свідчить про високий рівень адекватності побудованої моделі.

Коефіцієнт множинної кореляції :

$$\mathbf{R=0,972}$$

вказує на дуже тісний кореляційний зв’язок між результативною ознакою та незалежними змінними моделі.

Для перевірки загальної статистичної значущості моделі використано F-критерій Фішера. Отримане значення: **F=156,7** при дуже низькому рівні p-значущості: **$p=1{,}016\times10^{-7}$;** дозволяє стверджувати, що побудована регресійна модель є статистично значущою та надійною.

Оцінювання значущості окремих коефіцієнтів регресії проводилося за допомогою t-критерію Стьюдента. Для змінної X_1 отримано: **t=5,513,p=0,0004;** а для змінної X_3:**$t=9{,}928$, $p=3{,}8\times10^{-6}$.**

Оскільки p-значущість для обох коефіцієнтів є меншою за критичний рівень 0,05, нульова гіпотеза відхиляється. Це свідчить про статистичну значущість та надійність обох факторів у межах побудованої регресійної моделі.

Для практичного застосування запропонованої моделі доцільно використовувати сучасні інструменти бізнес-аналітики, що базуються на інтегрованих інформаційних середовищах. Зокрема, важливу роль відіграє впровадження систем типу Port Community Systems (PCS), які забезпечують об’єднання даних від усіх учасників портового процесу в єдиному цифровому просторі.

Таким чином, було розроблено та обґрунтовано багатофакторну модель вантажопотоків для портів Великої Одеси, яка враховує як внутрішні операційні показники, так і зовнішні умови функціонування портової системи.

Можна стверджувати, що теоретично ключовими детермінантами динаміки вантажопотоків виступають попередні значення вантажообігу, операційна ефективність портів (TAT, коефіцієнт використання причалів), структура вантажопотоку, інтенсивність суднозаходів, сезонні коливання та зовнішні фактори ризику.

Проведений аналіз показав, що запропонована модель має системний характер, оскільки всі змінні перебувають у взаємозалежності та формують комплексний вплив на результативний показник. Це дозволяє розглядати вантажопотоки не як ізольований статистичний процес, а як елемент

інтегрованої системи управління портовою діяльністю, орієнтованої на підвищення ефективності використання інфраструктури та адаптацію до змін зовнішнього середовища.

Реалізація такої моделі в практичній площині потребує якісного інформаційного забезпечення, що ґрунтується на своєчасному зборі, обробці та інтеграції даних з різних джерел портової екосистеми. Саме це зумовлює необхідність переходу до використання сучасних цифрових платформ управління даними.

3.2. Впровадження Port Community Systems (PCS) як інструменту інтегрованого аналізу даних

Сучасний стан розвитку світової портової інфраструктури визначається глибинною цифрової трансформації на всіх рівнях логістичного процесу управління. Збільшення обсягів міжнародної торгівлі, зростання вимог до швидкості обробки вантажів, а також потреба зменшити сумарні транзакційні витрати є чинниками, що формують попит на впровадження інтегрованих інформаційних систем. Однією з ефективних моделей цифровізації портової діяльності є Port Community System (PCS) — інтегрована інформаційна платформа, яка поєднує учасників портової спільноти у спільному цифровому просторі [45].

До важливих питань дослідження Port Community Systems відноситься аналіз світового досвіду та їх реалізації, адже саме вони дають змогу відслідкувати реальну ефективність цифрової трансформації порту. У світовому досвіді функціонування PCS вони вже стали елементом ядра діяльності провідних морських портів та гарантують високий рівень інтеграції між гравцями логістичного процесу.

Одним із найбільш показових прикладів є порт Роттердам, який є найбільшим портом Європи. У цьому порту впроваджена комплексна PCS-платформа, яка забезпечує повну цифрову взаємодію між судноплавними компаніями, терміналами, митними органами та логістичними операторами. Завдяки цьому всі операції, включаючи подання документів, планування заходу суден та обробку вантажів, здійснюються в електронному вигляді в режимі реального часу, що суттєво скорочує час обробки суден та підвищує ефективність використання портової інфраструктури [46].

Подібний підхід реалізовано у порту Антверпен, де PCS виступає центральним елементом цифрової екосистеми порту. Особливістю даної системи є глибока інтеграція з приватними логістичними компаніями та державними контролюючими органами. Це дозволяє забезпечити безперервний обмін даними

між усіма учасниками логістичного ланцюга, мінімізувати адміністративні затримки та підвищити прозорість портових операцій [47].

Ще одним важливим прикладом є порт Сінгапуру, який є одним із найтехнологічніших портів світу. У цьому порту PCS інтегрована з технологіями штучного інтелекту, Інтернету речей та блокчейн-рішеннями. Це дозволяє здійснювати повністю автоматизоване управління портовими процесами, включаючи прогнозування прибуття суден, оптимізацію використання причалів та контроль логістичних потоків у режимі реального часу [48].

На нашу думку, аналіз міжнародного досвіду свідчить, що впровадження PCS у провідних світових портах призводить до значного підвищення ефективності логістичних операцій, скорочення часу обробки вантажів та зменшення операційних витрат. У порівнянні з цим, порти Великої Одеси перебувають на етапі часткової цифровізації, що створює значний потенціал для впровадження PCS.

Основною метою PCS є забезпечення безперервного, стандартизованого та безпечного обміну даними між усіма учасниками логістичного процесу, що дозволяє значно підвищити ефективність управління портовими операціями [45].

У контексті портів Великої Одеси - впровадження PCS має стратегічне значення, оскільки ці порти є ключовими транспортними вузлами України, які забезпечують значну частку зовнішньоекономічного обороту, навіть в умовах воєнного стану. Особливості їх функціонування полягають у високій інтенсивності вантажопотоків, складній структурі логістичних операцій та значній кількості учасників процесу, що робить необхідним впровадження централізованої системи управління інформацією.

Однією з головних проблем традиційної моделі управління портами є фрагментація інформаційних потоків. Кожен учасник портової діяльності використовує власні інформаційні системи, що призводить до дублювання даних, затримок в обміні інформацією та підвищення ймовірності помилок. Впровадження PCS дозволяє усунути ці недоліки шляхом створення єдиної

платформи, яка забезпечує стандартизований обмін даними в режимі реального часу.

