

СУТНІСТЬ, ПЕРЕВАГИ ТА ІСНУЮЧИЙ ДОСВІД РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ ПОРТІВ

Д.М. Решетков¹, М.А. Бондарюк², С.П. Онищенко³

¹к.т.н., професор, професор кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-7281-962X

²директор,

ТОВ «Металзюкраїн корп лтд», Одеса, Україна

³д.е.н., професор, професор кафедри «Експлуатація флоту і технологія
морських перевезень»,

Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-7528-4939

Анотація

Вступ. Розумний порт використовує передові технології для автоматизації операцій та покращення логістики: штучний інтелект, великі дані, Інтернет речей та блокчейн. Використання таких технологій знижує кількість аварій, підвищує продуктивність та знижує експлуатаційні витрати. А це призводить до підвищення економічної ефективності та якості обслуговування, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності. **Результати.** Не дивлячись на те, що більшість портів впроваджують автоматизацію та інформатизацію для покращення процедур та операцій, проте лише деякі з використанням функцій інтелектуальних портів. Аналіз джерел дозволяє виділити основні проблеми, з якими стикаються порти на шляху до того, щоб стати розумними портами. Розумні порти можна розглядати як порти, які автономно виконують портові операції та оптимізують логістичні потоки, застосовуючи нові та передові технології. Інтелектуальний порт можна визначити як порт, який займається автоматизацією портових споруд та стає автономним портом з інтегрованим управлінням інформацією, раціональним прийняттям рішень та ефективним використанням ресурсів за допомогою технологій 4IR. У даному дослідженні охарактеризовано сутність «розумних» портів, встановлено основні переваги та труднощі у процесі трансформації портів у розумні порти. Узагальнення існуючого досвіду формування розумних портів дозволяє створити перші кроки у розробці теоретичної бази для розвитку портів у даному напрямку. Встановлено основні етапи трансформації портів у розумні. **Висновки.** Україні необхідно заздалегідь розробити дорожню карту та забезпечити необхідний бюджет та ресурси для створення розумних портів на державному рівні. Перехід до «розумних» портів з метою впровадження інновацій за допомогою автоматизації та інтелектуальних систем портових операцій є особливо доцільним для України, яка прагне підвищити продуктивність та конкурентоспроможність на міжнародному рівні.

Ключові слова: розумний порт, трансформація, підвищення ефективності, штучний інтелект, безпека.

ESSENCE, ADVANTAGES AND EXISTING EXPERIENCE
OF THE SMART PORTS DEVELOPMENT

D.M. Reshetkov¹, M.A. Bondaryuk², S.P. Onyshchenko³

¹Candidate of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department
“Port Operations and Cargo Handling Technology”,
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-7281-962X

²Director,

“MetalsUkrain Corp Ltd”, Odesa, Ukraine

³Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department
“Fleet Operations and Shipping Technology”,
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-7528-4939

Summary

Introduction. The smart port uses advanced technologies to automate operations and improve logistics: artificial intelligence, big data, the Internet of Things and blockchain. The use of such technologies reduces the accidents, increases productivity and lowers operating costs. This leads to an increase in economic efficiency and quality of service, which contributes to an increase in competitiveness. **Results.** Although most ports are implementing automation and informatization to improve procedures and operations, only a few are using smart port functions. Analyze the sources allows to highlight the main challenges that ports face on the way to becoming smart ports. Smart ports can be considered as ports that autonomously perform port operations and optimize logistics by applying advanced technologies. An intelligent port can be defined as a port that is engaged in the automation of port facilities and becomes an autonomous port with integrated information management, rational decision-making and efficient use of resources with the 4IR technologies. This study characterizes the essence of "smart" ports, identifies the main advantages and difficulties in the transforming process of ports into smart ports. The generalization of the existing experience in the formation of smart ports creates the first stage in the theoretical base for the ports development in this direction. The main stages of the transformation of ports into smart ones have been established. **Conclusions.** Ukraine needs a road map for the smart ports' creation of the state level. The transition to "smart" ports to innovate through automation and intelligent port operations systems is relevant for Ukrainian ports to increase productivity and competitiveness at the international level.

Key words: smart port, transformation, efficiency improvement, artificial intelligence, security.

Вступ. Портова сфера постійно перебуває у стані розвитку, і якщо раніше основний акцент у розвитку портів набував у логістичному чи технологічному контексті, то останні роки саме інформаційні, а якщо точніше, інтелектуальні технології формують платформу для сучасного порту та його ефективного функціонування. Тому й з'явилося поняття «інтелектуальний порт». Інтелектуальний (розумний) порт - це автоматизований порт, який використовує аналітику даних для прийняття найкращих можливих рішень та ефективного виконання усіх операцій. Такий порт вважається ефективнішим, продуктивнішим і конкурентоспроможнішим [1].

Розумний порт використовує передові технології для автоматизації операцій та покращення логістики: штучний інтелект, великі дані, Інтернет речей та блокчейн. Використання таких технологій знижує кількість аварій, підвищує продуктивність та знижує експлуатаційні витрати. А це призводить до підвищення економічної ефективності та якості обслуговування, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності. Також інші переваги включають скорочення часу очікування вантажних операцій, покращення відстеження, пропускну спроможності та навіть допомогу у спрощенні митних процедур.

