



УДК 656.6:616-036

PROBLEMS OF USING SMART TECHNOLOGIES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF UKRAINIAN SEAPORTS

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ

Reshetkov D. / Решетков Д.М.*Ph.D., Assoc. Prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7281-962X

*Odessa National Maritime University, Odesa, Mechnikova, 34, 65029**Одеський національний морський університет, Одеса, Мечникова, 34, 65029*

Анотація. Наведено огляд сучасних технологій, які використовуються в окремих морських портах світу та їх можливий вплив на майбутній розвиток морських портів. Ключові висновки: різний рівень розвитку конкретної країни впливає на різні рівні впровадження нових технічних і технологічних досягнень, що призводить до різних рівнів розвитку кожного морського порту; майбутній розвиток сучасних технологій у морських портах зосереджений на автономних технологіях, таких як автономні дрони та безпілотні вантажівки; сучасні технології можуть підвищити безпеку та ефективність операцій у морських портах та за їх межами. Доведено необхідність врахування світових трендів розвитку портової галузі для подальшої модернізації морських портів України.

Ключові слова: провідні порти, сучасні технології, розумний порт, портові операції

Вступ

За даними Міжнародної морської організації (2020) майже 90% світової торгівлі здійснюється морем. Отже, морські порти відіграють важливу роль торгівлі. У зв'язку зі зростанням торгівлі та необхідністю ефективної роботи морські порти звертаються до сучасних технологічних рішень. Деякі характеристики сучасних технологій є можливість персоналізації продукту, орієнтація на послуги, горизонтальна орієнтація, вертикальна орієнтація, розумний продукт, можливість роботи в реальному часі, віртуалізація, розумна фабрика і децентралізація. Сучасні технології дозволяють скоротити час прийняття рішень, підвищити безпеку та ефективність бізнес-операцій.

На основі огляду літератури проаналізовано такі технології: радіочастотна ідентифікація, Інтернет речей, хмарні обчислення, великі дані, технологія блокчейну та технологія місцезнаходження.

Метою даного дослідження є представлення огляду сучасних технологій у провідних морських портах світу та обґрунтування важливості їх впровадження



у портах України. Під час підготовки матеріалу використано метод аналізу літератури.

Основний матеріал

Теоретичний огляд. Морські порти, будучи транспортними вузлами, становлять базові ланки транспортних ланцюжків море-суша. Будучи визначальним чинником економічного зростання, морські порти сприяють розвитку секторів економіки та отримання економічних вигод. Тому морським портам необхідно постійно вдосконалювати свою діяльність, щоб не тільки оптимізувати свій бізнес, а й досягти сталого зростання обсягів перевалки вантажів. Морські порти та термінали еволюціонували і вступили в п'яту стадію еволюції, що характеризується їхньою цифровою трансформацією та відповідністю практикам Індустрії 4.0 (рис.1) [1].

Інтелектуальні технологічні рішення для підвищення ефективності портів
<ol style="list-style-type: none">1. Автоматична ідентифікація та виявлення контейнерів2. Більш безпечне робоче середовище та безпечніша доставка3. Підвищення продуктивності перевантажувальної техніки.4. Швидше прийняття лучних управлінських рішень5. Підвищення безпеки порту6. Найкраще управління ресурсами в режимі реального часу7. Забезпечення швидкого зв'язку з високою пропускнуою здатністю8. Включення операцій «точно вчасно»9. Моніторинг руху транспортних засобів на основі GPS10. Оптимізація митної інформації та документів11. Найкраща координація інтермодальних перевезень12. Підвищення екологічної стійкості

Рисунок 1 - Інтелектуальні технологічні рішення для підвищення ефективності портів

Інтелектуальний порт - це автоматизований порт, який використовує аналітику даних для прийняття правильних бізнес-рішень та ефективного виконання операцій. Ідея полягає у використанні інтелектуальних технологій для підвищення ефективності роботи порту, підвищення продуктивності та



економічної конкурентоспроможності. Впровадження автоматизованих процесів принесе користь як порту, а й ширшому ланцюжку поставок.