З технічної точки зору PCS базується на принципах сервіс-орієнтованої архітектури (SOA), хмарних технологій та API-інтеграції. Це дозволяє системі легко взаємодіяти з різними інформаційними платформами, які використовуються учасниками портової спільноти. Завдяки цьому забезпечується гнучкість, масштабованість та адаптивність системи до змінних умов зовнішнього середовища.

У портах Великої Одеси впровадження PCS сприяє реалізації концепції «єдиного вікна» (Single Window System), яка передбачає подання всіх необхідних документів та даних через єдиний цифровий канал. Це значно скорочує час проходження адміністративних процедур, зменшує навантаження на бізнес та підвищує прозорість взаємодії між приватним і державним секторами. Зокрема, автоматизація митних процедур дозволяє зменшити час оформлення вантажів з кількох діб до кількох годин, що суттєво підвищує ефективність логістичних операцій.

Важливим аспектом впровадження PCS є інтеграція з системами управління терміналами (TOS), системами управління ланцюгами постачання (SCM) та митними інформаційними системами. Така інтеграція дозволяє створити цілісну цифрову модель портової діяльності, яка охоплює весь логістичний ланцюг — від прибуття судна до відвантаження товару кінцевому отримувачу [45].

Інтегрований аналіз даних, який стає можливим завдяки PCS, відкриває нові можливості для управління портовими процесами. Обробка великих масивів даних (Big Data) дозволяє здійснювати аналітику завантаженості терміналів, прогнозування часу обробки суден, оптимізацію використання причалів та планування ресурсів. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє виявляти закономірності у вантажопотоках та прогнозувати пікові навантаження на портову інфраструктуру [46].

У портах Великої Одеси особливо актуальним є питання оптимізації суднопотоків. Завдяки PCS можливо здійснювати динамічне планування заходів суден до порту з урахуванням поточної завантаженості причалів, погодних умов та митних процедур. Це дозволяє зменшити час простою суден на рейді, що безпосередньо впливає на зниження логістичних витрат.

Крім того, PCS сприяє підвищенню рівня безпеки портових операцій. Централізоване управління даними дозволяє здійснювати моніторинг руху вантажів, контролювати доступ до інформації та запобігати несанкціонованим операціям. Важливим елементом є також кібербезпека, оскільки цифровізація портової інфраструктури підвищує ризики кібератак. У зв'язку з цим впроваджуються сучасні механізми захисту інформації, включаючи багаторівневу автентифікацію, шифрування даних та системи виявлення вторгнень [45].

Економічний ефект від впровадження PCS у портах Великої Одеси проявляється у зниженні операційних витрат, підвищенні швидкості обробки вантажів та збільшенні пропускної здатності портової інфраструктури. Додатково підвищується інвестиційна привабливість портів, оскільки сучасні цифрові системи управління є важливим фактором для міжнародних логістичних компаній при виборі портових хабів [49].

Не менш важливим є екологічний аспект впровадження PCS. Оптимізація логістичних процесів дозволяє зменшити час простою суден у порту, що сприяє зниженню викидів шкідливих речовин. Крім того, цифровізація документообігу зменшує використання паперових носіїв, що позитивно впливає на екологічну стійкість портової діяльності.

У стратегічній перспективі PCS у портах Великої Одеси може стати основою для створення «розумного порту» (Smart Port), який функціонує на базі технологій Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту та блокчейн-рішень. Це дозволить забезпечити повну автоматизацію процесів управління портом та інтеграцію з глобальними логістичними мережами.

Таким чином, важливим результатом впровадження PCS є створення умов для вдосконалення комплексного аналізу даних. Агрегація великих обсягів даних про пересування суден, вантажопотоки та портові операції становить основу, на якій можуть працювати рішення, що використовують аналітику великих даних та машинне навчання. Це надає можливість не тільки аналізувати поточний стан портових процесів, але й прогнозувати їх, що є значним кроком у напрямку переходу від реактивного до предикативного управління.

Слід особливо зазначити, що, згідно з міжнародним досвідом впровадження PCS у провідних світових портах, таких як Роттердам, Антверпен та Сінгапур, цей підхід виявився ефективним з точки зору пропускної спроможності. У цих портах цифрові платформи стали основою для побудови «розумних портів», що забезпечує повну автоматизацію документообігу, інтеграцію державних та приватних суб’єктів, а також підвищену прозорість логістичних процесів. Це свідчить про те, що впровадження PCS є не лише технічним рішенням, а й значним просторовим розвитком портової інфраструктури.

Отже, впровадження системи PCS портах Великої Одеси є необхідною передумовою їх подальшої модернізації та інтеграції у глобальні логістичні мережі. Система PCS стане основою для підвищення конкурентоспроможності українських портів, зниження операційних витрат, поліпшення якості управління та забезпечення сталого розвитку портової галузі в умовах цифрової економіки.

3.3. Економічне обґрунтування інвестицій у модернізацію IT-інфраструктури порту

В умовах стрімкої цифровізації світової транспортно-логістичної системи модернізація IT-інфраструктури морських портів стає одним із ключових факторів забезпечення їх стабільного функціонування та конкурентоспроможності. Сучасний морський порт уже не розглядається виключно як об’єкт фізичної перевалки вантажів, а функціонує як багаторівнева інформаційно-логістична система, ефективність якої значною мірою залежить від швидкості обробки інформації, рівня автоматизації та здатності оперативно координувати взаємодію між усіма учасниками транспортного процесу. У сучасних умовах саме інформація та швидкість її обробки стають стратегічним ресурсом, який визначає рівень ефективності портової діяльності.

Цифровізація портової галузі є складовою глобальної концепції Industry 4.0, що передбачає інтеграцію інформаційних технологій, автоматизації, аналітики даних та інтелектуальних систем управління у виробничі та логістичні процеси. У морських портах це проявляється у переході від традиційних методів управління до цифрових платформ, здатних забезпечувати безперервний моніторинг операцій, прогнозування вантажопотоків, автоматичний обмін даними та підтримку управлінських рішень у режимі реального часу. Внаслідок цього підвищується точність планування, зменшується кількість операційних помилок та покращується використання інфраструктурних ресурсів.