Розробка інтелектуального порту виходить за рамки простого впровадження та застосування передових технологій. Дані порти вимагають інтеграції інформації, конвергенції систем та взаємозв'язку між різними системами, обладнанням, об'єктами та бізнес-об'єктами [2]. Це вимагає співробітництва та партнерських відносин з багатьма зацікавленими сторонами, такими як операторами портів, судновласниками та вантажовласниками.

Постановка проблеми. На даний час не існує універсального підходу до розробки інтелектуальних портів, оскільки технологічний рівень і продуктивність портів індивідуальні, тому необхідно застосовувати індивідуальний підхід до визначення напрямків та оцінки ризиків застосування інтелектуальних портових систем.

Використання передового досвіду в цій галузі дозволить портам України швидше перейти у своїй роботі на найкращі світові стандарти та сприятиме їхньому стійкому розвитку [3]. Тому вивчення існуючого досвіду у впровадженні інтелектуальних систем та трансформації портів у розумні порти є актуальною науковою проблемою, яка має як теоретичну так і практичну значущість.

Слід зазначити, що на даний час достатня кількість публікацій присвячена проблемам розвитку та функціонування розумних портів, але ж більшість з них описують проблеми конкретних портів та передумови їх трансформації у розумні порти (наприклад [4-8]). Деякі публікації розглядають технологічні аспекти функціонування розумних портів (наприклад, [9-11]), або цифровізацію морського бізнесу та логістики взагалі ([12-14]). Узагальнення існуючого досвіду та встановлення переваг, які надають розумні порти, та основних викликів, з якими зустрічаються порти на шляху їх цифровізації, є необхідним для формування перших етапів теоретичної бази розвитку розумних портів.

Ціль статті. Тому метою даного дослідження є узагальнення існуючого досвіду трансформації морських торговельних портів у розумні (інтелектуальні) порти та встановлення основних завдань функціонування та переваг таких портів.

Цілі та умови сталого розвитку морських портів згідно концепції «розумний порт». Згідно з Інструментарієм портової реформи Світового банку РРІАФЗ [15], очікується, що п'ять таких чинників вплинуть на порти у майбутньому (табл. 1).

Таким чином перед портами стоїть завдання підвищення ефективності та продуктивності при одночасному забезпеченні безпечного робочого середовища та мінімізації шкоди довкіллю, отже, ефективність, конкурентоспроможність, безпека, надійність, екологічність, інклюзивність [16] – основні вимоги до портів у майбутньому. Наприклад, автоматизація портів за допомогою рішень, заснованих на технології четвертої промислової революції (4IR), таких як 5G, штучний інтелект, радарні датчики, забезпечують безпечне робоче середовище при одночасному підвищенні ефективності та продуктивності. Іншим прикладом є цифрові двійники, що використовують віртуальну реальність та великі дані, які можуть знизити витрати на будівництво та експлуатацію, а також скоротити кількість помилок внаслідок впливу людського фактору [17].

Таблиця 1

Основні фактори впливу на порти у майбутньому (згідно [15])

Фактори впливу		Сутність
1	Посилення глобальної конкуренції	Зростання обсягу міжнародної торгівлі та подальше зростання глобалізації виробництва, розширення географічного масштабу глобальних логістичних система та логістичної досяжності
2	Нові технології	Необхідність підвищення продуктивності контейнерних терміналів та зростаюча роль інформаційних/інтелектуальних технологій
3	Зміна моделей систем розподілу	Пошук стратегічних центрів. Отримання доходу перевалочного вузла з допомогою подвійний обробки контейнерів. Внутрішні контейнерні термінали замінюють діяльність порту, підвищення інтермодальної ефективності
4	Зростаюче значення питань охорони довкілля та охорони праці	Необхідність створення безпечної та екологічно чистої, низьковуглецевої системи судноплавства, у тому числі, портової складової
5	Зміна позиції зацікавлених сторін	Консолідація серед морських перевізників та поява глобального середовища постачальників логістичних послуг

Не дивлячись на то, що більшість портів впроваджують автоматизацію та інформатизацію для покращення процедур та операцій, проте лише деякі з використанням функцій інтелектуальних портів. Аналіз джерел дозволяє виділити основні проблеми, з якими стикаються порти на шляху до того, щоб стати розумними портами (табл. 2).