Особливого значення модернізація IT-інфраструктури набуває в умовах зростання міжнародної конкуренції між портами. Сучасні логістичні компанії, судноплавні оператори та вантажовласники обирають порти не лише за географічним положенням чи тарифною політикою, а й за рівнем цифровізації, швидкістю оформлення документів, прозорістю процедур та якістю інформаційного супроводу перевезень. Саме тому розвиток цифрових сервісів стає важливою складовою формування конкурентних переваг морських портів.

Крім того, впровадження сучасних інформаційних технологій дозволяє значно підвищити ефективність використання портової інфраструктури. Автоматизовані системи управління сприяють оптимізації роботи причалів, складських комплексів, транспортних потоків та перевантажувальної техніки. Використання аналітичних платформ дає можливість прогнозувати пікові навантаження, виявляти «вузькі місця» у логістичних процесах та оперативно реагувати на зміни кон'юнктури ринку. У результаті скорочується час простою суден, підвищується пропускна спроможність порту та зменшуються експлуатаційні витрати.

Важливо також враховувати, що сучасні порти працюють у середовищі високої невизначеності та підвищених ризиків. Геополітична нестабільність, зміни міжнародних торговельних маршрутів, кіберзагрози та нестабільність глобальних ланцюгів постачання вимагають від портових операторів високої гнучкості та здатності швидко адаптуватися до нових умов. У таких умовах саме цифрові системи забезпечують можливість оперативного аналізу ситуації та прийняття ефективних управлінських рішень на основі актуальних даних.

IT-інфраструктура порту включає комплекс програмно-апаратних засобів, систем автоматизації, серверного обладнання, цифрових платформ, каналів передачі даних, аналітичних систем та засобів кібербезпеки. Від рівня її розвитку залежить ефективність управління вантажопотоками, швидкість документообігу, координація між учасниками логістичного процесу та здатність порту адаптуватися до змін зовнішнього середовища [49].

До складу сучасної IT-інфраструктури морського порту входять автоматизовані системи управління терміналами (TOS), системи електронного документообігу, корпоративні інформаційні мережі, центри обробки даних, системи супутникового моніторингу, програмні комплекси управління складськими операціями, а також інструменти бізнес-аналітики. Їх інтеграція дозволяє формувати єдиний інформаційний простір, у межах якого всі учасники логістичного процесу можуть оперативно обмінюватися даними та координувати свою діяльність.

Особливу роль у структурі цифрової інфраструктури відіграють системи кібербезпеки, оскільки сучасні морські порти є об’єктами критичної інфраструктури. Зростання рівня цифровізації супроводжується збільшенням ризиків кібератак, витоку інформації та порушення стабільності роботи інформаційних систем. Тому модернізація IT-інфраструктури повинна передбачати не лише оновлення технічного обладнання, але й створення комплексної системи захисту інформаційних ресурсів, резервного копіювання даних та забезпечення безперервності роботи цифрових платформ.

Сучасні міжнародні порти активно впроваджують технології Port Community System (PCS), Internet of Things (IoT), Big Data, хмарні сервіси та автоматизовані системи управління терміналами. Дослідження показують, що цифровізація портової інфраструктури дозволяє скоротити час обробки суден на 15–30 %, зменшити витрати на логістичні операції та підвищити пропускну спроможність портів [50].

Технологія Internet of Things (IoT) забезпечує можливість автоматичного збору інформації з датчиків, перевантажувальної техніки, транспортних засобів та складського обладнання. Це дозволяє в режимі реального часу контролювати місцезнаходження вантажів, технічний стан обладнання та інтенсивність використання інфраструктури. У свою чергу, технології Big Data та бізнес-аналітики забезпечують обробку великих масивів інформації та формування прогнозних моделей для підтримки стратегічного управління портом [51].

Для морських портів України модернізація IT-інфраструктури має особливе значення в умовах воєнних ризиків, зміни транспортних маршрутів та необхідності швидкого обміну інформацією між державними органами, перевізниками, експедиторами та портовими операторами. Недостатній рівень інтеграції інформаційних систем, використання застарілого програмного забезпечення та обмеженість аналітичних інструментів знижують ефективність управління портовими процесами та ускладнюють прийняття оперативних рішень.

Додатковою проблемою для українських портів є фрагментарність цифрових рішень та відсутність єдиних стандартів інформаційного обміну. У багатьох випадках окремі інформаційні системи функціонують автономно та не інтегруються між собою, що призводить до дублювання інформації, збільшення часу обробки документів та зниження оперативності управління. Саме тому одним із пріоритетних напрямів розвитку портової галузі є створення інтегрованого цифрового середовища, здатного забезпечити ефективну взаємодію всіх учасників транспортно-логістичного процесу [52].

У межах дослідження запропоновано інвестиційний проєкт модернізації IT-інфраструктури одного з портів Великої Одеси, а саме порту «Південний» який передбачає:

- впровадження сучасної PCS-платформи;
- оновлення серверного обладнання;
- інтеграцію аналітичної BI-системи;
- автоматизацію документообігу;
- впровадження систем кібербезпеки;
- створення централізованого сховища даних.

Для оцінки економічної доцільності модернізації IT-інфраструктури необхідно визначити очікуваний економічний ефект від реалізації проєкту та порівняти його з обсягом необхідних інвестицій. Основними джерелами економічного ефекту внаслідок цифрової трансформації портової діяльності є:

- збільшення доходів від підвищення пропускної спроможності порту;
- скорочення часу обробки суден;
- зменшення адміністративних та операційних витрат;
- оптимізація використання інфраструктури;
- скорочення втрат часу через неузгодженість інформаційних потоків.

Виходячи з аналітичних даних щодо діяльності портів Великої Одеси та результатів впровадження цифрових рішень у міжнародній практиці, можна припустити, що після модернізації IT-інфраструктури середній час обробки

суден скоротиться на 18 %, а загальна продуктивність перевантажувальних операцій зросте на 10–12 % [50].

Для проведення розрахунків використаємо економічні показники одного з портів Південного регіону України, а саме порт «Південний»:

- річний вантажообіг — 26 млн т;
- середній дохід з 1 т вантажу — 210 грн;
- середні адміністративні витрати — 320 млн грн на рік;
- витрати на ІТ-обслуговування застарілих систем — 42 млн грн на рік.

Після впровадження модернізованої ІТ-інфраструктури прогнозується зростання вантажообігу на 10 %, що відповідає додатковому обсягу перевалки:. Тоді додатковий обсяг перевалки становитиме (3.3.1):

$$\mathbf{\Delta Q = 26 \times 0{,}10 = 2{,}6 \text{ млн т.}} \quad (3.3.1)$$

Додатковий дохід від збільшення вантажообігу визначається за формулою (3.3.2):

$$\mathbf{Дд = \Delta Q \times Д1т,} \quad (3.3.2)$$

де:

Дд — додатковий дохід;

ΔQ — приріст вантажообігу;

Д1т — дохід з 1 т вантажу.

Тоді:

$$\mathbf{Дд = 2\ 600\ 000 \times 210 = 546\ 000\ 000 \text{ грн.}}$$

Отже, очікуваний додатковий річний дохід від підвищення пропускної спроможності порту може становити близько 546 млн грн.

Наступним елементом економічного ефекту є скорочення адміністративних витрат за рахунок автоматизації документообігу та оптимізації управлінських процесів. За оцінками міжнародних досліджень, цифровізація дозволяє скоротити адміністративні витрати на 10–15 % [51].

У роботі приймемо скорочення витрат на рівні середнього - 12 %. Тоді економія становитиме:

$$\mathbf{Ев = 320 \times 0{,}12 = 38{,}4 \text{ млн грн.}}$$

Згідно з результатами наукових досліджень у сфері цифровізації портової інфраструктури, впровадження технологій Industry 4.0, зокрема систем предиктивного обслуговування та цифрових двійників, дозволяє знизити витрати на технічне обслуговування в середньому на 15–25 %, залежно від рівня цифрової зрілості порту та масштабу впроваджених рішень. Очікуване У роботі приймемо скорочення витрат на рівні середнього 20 %.

Тоді економія витрат на ІТ-обслуговування дорівнюватиме:

$$\mathbf{Eit = 42 \times 0{,}20 = 8{,}4 \text{ млн грн.}}$$

Загальний річний економічний ефект визначимо як суму додаткового доходу та отриманої економії (3.3.3):

$$\mathbf{Езаг = Дд + Ев + Eit,} \qquad (3.3.3)$$

де:

Езаг — загальний економічний ефект;

Дд — додатковий дохід;

Ев — економія адміністративних витрат;

Eit — економія витрат на ІТ-обслуговування.

Тоді:

$$\mathbf{Езаг = 546 + 38{,}4 + 8{,}4 = 592{,}8 \text{ млн грн.}}$$

Загальний обсяг інвестицій у модернізацію ІТ-інфраструктури порту становить 48 млн грн. Для оцінки ефективності інвестицій визначимо строк окупності проєкту за формулою (3.3.4):

$$\mathbf{Ток = (I / Езаг) \times 12 \text{ міс}} \qquad (3.3.4)$$

де:

Ток — строк окупності;

I — обсяг інвестицій;

Езаг — річний економічний ефект.

Тоді:

$$\mathbf{Ток = (48 / 592{,}8) \times 12 \text{ міс} \approx 0{,}97 \text{ міс.}}$$

Отримане значення свідчить про високу ефективність інвестицій у цифрову модернізацію портової інфраструктури. Водночас слід враховувати, що

частина економічного ефекту має опосередкований характер та залежить від зовнішніх факторів, зокрема стабільності вантажопотоків, кон'юнктури міжнародного ринку та загальної економічної ситуації.

Для більш об'єктивної оцінки ефективності інвестицій також доцільно визначити показник рентабельності інвестицій (ROI) за формулою (3.3.5):

$$\mathbf{ROI = (Езаг / I) \times 100\ \%,} \quad (3.3.5)$$

Тоді відповідно формули (3.3.5):

$$\mathbf{ROI = (592{,}8 / 48) \times 100\ \% \approx 1235\ \%.}$$

Високе значення ROI пояснюється значним мультиплікативним ефектом від одночасного зростання доходів і скорочення операційних витрат. Разом з тим, показник слід розглядати як теоретично прогнозний, оскільки фактична ефективність залежить від рівня реалізації цифрових змін та їх інтеграції в операційну діяльність порту. Основний економічний ефект формується за рахунок збільшення обсягів перевалки вантажів, оптимізації використання інфраструктури та скорочення операційних витрат.

Крім безпосереднього фінансового результату, модернізація IT-інфраструктури створює низку стратегічних переваг для розвитку морського порту:

- підвищення швидкості обміну інформацією;
- покращення якості управлінських рішень;
- підвищення рівня прозорості логістичних процесів;
- посилення кібербезпеки;
- створення умов для подальшого впровадження штучного інтелекту та автоматизованих систем управління.

Реалізація запропонованого інвестиційного проєкту передбачає поетапне оновлення цифрової інфраструктури порту з урахуванням сучасних вимог до автоматизації, безпеки та інтеграції інформаційних систем. Одним із ключових елементів модернізації є впровадження Port Community System (PCS), яка забезпечує об'єднання всіх учасників логістичного процесу в єдиному цифровому середовищі [53]. Використання PCS дозволяє автоматизувати

інформаційний обмін між адміністрацією порту, митними органами, судноплавними компаніями, експедиторами, стивідорними операторами та іншими учасниками транспортного процесу.

Важливою перевагою PCS є скорочення часу оформлення вантажів та суден за рахунок переходу від паперового документообігу до електронного формату взаємодії. Це сприяє підвищенню прозорості операцій, зменшенню адміністративного навантаження та мінімізації людського фактора [54]. Крім того, централізований доступ до інформації дозволяє підвищити координацію дій між усіма учасниками логістичного ланцюга та оперативно реагувати на зміни у роботі порту.

Оновлення серверного обладнання та телекомунікаційної інфраструктури є необхідною умовою забезпечення стабільного функціонування цифрових систем. Сучасні аналітичні платформи та системи управління потребують високої швидкості обробки даних, значних обсягів пам’яті та надійних каналів передачі інформації. Використання застарілого обладнання призводить до зниження швидкості роботи систем, збільшення ризику втрати даних та виникнення технічних збоїв, що негативно впливає на ефективність діяльності порту [55].