Таблиця 2

Проблеми розвитку «розумних» портів (узагальнення [3-5, 16])

Проблема		Зміст проблеми
1	Збільшення розмірів суден	<ul style="list-style-type: none"> • Проблеми структурних змін портів для прийому великих суден • Необхідність максимізувати ефективність портових операцій для обробки суден значного розміру • Необхідність покращення портової інфраструктури, операцій, об'єктів та транспортних засобів
2	Необхідність підвищення ефективності портових операцій	<ul style="list-style-type: none"> • Необхідність оптимізації портових та термінальних процесів для обробки збільшених обсягів вантажів • Необхідність відстеження вантажів у режимі реального часу для оптимізації портових операцій та забезпечення наскрізної видимості • Підвищення ефективності та продуктивності праці в порту або на терміналі
3	Обмеження в обслуговуванні на вимогу	<ul style="list-style-type: none"> • Поточний стан портів не в змозі врахувати швидкі зміни серед портів та вимог користувачів • Відсутність можливості впоратися з безлюдними процесами за участю автоматизації, робототехніки та інтернету речей • Необхідність розширення зони контролю за рахунок використання віддаленого моніторингу
4	Обмеження сумісності з іншими транспортними засобами	<ul style="list-style-type: none"> • Інформація про морську логістику потребує взаємозв'язків з іншими видами транспорту • Необхідність обміну інформацією з іншими транспортними системи та взаємозв'язок з внутрішнім транспортом

Продовження таблиці 2

Проблема		Зміст проблеми
5	Вплив на довкілля	<ul style="list-style-type: none">• Екологічні проблеми, викликані діяльністю портів, судновими та портовими відходами, нафтовими відходами та стічними водами• Необхідність будівництва екологічно чистого порту, який використовує екологічно чисту енергію або green технології• Необхідність скорочення викидів CO₂
6	Необхідність посилення фізичної та кібербезпеки в портах	<ul style="list-style-type: none">• Необхідність забезпечення безпеки у широкому сенсі, оскільки порт є великим географічним пунктом, де зберігаються небезпечні вантажі (у тому числі вибухові речовини, хімічні речовини)• Необхідність чітко визначеної політики кібербезпеки портів від кібератак

З 2000 року до теперішнього часу морські порти почали вдосконалювати свої операційні системи, маючи у якості мети прагнення стати «розумними портами». Нове бачення інтелектуального порту базується на інтелектуальних та інноваційних технологіях з низьким впливом на навколишнє середовище.

Підхід «розумний порт» може вплинути на загальну екосистему морського порту за рахунок безперервного збирання інформації про діяльність морського порту з використанням Інтернету речей та прийняття рішень з використанням технологій штучного інтелекту та великих даних. Цей підхід може забезпечити стійку систему зберігання даних та дозволити різним організаціям отримувати доступ до відповідних даних на основі узгодженої моделі управління, яка допоможе оптимізувати операційні системи та підвищити ефективність [3]. У [13] визначення концепції «розумного порту» зосереджено на трьох основних сферах: експлуатація, використання енергії та навколишнє середовище. Важливість споживання енергії в морських портах пов'язана з високими потребами в енергії для портових операцій. Ефективне використання енергії є проблемою для портів, оскільки збільшення споживання енергії означає збільшення викидів вуглецю та збільшення експлуатаційних витрат. Другим елементом визначення інтелектуального порту є екологічний аспект. Різні ініціативи, такі як ECOPORT, PRISM та GREEN Efforts, спрямовані на визначення та встановлення показників екологічної ефективності для портової влади, щоб допомогти їм зменшити та усунути вплив на навколишнє середовище.

Третій напрямок концепції розумного морського порту – операції (експлуатація). Основними операціями в порту є навантаження та вивантаження вантажів із суден на склади тощо. У ланцюжку поставок операційних систем у морських портах можна оптимізувати кілька областей підвищення ефективності і результативності портових операцій, що допоможе скоротити витрати, час та трудовитрати [4].

Основні можливості та переваги розумних портів. Розумні порти можна розглядати як порти, які автономно виконують портові операції та оптимізують логістичні потоки, застосовуючи нові та передові технології. Таким чином, інтелектуальний порт можна визначити як порт, який займається автоматизацією портових споруд та стає автономним портом з інтегрованим управлінням інформацією, раціональним прийняттям рішень та ефективним використанням ресурсів за допомогою

технологій 4IR. Іншими словами, це порт, який оптимізує свою діяльність за рахунок застосування передових технологій та покращення бізнес-процесів, тим самим знижуючи витрати та час обробки, підвищуючи продуктивність та ефективність порту та зводячи до мінімуму вплив на навколишнє середовище (рис. 1).

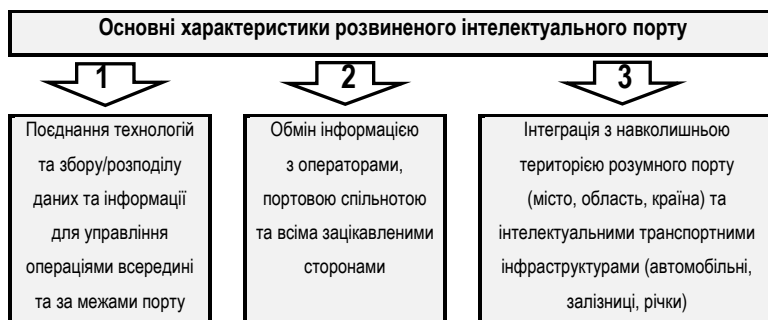


Рис. 1. Основні характеристики розвинутого інтелектуального порту

Мета інтелектуальних портів – задовольнити потреби користувачів порту, забезпечивши більш високу ефективність роботи, прозорість, безпеку та захищеність у відповідності до генеральної лінії розвитку та функціонування системи судноплавства у цілому [18-20] (табл. 3).

Таблиця 3

Конкретні переваги, які зацікавлені сторони можуть отримати за допомогою інтелектуального порту (узагальнення [1-15])

Переваги	
1	Прискорення транзитного часу обробки вантажів за рахунок покращення портових операцій
2	Скорочення витрат та часу на обробку вантажу
3	Прискорення часу відповіді зацікавлених сторін своїм клієнтам
4	Скорочення паперового потоку за рахунок електронного обміну інформацією
5	Покращення відстеження та операційної ефективності
6	Оптимізація пов'язаних з портом процесів, такі як навантаження, розвантаження, укладання або зберігання тощо
7	Сприяння спрощеному робочому процесу
8	Надання клієнтам оперативних даних про статус вантажу, робочий стан портових споруд
9	Здатність надавати послуги на запит за допомогою аналізу великих даних
10	Поліпшення планування причалів, перевантажувального обладнання, умов зберігання
11	Виявлення різних ризиків на морському транспорті, таких як несприятливі погодні умови або високі рівні забруднення
12	Поліпшення та оптимізація внутрішньої та зовнішньої співпраці

Розумні порти більш ефективні, інноваційні та орієнтовані на послуги користувачів, що дозволяє їм використовувати всі наявні у них можливості та ресурси для сталого управління операціями та портовими послугами. Такі порти стануть постійно стійкими та конкурентоспроможними при ефективному управлінні [5].

Найкращі світові практики у розробці інтелектуальних портів.

Китай. Китай просуває пілотні проекти щодо будівництва інтелектуальних портів в 11 портах на державному рівні в чотирьох областях, включаючи інтелектуальну роботу портів, покращення управління безпекою, інтеграцію логістики та інновації бізнес-моделей. Зокрема, уряд розробляє повну автоматизацію цільових портів, таких як Сямень, Ціндао та Шанхай, з метою зробити їх найкращими у світі в секторі інтелектуальних портових операцій.

Для створення стабільних та ефективних інтелектуальних портів планується просувати інтелектуальні порти шляхом заохочення розвитку технологій, стимулювання участі уряду і приватного сектору та узгодження з портовою галуззю як поетапний підхід.

Німеччина (Гамбург). Управління порту Гамбург запустило власний проєкт SmartPORT. Проєкт складається з двох аспектів – «smartPORT логістика» та «SmartPORT енергетика» [21].

«SmartPORT логістика» поєднує в собі економічні та екологічні аспекти у трьох підсекторах: транспортний потік, інфраструктура та товарний потік. Певна інтелектуальна мережа є попередньою умовою для ефективного транспорту та потоку товарів за рахунок: а) використання оптимального збору даних та швидкого обміну інформацією; та б) надання перевізникам та агентам можливості обирати найбільш ефективні транспортні засоби для транспортування своїх товарів.

Енергетичний аспект SmartPORT зосереджений на трьох основних сферах: відновлюваних джерелах енергії, енергоефективності та мобільності. Завдяки «SmartPORT енергії» є можливість обмежити залежність порту від електроенергії, що виробляється традиційними способами, а також скоротити викиди та зменшити витрати.

Завдяки системі, в якій всі пов'язані з портом ресурси, такі як судна, вантажні автомобілі, крани, транспортні потоки, робоча сила і т. д., інтегровані в режимі реального часу, вартість експлуатації порту знижується на 75% та пропускна спроможність порту зростає на 15%

Сінгапур (ТУАС). Порт TUAS у Сінгапурі – це проєкт розумного мегапорту, який планується завершити до 2040 року. Він реалізується у чотири етапи. Після завершення він зможе обробляти до 6,5 млн. контейнерів TEU на рік [22]. TUAS – це порт, який був побудований з метою стати повністю автоматизованим та розвивається з метою одночасної реалізації інтелектуальних технологій, таких як екологічно чисті технології, безпілотники та технології відстеження суден, а також роботизовані технології для термінальних логістичних систем.

У майбутньому оптимальне портове обслуговування дозволить скоротити затримки та час очікування суден за рахунок використання системи своєчасного прибуття. Порт Сінгапур покращив наземні операції за допомогою своїх внутрішніх терміналів та складів порожніх контейнерів з використанням інтелектуальних технологій та покращив логістику вантажівок, що прибувають за допомогою відповідних систем моніторингу. Порт також використовує глобальну систему позиціонування (GPS) для моніторингу руху на під'їзних коліях до порту.

Наступний етап – це створення digital PORT, що дозволить оптимізувати портові ресурси та підвищити ефективність за рахунок використання штучного інтелекту,

що забезпечить своєчасність операцій у процесах проходження суден. Портал digital PORT також зможе обмінюватися даними із системами портової спільноти, такими як Portnet та Jurong Port Online, для отримання відповідної інформації, включаючи декларування операцій із небезпечними вантажами на портових терміналах.