Одним із найважливіших напрямів модернізації є інтеграція BI-систем (Business Intelligence), які забезпечують збір, обробку та аналітичну інтерпретацію даних. BI-платформи дозволяють формувати інтерактивні аналітичні панелі, здійснювати моніторинг ключових показників ефективності (KPI), прогнозувати зміни вантажопотоків та оцінювати ефективність використання інфраструктурних ресурсів. Завдяки цьому керівництво порту отримує можливість приймати управлінські рішення на основі актуальної аналітичної інформації, а не лише на підставі статистичних звітів минулих періодів [56].

Автоматизація документообігу також є важливим елементом цифрової трансформації портової діяльності. Перехід до електронних документів дозволяє значно скоротити час погодження операцій, мінімізувати ризики втрати

інформації та підвищити ефективність взаємодії між структурними підрозділами порту [57]. Крім того, електронний документообіг забезпечує можливість дистанційного управління окремими процесами, що набуває особливої актуальності в умовах кризових ситуацій та воєнних ризиків.

Особливу увагу в межах модернізації необхідно приділити системам кібербезпеки. Морські порти є стратегічними об’єктами критичної інфраструктури, тому порушення роботи інформаційних систем може спричинити значні економічні втрати та дестабілізацію логістичних процесів. Сучасні системи кіберзахисту повинні включати багаторівневу систему автентифікації, резервне копіювання даних, моніторинг кіберзагроз, антивірусний захист та механізми швидкого відновлення інформаційних систем у разі технічних збоїв або кібератак [60].

Створення централізованого сховища даних є основою формування єдиного цифрового середовища порту. Централізація інформації дозволяє інтегрувати дані з різних інформаційних систем, забезпечити їх узгодженість та підвищити якість аналітичної обробки [58]. Це створює передумови для використання технологій штучного інтелекту, машинного навчання та предикативної аналітики у процесі управління портовою діяльністю.

Важливо зазначити, що ефективність модернізації ІТ-інфраструктури залежить не лише від технічного оновлення обладнання, але й від рівня підготовки персоналу [59]. Запровадження сучасних цифрових технологій вимагає наявності кваліфікованих фахівців у сфері інформаційних технологій, аналітики даних та кібербезпеки. У зв’язку з цим важливим складником інвестиційного проєкту є навчання працівників та формування цифрових компетенцій персоналу.

Очікується, що реалізація проєкту модернізації ІТ-інфраструктури забезпечить не лише прямий економічний ефект у вигляді скорочення витрат та збільшення доходів, але й створить стратегічні передумови для довгострокового розвитку порту. Зокрема, підвищиться інвестиційна привабливість портової

інфраструктури, покращиться якість логістичних послуг та зросте рівень інтеграції українських портів у міжнародну транспортну систему.

Таким чином, цифрова модернізація морських портів є необхідною умовою їх адаптації до сучасних економічних викликів та забезпечення ефективного функціонування в умовах глобальної конкуренції. Інвестиції у розвиток IT-інфраструктури створюють основу для формування інтелектуального порту нового покоління, діяльність якого базується на використанні сучасних аналітичних технологій, автоматизації процесів та інтегрованих цифрових платформ.

Висновки за розділом 3

У третьому розділі було досліджено перспективи використання бізнес-аналітики та цифрових технологій для підвищення ефективності діяльності морських портів Південного регіону України. Проведений аналіз показав, що в умовах цифровізації транспортно-логістичної галузі модернізація інформаційної інфраструктури є одним із ключових напрямів забезпечення конкурентоспроможності портів та оптимізації управління портовими процесами.

У ході дослідження визначено основні напрями цифрової трансформації портової діяльності, серед яких: впровадження Port Community System, використання BI-аналітики, автоматизація документообігу, оновлення серверного обладнання та посилення систем кібербезпеки. Встановлено, що інтеграція сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити швидкість обробки інформації, покращити координацію між учасниками логістичного процесу та забезпечити більш ефективне використання інфраструктурних ресурсів порту.

У межах розділу було запропоновано інвестиційний проєкт модернізації IT-інфраструктури одного з портів Великої Одеси, а саме порту «Південний», який передбачає створення централізованого цифрового середовища управління

портовою діяльністю. Проведені економічні розрахунки свідчать про доцільність реалізації такого проєкту, оскільки впровадження сучасних цифрових рішень забезпечує зростання обсягів перевалки вантажів, скорочення адміністративних витрат та підвищення ефективності управління.

Таким чином, використання бізнес-аналітики та сучасних цифрових технологій є важливим інструментом підвищення ефективності діяльності морських портів Південного регіону України та забезпечення їх адаптації до сучасних умов розвитку світового транспортного ринку.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто теоретичні та практичні питання застосування бізнес-аналітики у специфічній морській діяльності портів Південного регіону України. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності функціонування портової галузі в умовах цифровізації економіки, зміни логістичних маршрутів, зростання конкуренції на міжнародному ринку транспортних послуг та впливу сучасних зовнішніх викликів на морську інфраструктуру України.

Проаналізувавши наукові визначення сутності бізнес-аналітики та аналітичних систем у морському транспорті, встановлено, що вони є важливим інструментом підтримки управлінських рішень, який забезпечує накопичення, обробку, аналіз і використання даних для оптимізації портових процесів. Дослідивши еволюцію аналітичних систем у портах, обґрунтовано, що їх розвиток проходив декілька етапів — від традиційної ручної обробки інформації до сучасних цифрових та інтелектуальних платформ, заснованих на використанні великих даних, штучного інтелекту, Internet of Things та інтегрованих інформаційних систем. Визначено, що сучасний етап розвитку портової аналітики характеризується переходом від описової до предикативної та прескриптивної аналітики, що дозволяє не лише аналізувати поточні процеси, а й прогнозувати майбутні сценарії розвитку та оптимізувати управління портовою діяльністю.

У процесі дослідження специфіки бізнес-процесів морського порту встановлено, що стивідорні, складські та агентські послуги формують єдину систему функціонування порту як складного логістичного комплексу. Дослідивши особливості цих процесів, визначено, що ефективність портової діяльності значною мірою залежить від рівня автоматизації операцій, інтеграції інформаційних потоків, організації праці та дотримання міжнародних стандартів безпеки й екологічного контролю. Обґрунтовано, що впровадження сучасних цифрових рішень дозволяє підвищити швидкість обробки вантажів, скоротити

витрати часу на виконання операцій та покращити координацію між усіма учасниками логістичного процесу.