Нідерланди (Роттердам). Нідерланди — перша країна у світі, яка успішно зробила автоматичний термінал без участі людини. Дорожня карта «розумного порту» порту Роттердам включає три основні напрямки: продумана логістика (зробити порт Роттердам лідером розумної логістики; забезпечення стійкості, надійності та ефективності ланцюжків поставок; акцент на ринку контейнерів), «розумна» енергетика та промисловість (акцент на оптимально працюючому та стійкому нафтохімічному кластері, дослідження з впровадження стійкої енергетики у багатьох відношеннях, таких як виробництво, використання та зберігання), а також перспективна портова інфраструктура (оптимізація доданої вартості портової території за рахунок морської інфраструктури та водних шляхів; будівництво та розвиток портів з метою зниження шкоди природі та навколишньому середовищі, людям та підприємствам). Коли будівництво цієї системи буде завершено, очікується, що порт Роттердам стане першим у світі портом зі штучним інтелектом.

Сполучені Штати Америки. Порт Саванна застосував технологію автоматизації процесів у своїй діяльності після встановлення автоматизованої системи управління активами терміналу (ATAMS) у 2008 році. ATAMS покращив процес передачі контейнерів та дозволив бути автоматично виявлені та ідентифіковані. Термінал у порту Х'юстон має можливості електронного обміну даними (EDI), включаючи комп'ютеризовані системи керування запасами. Ці системи можуть бути включені для відстеження розташування та стану окремих контейнерів. Порт Окленд має всеосяжне цифрове представлення, веб-портал, який надає інформацію про термінали, вантажі та контейнерні судна на одній платформі без необхідності переглядати декілька веб-сайтів. Портал поєднує дані з ключових морських терміналів, включаючи статус вантажу, зображення з камер у реальному часі та розклад суден. Інші додаткові функції включають оплату термінальних зборів, зустрічі з далекобійниками та оновлення статусу вантажу [2].

Аналіз інформації про підготовку національних проектів розвитку розумних портів дозволяє виділити виникаючі проблеми та дії, які вимагають підтримки (табл. 4).

Технічна стратегія для розумних портів. Порти є складним операційним середовищем, що складається з різних зацікавлених сторін, яким необхідно працювати разом, щоб максимізувати ефективність всього ланцюжка поставок. Оцифрування портів також є складним завданням, і зацікавлені сторони мають працювати разом, оскільки мають тісні відносини. Саме тому вкрай потрібний покроковий підхід до впровадження інтелектуальних портів [6].

На рис. 2 показано етапи реалізації стратегії технології інтелектуальних портів згідно з аналізом Boston Consulting Group (BCG). Ці кроки аналогічні покроковому підходу, що використовується для розробки загальної системи. У цьому звіті пропонується бізнес-стратегія та технічна стратегія.

По-перше, на етапі «попереднього планування» визначається стратегія розумних портів країни відповідно до національної стратегії розвитку портів. Інакше кажучи, країна має заздалегідь визначити генеральний план чи дорожню карту

розвитку порту. Потім слід розробити стратегію «розумного порту» у цій країні відповідно до певної дорожньої карти або генерального плану. По-друге, етап «план» включає перевірку поточного середовища, системи та об'єктів портового бізнесу (включаючи портові операції), а також розробку плану і графіка проекту для будівництва розумного порту.

Таблиця 4

Проблеми, які виникають у ході підготовки національних проектів розвитку розумних портів, та відповідні дії (узагальнення [7-12])

Проблеми	Дії
<ul style="list-style-type: none"> • Неefективність, що зберігається • Складність забезпечення точності даних через недостатність інформаційних систем • Недостатній рівень зв'язків з інформаційними системами інших організацій • Необхідність розробки продуманої стратегії будівництва порту та детального плану • Необхідність посилення кадрового потенціалу порту • Необхідність забезпечення фінансування з національного бюджету 	<ul style="list-style-type: none"> • Захищати та обмінюватися інформацією про передовий досвід для інтелектуальних портів • Організувати семінари з нарощування потенціалу для зміцнення потенціалу та технічних навичок портового персоналу • Встановити міцні відносини з міжнародними організаціями • Стандартизація бізнесу, правил та технологій, необхідних для інтелектуальних портів • Підготовка дослідницьких проектів або консультативних послуг для інтелектуальних портів • Підготовка пілотних проектів про те, як саме розвивати розумні порти на рівні держави

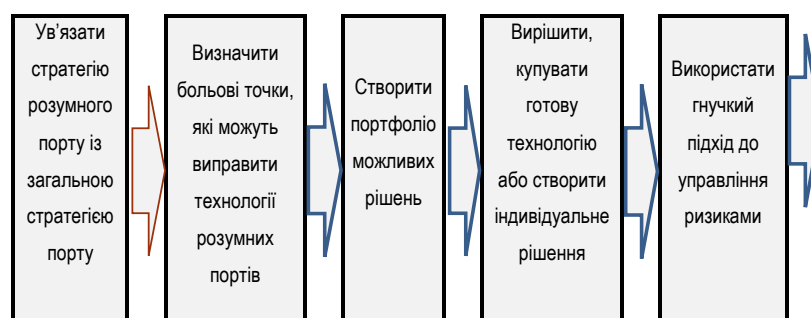


Рис. 2. Етапи реалізації технічної стратегії розумних портів

По-третє, етап «аналіз» збирає інформацію та аналізує проблеми та вимоги поточного порту. Після аналізу викликів, проблем та вимог, які потребують покращення, можна знайти джерела проблем та прогалини. Більшість проблем є або структурними, що належать до якоїсь частини фізичної операції, або поведінковими, викликаними тим, що користувачі порту вважають за краще робити щось певним чином. По-четверте, на етапі «дизайн» розробляється модель ТО-ВЕ для створення інтелектуальних портів і докладно визначаються функції [7].