Проведена оцінка системи ключових показників ефективності діяльності морських портів підтвердила, що KPI є важливим інструментом аналізу результативності роботи портової інфраструктури. Встановлено, що найбільш значущими показниками є вантажообіг, продуктивність причалів, Turnaround Time, коефіцієнт використання причалів, дохід на одну тонну вантажу та рентабельність причальної інфраструктури. Дослідивши взаємозв'язок між окремими KPI, визначено, що скорочення часу обробки суден сприяє підвищенню пропускної здатності порту, збільшенню вантажообігу та покращенню фінансових результатів діяльності.

У роботі проаналізовано сучасний стан діяльності морських портів України в умовах сучасних викликів. На основі даних Адміністрації морських портів України встановлено, що основне навантаження у 2024–2025 роках припадає на порти Великої Одеси — «Південний», «Одеса» та «Чорноморськ». Дослідивши показники їх функціонування, визначено, що порт «Південний» демонструє найвищі обсяги вантажообігу та продуктивності завдяки спеціалізації на перевалці масових вантажів і високому рівню технічного оснащення. Водночас Одеський порт характеризується вищим рівнем доходу на одну тонну вантажу та рентабельністю причалів, що пояснюється більшою часткою контейнерних і генеральних вантажів із високою доданою вартістю. Порт «Чорноморськ» займає проміжну позицію та поєднує риси універсального порту зі змішаною структурою вантажопотоків.

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників портів Південного регіону дозволив визначити основні фактори, що впливають на ефективність їх діяльності. Встановлено, що ключову роль відіграють структура вантажопотоку, рівень спеціалізації порту, ступінь цифровізації процесів, технічне оснащення, ефективність використання інфраструктури та організація логістичних операцій. Обґрунтовано, що ефективність роботи порту визначається не лише масштабами

вантажообігу, а й рівнем доданої вартості послуг, швидкістю обробки суден та здатністю адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

У процесі дослідження ризиків і бар'єрів впровадження аналітичних систем у портовій галузі визначено, що основними стримуючими чинниками є недостатній рівень фінансування цифрових проєктів, фрагментарність інформаційних систем, обмеженість технічної інфраструктури, дефіцит кваліфікованих кадрів та високий рівень зовнішніх ризиків. Водночас встановлено, що цифровізація портової діяльності є необхідною умовою підвищення конкурентоспроможності українських портів та їх інтеграції у міжнародні транспортно-логістичні системи.

Запропоновано напрями оптимізації управління портовою діяльністю на основі бізнес-аналітики. Зокрема, запропоновано використання методів предикативної аналітики для прогнозування вантажопотоків, що дозволяє підвищити точність планування навантаження на портову інфраструктуру та забезпечити більш ефективний розподіл ресурсів. Обґрунтовано доцільність впровадження Port Community Systems як інструменту інтегрованого обміну інформацією між усіма учасниками портової діяльності. Визначено, що застосування PCS сприятиме скороченню часу оформлення документів, підвищенню прозорості операцій та оптимізації взаємодії між портовими службами, митними органами та логістичними компаніями.

Проведена оцінка економічної доцільності інвестицій у модернізацію IT-інфраструктури портів показала, що впровадження сучасних інформаційних технологій здатне забезпечити підвищення продуктивності роботи портів, скорочення витрат часу на обробку суден та покращення використання інфраструктурних ресурсів. Дослідивши можливості використання цифрових технологій, визначено, що подальший розвиток портової галузі має базуватися на комплексній цифровій трансформації, інтеграції інформаційних систем та розширенні використання бізнес-аналітики у процесах управління.

Таким чином проаналізувавши сучасний стан і тенденції розвитку морських портів Південного регіону, обґрунтовано важливість бізнес-аналітики

як інструменту підвищення ефективності портової діяльності. Запропоновані підходи та рекомендації можуть бути використані для вдосконалення системи управління морськими портами України, оптимізації логістичних процесів, підвищення конкурентоспроможності портової галузі та забезпечення її подальшого розвитку в умовах цифрової трансформації економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Davenport T. H., Harris J. G. Competing on analytics: the new science of winning. Boston : Harvard Business School Press, 2007.

2. Heilig L., Stahlbock R., V. S. From digitalization to data-driven decision making in container terminals. 2019.

3. Zerbino P., Aloini D., Dulmin R., Mininno V. Towards analytics-enabled efficiency improvements in maritime transportation: a case study in a Mediterranean port. Sustainability. 2019. Vol. 11, № 16. Article 4473. DOI: 10.3390/su11164473.

4. De la Pena Zarzuelo I., Freire Soeane M. J., Lopez Bermudez B. Industry 4.0 in the port and maritime industry: a literature review. Journal of Industrial Information Integration. 2020. Vol. 20. Article 100173. DOI: 10.1016/j.jii.2020.100173.

5. Filom S., Amiri A. M., Razavi S. Applications of machine learning methods in port operations: a systematic literature review. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2022. Vol. 161. Article 102722. DOI: 10.1016/j.tre.2022.102722.

6. Zerbino P., Aloini D., Dulmin R., Mininno V. Towards analytics-enabled efficiency improvements in maritime transportation. Sustainability. 2019. Vol. 11. № 16.

7. Бойко М. В. Економіка морського транспорту : навч. посіб. Одеса : ОНМУ, 2018. 312 с.

8. Коваленко О. П. Організація портової діяльності : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 256 с.

9. Мазаракі А. А. Логістика: теорія та практика : підручник. Київ : КНТЕУ, 2019. 680 с.

10. Stopford M. Maritime Economics. 3rd ed. London : Routledge, 2009. 840 p.

11. Review of Maritime Transport 2022. UNCTAD. Geneva : United Nations, 2022. 168 p.

12. Жихарєва В. В. Морські порти: економіка та управління : навч. посіб. Одеса : Астропринт, 2017. 328 с.

13. Кириленко О. В. Організація транспортно-логістичних систем : підручник. Київ : КНЕУ, 2021. 412 с.