Вимірювання впливу переходу на інтелектуальні порти. Розумні порти можуть забезпечити численні переваги підвищення конкурентоспроможності

морської логістики, і навіть підвищення загальної ефективності управління ланцюжками поставок [8]. Очікується наступні результати переходу на «розумні порти», які слід вимірювати в рамках відстеження впливу реформ (табл. 5).

Таблиця 5

Відстеження впливу розробки інтелектуальних портів (узагальнення [5-11])

Економічні показники	Соціальні показники	Екологічні показники
<ul style="list-style-type: none"> • Підвищення конкурентоспроможності країни чи портів шляхом обміну інформацією про порти між зацікавленими сторонами, сферою морської логістики чи транскордонними країнами тощо • Забезпечення зв'язності всіх ресурсів (вантажів, людей, обладнання, об'єктів тощо) у порту та зовнішніх ресурсів (суден, зовнішніх вантажівок, мостів, трафіку тощо) поза порту • Внесок не тільки у утримання існуючих клієнтів, але й залучення нових клієнтів за рахунок підвищення рівня задоволеності • Підвищення надійності портових послуг внаслідок розширення можливостей щодо запобігання 	<ul style="list-style-type: none"> • Можливість прогнозування та запобігання аваріям • Технологія швидкого реагування під час підготовки до стихійних лих, таких як землетруси, епідемії та страйки • Можливість забезпечити видимість ресурсів у порту, а також надійність даних про бізнес-транзакції, наприклад, за допомогою кібербезпеки порту або технології блокчейн • Виключення ризику нещасних випадків на виробництві портовиків за рахунок впровадження в порту безпілотної автоматки • Запобігання аваріям з використанням автоматизації роботи, з використанням дистанційного керування, безпілотних систем, роботів, штучного інтелекту 	<ul style="list-style-type: none"> • Зниження впливу роботи порту на довкілля за рахунок підвищення ефективності його роботи • Скорочення затворів у портах та терміналах та пов'язаних з ними викидів за рахунок мінімізації часу очікування суден та вантажівок • Підтримка більшої інтермодальної інтеграції на користь більш екологічно безпечного поділу за видами транспорту у повідомленні портів із внутрішніми районами • Зниження ризиків екологічних збитків, спричинених порушеннями безпеки в портах • Скорочення викидів парникових газів за рахунок оптимізації внутрішньооб'єктового транспорту та вантажно-розвантажувальних робіт • Оптимізація розміщення обладнання та зниження енергоспоживання

Багато з певних ESPO пріоритетів є актуальними і для української портової галузі. Частина з них уже прописано у програмі «Ukrainian Ports are Going Green» розробленої фахівцями Адміністрації морських портів України [23]. Інші знайшли відображення у Білій книзі (White Paper) пріоритетів у морській галузі, яку підготував комітет з логістики Європейської бізнес-асоціації [2].

У Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року передбачено «впровадження смарт-інфраструктури (новітніх технологій, що сприяють автоматизації та роботизації перевантажувальних процесів морських терміналів), екологічно безпечних технологій, спрямованих на зменшення шкідливих викидів від виробничих процесів у портах та отримання енергії з альтернативних джерел» [23].

У результаті забезпечення збалансованого розвитку та ефективного використання портових потужностей на інноваційній основі очікується стійке функціонування морських портів України відповідно до концепцій «смарт-порт» (застосування новітніх технологій), «енергоефективний порт» (здійснення

заходів з ресурсозбереження, відновлення та раціонального споживання ресурсів) та «зелений порт» (зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище).

Висновки. У даному дослідженні охарактеризовано сутність «розумних» портів, встановлено основні переваги та труднощі у процесі трансформації портів у розумні порти. Узагальнення існуючого досвіду формування розумних портів дозволяє створити перші кроки у розробці теоретичної бази для розвитку портів у даному напрямку. Встановлено основні етапи трансформації портів у розумні.

Перехід до розумних портів стане ключовою визначальною тенденцією у світовій індустрії вантажних перевезень та судноплавства найближчими роками. Очікується, що 2024 року ринок цифрових інтелектуальних портів досягне 5,3 млрд. доларів. Декілька портів, в основному в Азії, Європі та Північній Америці, знаходяться в авангарді розвитку інтелектуальних портів, використовуючи поєднання нових та передових технологій для підвищення продуктивності та ефективності. «Розумні» порти, що інтегрують цифровізацію і використовують нові технології, стануть ключовими гравцями у світовій торгівлі в міру того, як світ вступає в 4IR.

Використання технології 4IR дозволяє портам стати більш інтелектуальними, дозволяючи різним зацікавленим сторонам - операторам терміналів, вантажовласникам та судноплавним компаніям приймати оптимальні рішення, удосконалювати процеси та підвищувати ефективність портових операцій [8].