14. Notteboom T., Rodrigue J.-P. Port economics, management and policy. London : Routledge, 2022. 564 p.

15. Port management series: TrainForTrade modern port management. UNCTAD. Geneva : United Nations, 2021. 220 p.

16. Talley W. K. Port economics. London : Routledge, 2018. 256 p.

17. Heaver T. D. Port Economics, Management and Policy. Routledge, 2015.

18. Port Performance Indicators: International Benchmarking. Maritime Institute Press, 2017.

19. Notteboom T., Rodrigue J.-P. Port Operations and Management. Edward Elgar Publishing, 2008.

20. Stopford M. Maritime Economics. 3rd ed. Routledge, 2009.

21. Port Performance Indicators Database. UNCTAD. Geneva : United Nations Conference on Trade and Development, 2018.

22. Notteboom T., Vernimmen B. Port Productivity and Performance: A Complete Analysis of Productivity Drivers. Logistics Journal. 2009.

23. CFTS. Ukrainian ports handle 23 million tons of cargo in first quarter 2025. URL: https://en.cfts.org.ua/news/ukrainian_ports_handle_23_million_tons_of_cargo_in_first_quarter_2025 (дата звернення: 05.04.2026).

24. UNCTAD. Port Performance Indicators: Selection and Measurement. Geneva : United Nations, 2019. URL: https://unctad.org (дата звернення: 25.04.2026).

25. Адміністрація морських портів України (АМПУ). Офіційна статистика та аналітика роботи морських портів України. URL: https://www.uspa.gov.ua (дата звернення: 25.04.2026).

26. Notteboom T., Rodrigue J.-P. Port Economics, Management and Policy. London : Routledge, 2019.

27. World Bank. Port Reform Toolkit. Washington, DC : World Bank Group, 2018. URL: https://www.worldbank.org (дата звернення: 25.04.2026).

28. Stopford M. Maritime Economics. 3rd ed. London : Routledge, 2009.

29. Адміністрація морських портів України. Статистичні дані щодо вантажообігу портів України за 2024-2025 роки. URL: https://en.cfts.org.ua (дата звернення: 25.04.2026).

30. Адміністрація морських портів України. Річний звіт діяльності морських портів України за 2021-2024 роки. URL: https://www.uspa.gov.ua (дата звернення: 26.04.2026).

31. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2024. United Nations, 2024. URL: https://unctad.org (дата звернення: 26.04.2026).

32. Notteboom T., Rodrigue J.-P. Port regionalization: towards a new phase in port development. Maritime Policy & Management. 2023.

33. World Bank. Port Reform Toolkit (Module 2: Container Terminal Performance). Washington, 2023. URL: https://www.worldbank.org (дата звернення: 26.04.2026).

34. OECD. Performance of Maritime Logistics Systems. Paris, 2024. URL: https://www.oecd.org/en/publications/performance-of-maritime-logistics_8e06fcd1-en.html (дата звернення: 25.04.2026).

35. Федулова Л. І. Інноваційна економіка: теорія та практика формування в Україні. Київ : Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2018.

36. Ястремська О. М. Цифрова трансформація економіки України: проблеми та перспективи розвитку. Економіка розвитку. 2021. № 4. С. 12-21.

37. Ареф’єва О. В., Горовий В. В. Управління цифровою трансформацією підприємств в умовах глобалізації. Бізнес Інформ. 2022. № 6. С. 45-52.

38. Дубина М. В., Ситник І. П. Цифровізація логістичних систем України: стан та перспективи. Економіка та суспільство. 2023. № 48. С. 112-118.

39. Міністерство цифрової трансформації України. Аналітичний звіт щодо стану цифрової трансформації в Україні. Київ, 2024.

40. IT Ukraine Association. IT Industry of Ukraine 2024 Report. Київ, 2024. URL: https://itukraine.org.ua/report/richnij-zvit-asotsiatsiyi-it-ukraine-2024-full/ (дата звернення: 24.04.2026).

41. Державна служба статистики України. Транспорт і зв'язок України: статистичний збірник 2023. Київ, 2024.

42. Адміністрація морських портів України (АМПУ). Річний звіт про діяльність морських портів України 2023. Одеса, 2024. URL: https://en.cfts.org.ua (дата звернення: 25.04.2026).

43. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2023. Geneva : United Nations, 2023. URL: https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2023 (дата звернення: 25.04.2026).

44. World Bank. Digital Development Report: Data for Better Lives. Washington, 2022.

45. International Port Community Systems Association (IPCSA). Port Community Systems Overview. URL: https://ipcsa.international/pcs/pcs-general/ (дата звернення: 08.05.2026).

46. Port of Rotterdam Authority. Digitalisation and Port Community System. URL: https://www.portofrotterdam.com/en (дата звернення: 08.05.2026).

47. Port of Antwerp-Bruges. Smart Port and PCS Integration. URL: https://www.portofantwerpbruges.com/en (дата звернення: 08.05.2026).

48. Maritime and Port Authority of Singapore. Digital Port Ecosystem. URL: https://www.mpa.gov.sg (дата звернення: 08.05.2026).

49. Heilig L., Lalla-Ruiz E., Voß S. Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework. Netnomics. 2017. Vol. 18. P. 227-254.

50. Acciaro M. Digitalisation in the port and maritime industry // WMU Journal of Maritime Affairs. 2020. Vol. 19, № 1. P. 1-3.

51. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2023. Geneva : United Nations, 2023. 170 p. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023_en.pdf (дата звернення: 08.05.2026).

52. Notteboom T., Pallis A. Port economics, management and policy. New York : Routledge, 2021. 578 p.

53. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. 5th ed. New York : Routledge, 2020. 456 p.

54. Heilig L., Schwarze S., VoB S. An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports. Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences. 2017. P. 1341-1350.

55. World Bank. Port Reform Toolkit. 2nd ed. Washington : The World Bank, 2022. 438 p. URL: https://www.portseurope.com/world-bank-publishes-port-reform-toolkit-ppiaf-2nd-edition/ (дата звернення: 08.05.2026).

56. UNCTAD. Digital Transformation and Maritime Logistics. Geneva : United Nations, 2021. 96 p.

57. Гуменюк І. Л. Цифровізація транспортно-логістичних систем України. Економіка та держава. 2022. № 11. С. 54-59.

58. Кібік О. М., Котлубай О. М. Економіка морських портів України : монографія. Одеса : НУ «ОМА», 2021. 364 с.

59. Жихарєва В. В. Управління конкурентоспроможністю морських портів : монографія. Одеса : Астропринт, 2019. 296 с.

60. OECD. Digital Transformation of Transport Systems. Paris : OECD Publishing, 2020. 145 p. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/11/oecd-digital-economy-outlook-2020_3f7b7e58/bb167041-en.pdf (дата звернення: 08.05.2026).

ДОДАТКИ

Додаток А

Розрахунок середньодобової продуктивності портів Великої Одеси

Порт «Південний»:

Qдоб = 10 600 000 / 90 ≈ 117 778 т/добу;

Порт «Чорноморськ»:

Qдоб = 6 600 000 / 90 ≈ 73 333 т/добу;

Порт «Одеса»:

Qдоб = 3 500 000 / 90 ≈ 38 889 т/добу.

Додаток Б

Розрахунок показника доходу на 1 т вантажу портів Великої Одеси

Порт «Південний»:

Д1т = 2 120 000 000 / 10 600 000 ≈ 200 грн/т;

Порт «Чорноморськ»:

Д1т = 1 320 000 000 / 6 600 000 ≈ 200 грн/т;

Порт «Одеса»:

Д1т = 840 000 000 / 3 500 000 ≈ 240 грн/т.

Додаток В

Розрахунок рентабельності причалів портів Великої Одеси

Порт «Південний»:

$$R = (2{,}12 - 1{,}7) / 1{,}7 \times 100\% \approx 24{,}7\%;$$

Порт «Чорноморськ»:

$$R = (1{,}32 - 1{,}05) / 1{,}05 \times 100\% \approx 25{,}7\%;$$

Порт «Одеса»:

$$R = (0{,}84 - 0{,}65) / 0{,}65 \times 100\% \approx 29{,}2\%.$$

Додаток Д

Матриця вихідних даних морських потоків Великої Одеси

Порт	Рік	Y – вантажопотік, млн т	X1 – середній час обробки, год	X2 – коефіцієнт використання причалів	X3 – кількість суднозаходів	X4 – вантажопотік попереднього року	t
Одеса	2021	22,1	26	0,76	980	20,4	1
Одеса	2022	15,2	38	0,58	620	22,1	1
Одеса	2023	12,8	41	0,54	570	15,2	1
Одеса	2024	24,6	30	0,71	860	12,8	1
Чорноморськ	2021	18,7	29	0,72	910	17,9	2
Чорноморськ	2022	11,4	42	0,51	510	18,7	2
Чорноморськ	2023	8,9	45	0,49	460	11,4	2
Чорноморськ	2024	20,3	33	0,69	780	8,9	2
Південний	2021	61,5	22	0,84	1420	58,2	3
Південний	2022	15,4	35	0,63	710	61,5	3
Південний	2023	8,3	44	0,47	430	15,4	3
Південний	2024	35,1	28	0,78	1040	8,3	3

Створено на основі джерела: [30].

Додаток Е

Результати моделювання портів Великої Одеси

Порт Одеса				
Фактор	**R^2**	**adj R^2**	**p-value (slope)**	**Кореляція**
X1	**0.8328**	0.7492	0.0874	-0.9126
X2	**0.8615**	0.7923	0.0718	+0.9282
X3	0.8159	0.7238	0.0968	+0.9032
X4	0.0782	-0.3827	0.7203	-0.2797

Порт Чорноморськ				
Фактор	**R^2**	**adj R^2**	**p-value (slope)**	**Кореляція**
X1	0.8898	0.8347	0.0567	-0.9433
X2	**0.9385**	0.9078	**0.0312**	+0.9688
X3	0.8640	0.7960	0.0705	+0.9295
X4	0.0284	-0.4574	0.8314	-0.1686

Порт Південний				
Фактор	**R^2**	**adj R^2**	**p-value (slope)**	**Кореляція**
X1	0.8944	0.8416	0.0543	-0.9457
X2	0.8393	0.7589	0.0839	+0.9161
X3	**0.9709**	0.9563	**0.0147**	+0.9853
X4	0.1008	-0.3489	0.6826	+0.3174

Розраховано на основі джерел: [30].

Додаток Ж

Результати регресійного аналізу вантажообігу портів Великої Одеси у середовищі MICROSOFT EXCEL

ПІДСУМКИ

Регресійна статистика	
Множинний R	0,98595164
R-квадрат	0,972100636
Нормований R-квадрат	0,948851166
Стандартная похибка	3,334120291
Спостерігання	12

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	5	2323,971018	464,7942036	41,81173355	0,000138064
Залишок	6	66,6981487	11,11635812		
Підсумок	11	2390,669167			

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-Значення*	*Нижнє 95%*	*Верхні 95%*	*Нижнє 95,0%*	*Верхні 95,0%*
Y- перетин	-138,202045	85,54408436	-1,615565191	0,157315613	-347,5208788	71,11678886	-347,5208788	71,11678886
Змінна X 1	2,234907286	1,187049552	1,882741358	0,108740949	-0,669698331	5,139512904	-0,669698331	5,139512904
Змінна X 2	4,665360534	74,69134495	0,062461863	0,952223836	-178,0977766	187,4284977	-178,0977766	187,4284977
Змінна X 3	0,102698786	0,015554787	6,602390986	0,000580554	0,064637593	0,140759979	0,064637593	0,140759979
Змінна X 4	0,000491478	0,079347217	0,006194014	0,995258731	-0,193664168	0,194647123	-0,193664168	0,194647123
Змінна X 5	-0,021398762	1,48445237	-0,014415257	0,988966063	-3,653722858	3,610925334	-3,653722858	3,610925334

Регресійна статистика	
Множинний R	0,98594
R-квадрат	0,972078
Нормований R-квадрат	0,965873
Стандартная похибка	2,723422
Спостерігання	12

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	2	2323,915921	1161,95796	156,6608715	1,01575E-07
Залишок	9	66,75324568	7,417027298		
Підсумок	11	2390,669167			

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-Значення*	*Нижнє 95%*	*Верхні 95%*	*Нижнє 95,0%*	*Верхні 95,0%*
Y- перетин	-132,979	21,36119444	-6,225242374	0,00015413	-181,3009918	-84,656234	-181,30099	-84,65623376
Змінна X 1	2,1655	0,392830302	5,512559622	0,000374061	1,276856579	3,05414434	1,27685658	3,054144341
Змінна X 2	0,102873	0,010362127	9,927803958	3,80056E-06	0,079432402	0,12631392	0,0794324	0,126313919