Морські порти України починають освоювати цифрові технології та технології автоматизації. Однак обмеження дорогої інфраструктури та високошвидкісного ширококутового зв'язку поки що стримують цей процес.

Україні необхідно заздалегідь розробити дорожню карту або генеральний план та забезпечити необхідний бюджет та ресурси для створення розумних портів на державному рівні. Перехід до «розумних» портів з метою впровадження інновацій за допомогою автоматизації та інтелектуальних систем портових операцій є особливо доцільним для України, яка прагне підвищити продуктивність та конкурентоспроможність на міжнародному рівні [23]. Визначення таких пріоритетів та робота щодо їх реалізації саме зараз дуже важлива, оскільки Україна, як і ЄС, проходить етап значних змін, але пріоритети довгострокових проектів мають сприяти розвитку морських портів.

ЛІТЕРАТУРА

1. What Is a Smart Port? Port Digitalization (2021). [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://sinay.ai/en/smart-port-101-what-is-a-smart-port>
2. Smart Ports are the Gates to the Maritime Industry's Digital Future URL: <https://www.hellenicshippingnews.com/smart-ports-are-the-gates-to-the-maritime-industrys-digital-future/>
3. Решетков Д.М., Іванова І.М. Світовий досвід використання цифрових технологій у морських портах. *Транспортні системи і технології: проблеми функціонування та розвитку портів*. Том 6: монографія / [авт. кол.: Кириллова О.В., Пітерська В.М., Магамадов О.Р., Решетков Д.М. та ін.] за ред. О.В. Кириллової. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2021. 159 с.

4. Sjors Berns, Rob Dickson, Indra Vonck, and Jochem Dragt (2017) Smart Ports: Point of View. Deloitte: Deloitte Port Services. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/energy-resources/deloitte-nl-er-port-services-smart-ports.pdf>
5. M. Jović, N. Kavran, S. Aksentijević and E. Tijan. The Transition of Croatian Seaports into Smart Ports (2019) *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2019, pp. 1386-1390, <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8757111>
6. Karaš A.: Smart Port as a Key to the Future Development of Modern Ports (2020) TransNav, *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 14, No. 1, pp. 27-31 <https://doi.org/10.12716/1001.14.01.01>
7. Deloitte, Smart Ports Point of View By Deloitte Port Services, 2017. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/energy-resources/deloitte-nl-er-port-services-smart-ports.pdf>
8. Smart port white paper. URL: https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/x-lab/2019/5g_smart_port_whitepaper_en.pdf?la=en
9. Research in Transportation Business & Management Volume 41, December 2021, 100633 Technological trajectories and scenarios in seaport digitalization. URL: www.sciencedirect.com
10. United Nations ESCAP (2021). Smart Ports Development Policies in Asia and the Pacific. URL: https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/SmartPortDevelopment_Feb2021.pdf
11. Transformation to smarter ports with Digital Age Communications. URL: <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/dac-for-ports-solution-sheet-en.pdf>
12. Hirata E. The potential of using blockchain technology in shipping and logistics industry. *Journal of Logistics Shipping Economics*. 2019; 53:61-70.
13. Philipp, R. Digital readiness index assessment towards smart port development (2020) *In Sustainability Management Forum*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
14. Heilig, L.; Lalla-Ruiz, E.; Voß, S. (2017) Digital transformation in maritime ports: Analysis and a game theoretic framework. *Netnomics Econ. Res. Electron. Netw*, 18, 227–254.
15. United Nations ESCAP.2021. Smart Ports Development Policies in Asia and the Pacific. URL: https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/SmartPortDevelopment_Feb2021.pdf
16. Douaioui, Kaoutar & Fri, Mouhsene & Mabrouki, Charif & Semma, Elalami. (2018). Smart port: Design and perspectives. 1-6. <https://doi.org/10.1109/GOL.2018.8378099>
17. PRIORITIES OF EUROPEAN PORTS FOR 2019 – 2024. URL: www.espo.be

18. Melnyk, O., Onyshchenko, S., Pavlova, N., Kravchenko, O., & Borovyk, S. (2022). *Integrated Ship Cybersecurity Management as a Part of Maritime Safety and Security System*. IJCSNS, 22(3), 135. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.3.18>
19. Onishchenko, O., Golikov, V., Melnyk, O., Onyshchenko, S., Obertiur, K. Technical and operational measures to reduce greenhouse gas emissions and improve the environmental and energy efficiency of ships. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2022, 116, <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.116.14>
20. Melnyk, O., Bychkovsky, Yu., Shumylo, O., Onyshchenko, S., Onishchenko, O., Voloshyn, A., Cheredarchuk, N. Study of the risk assessment quality dependence on the ships accidents analysis. *Scientific Bulletin of Naval Academy*, Vol. XXV, 136-146 (2022) <https://doi.org/10.21279/1454-864X-22-II-015>
21. Port of Hamburg: smartPORT solutions for the 21st century. URL: <http://www.mpforum.org/uploads/headpic/2018-04-11/5acdac7eb0ad3.pdf>
22. Maritime and Port Authority of Singapore – Singapore’s Next Generation Tuas Port Project. URL: <https://sustainableworldports.org/project/maritime-and-port-authority-of-singapore-singapores-next-generation-port/>
23. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. URL: www.rada.gov.ua

REFERENCES

1. What Is a Smart Port? Port Digitalization (2021). Retrieved from: <https://sinay.ai/en/smart-port-101-what-is-a-smart-port>
2. Smart Ports are the Gates to the Maritime Industry’s Digital Future. Retrieved from: <https://www.hellenicshippingnews.com/smart-ports-are-the-gates-to-the-maritime-industrys-digital-future/>
3. Reshetkov D.M., Ivanova I.M. Global experience of using digital technologies in seaports. Transport systems and technologies: problems of operation and development of ports [Svitovyy dosvid vykorystannya tsyfrovyykh tekhnolohiy u mors'kykh portakh. Transportni systemy i tekhnolohiyi: problemy funktsionuvannya ta rozvytku portiv] Volume 6: monograph / [author. col.: Kirillova O.V., Peterska V.M., Magamadov O.R., Reshetkov D.M. etc.] edited by O. V. Kirillova. Odesa: KUPRIENKO ST, 2021. 159 c.
4. Sjors Berns, Rob Dickson, Indra Vonck, and Jochem Dragt (2017) Smart Ports: Point of View. Deloitte: Deloitte Port Services. Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/energy-resources/deloitte-nl-er-port-services-smart-ports.pdf>
5. M. Jović, N. Kavran, S. Aksentijević and E. Tijan. The Transition of Croatian Seaports into Smart Ports (2019) *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2019, pp. 1386-1390, <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8757111>

6. Karaś A.: Smart Port as a Key to the Future Development of Modern Ports (2020) TransNav, *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 14, No. 1, pp. 27-31 <https://doi.org/10.12716/1001.14.01.01>
7. Deloitte, Smart Ports Point of View By Deloitte Port Services, 2017. Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/energy-resources/deloitte-nl-er-port-services-smart-ports.pdf>
8. Smart port white paper. Retrieved from: https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/x-lab/2019/5g_smart_port_whitepaper_en.pdf?la=en
9. Research in Transportation Business & Management Volume 41, December 2021, 100633 Technological trajectories and scenarios in seaport digitalization. Retrieved from: www.sciencedirect.com
10. United Nations ESCAP (2021). Smart Ports Development Policies in Asia and the Pacific. Retrieved from: https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/SmartPortDevelopment_Feb2021.pdf
11. Transformation to smarter ports with Digital Age Communications. Retrieved from: <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/dac-for-ports-solution-sheet-en.pdf>
12. Hirata E. The potential of using blockchain technology in shipping and logistics industry. *Journal of Logistics Shipping Economics*. 2019; 53:61-70.
13. Philipp, R. Digital readiness index assessment towards smart port development (2020) *In Sustainability Management Forum*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
14. Heilig, L.; Lalla-Ruiz, E.; Voß, S. (2017) Digital transformation in maritime ports: Analysis and a game theoretic framework. *Netnomics Econ. Res. Electron. Netw*, 18, 227–254.
15. United Nations ESCAP.2021. Smart Ports Development Policies in Asia and the Pacific. Retrieved from: https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/SmartPortDevelopment_Feb2021.pdf
16. Douaioui, Kaoutar & Fri, Mouhsene & Mabrouki, Charif & Semma, Elalami. (2018). Smart port: Design and perspectives. 1-6. Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/GOL.2018.8378099>
17. PRIORITIES OF EUROPEAN PORTS FOR 2019 – 2024. Retrieved from: www.espo.be
18. Melnyk, O., Onyshchenko, S., Pavlova, N., Kravchenko, O., & Borovyk, S. (2022). *Integrated Ship Cybersecurity Management as a Part of Maritime Safety and Security System*. *IJCSNS*, 22(3), 135. Retrieved from: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.3.18>
19. Onishchenko, O., Golikov, V., Melnyk, O., Onyshchenko, S., Obertiur, K. Technical and operational measures to reduce greenhouse gas emissions and improve the environmental and energy efficiency of ships. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2022, 116, Retrieved from <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.116.14>

20. Melnyk, O., Bychkovsky, Yu., Shumylo, O., Onyshchenko, S., Onishchenko, O., Voloshyn, A., Cheredarchuk, N. Study of the risk assessment quality dependence on the ships accidents analysis. *Scientific Bulletin of Naval Academy*, Vol. XXV, 136-146 (2022). Retrieved from: <https://doi.org/10.21279/1454-864X-22-I1-015>
21. Port of Hamburg: smartPORT solutions for the 21st century. Retrieved from: <http://www.mpforum.org/uploads/headpic/2018-04-11/5acdac7eb0ad3.pdf>
22. Maritime and Port Authority of Singapore – Singapore’s Next Generation Tuas Port Project. Retrieved from: <https://sustainableworldports.org/project/maritime-and-port-authority-of-singapore-singapores-next-generation-port/>
23. Strategy for the development of seaports of Ukraine for the period until 2038 [Stratehiya rozvytku mors'kykh portiv Ukrainy na period do 2038 roku]. Retrieved from: www.rada.gov.ua