Розумні порти – це місце, де технології та люди можуть обмінюватися інформацією в режимі реального часу. Ефективність інтелектуальних портів залежить від спільної роботи людей і технологій на благо порту та, зрештою, його клієнтів. Підтримка безперебійної роботи завжди є складним завданням і потребує взаємодії між багатьма сторонами та спільного підходу [2].

Практичне використання підключених технологій є ключем до перетворення порту на інтелектуальний порт. Великі дані, штучний інтелект, Інтернет речей тощо дозволяють портам витягувати корисні відомості із зібраних даних. 5G сприятиме подальшому впровадженню IoT (рис. 2).



Рисунок 2 – Модель розумного порту

За даними провідних наукових досліджень, найбільш істотний вплив на роботу морських портів мають такі технології [3,4]: технології Інтернету речей, хмарні обчислення, великі дані, блокчейн, технологія місцезнаходження.

Аналіз технологій, що використовуються у морських портах. Морські порти як відкриті, складні та динамічні системи повинні постійно адаптуватися до сучасних умов ведення бізнесу, щоб залишатися конкурентоспроможними на світовому ринку. Морські порти все активніше інвестують у нові технології. У минулому портова влада виконувала роль координатора і була в основному зосереджена на вантажно-розвантажувальних операціях, зберіганні, внутрішньопортових операціях, а також на розвитку надбудови та



інфраструктури для суднових операцій. В даний час портова влада пов'язана з різними логістичними та транспортними операторами, щоб підвищити цінність для клієнтів [5].

Порт Шанхаю постійно інвестує у цифрові технології та штучний інтелект, а також планує впровадити безпілотні вантажівки для прискорення руху мостом. Базою для застосування безпілотних вантажівок є технологія 5G. Ця технологія, поряд із сучасною навігаційною системою, дозволяє здійснювати перевезення більшої кількості вантажів між морським портом та терміналом/складом. Також проведено реальні тести обміну даними між морським портом та компанією-партнером.

Порт Сінгапуру до 2040 року планує збудувати найбільший у світі автоматизований термінал Туас. Термінал буде включати такі інновації, як інтелектуальна система управління операціями на основі даних, автоматизація причалів і дворів, повністю електричні AGV1, інтелектуальні розробки і платформи управління харчуванням. Цей термінал також стане одним із перших терміналів, фізично та віртуально інтегрованих у ширшу мережу ланцюжка поставок.

Порт Пусан вирішив використати технологію блокчейн для відстеження руху контейнерів між терміналами морського порту. Оскільки контейнери між терміналами перевозяться автомобілем, водії використовують додаток для смартфона. Метою впровадження технології блокчейн є скорочення кількості помилок за рахунок надання інформації у режимі реального часу транспортним компаніям. У 2019 році в порту було впроваджено лазерне програмне забезпечення для виявлення невіддалених конусів. Він використовується для визначення того, чи приєднані поворотні замки до контейнера під час його підйому дворовими кранами. Ця технологія зменшує (усуває) можливість, що конуси контейнера залишаться прикріпленими до контейнера після вивантаження з судна. Це важливо, оскільки не з'єднані конуси контейнерів можуть з'єднуватися з іншими контейнерами, і колись кран підніме контейнер, він буде перевозити два контейнери замість одного.



Порт Роттердама на відміну від азіатських портів, які вирішили залучити інші компанії для надання технологічних рішень (аутсорсинг), сформував власну команду з 70 програмістів. В результаті з'явилася система Pronto, яка позитивно впливає на кількох учасників – перевізників, лоцманів, термінали та вантажовідправників. Інші послуги, що пропонуються в порту Роттердама: Portscan – програмне забезпечення, яке надає інформацію про статистику порту та рух у морському порту та навколо нього; Optimized Dredging – надає інформацію про глибину води для човна, інформацію про небезпечну діяльність. "Час до порту" - програмне забезпечення, що надає конкретну інформацію про місцезнаходження та прибуття судна, Port Information API - надає інформацію про конкретний порт; API надає дані про порт (на основі назви або розташування порту), Voxinsider (Cargo Tracker) — надає своєчасну інформацію про контейнерні перевезення, API Portcalls — надає інформацію про судна (час прибуття та відправлення) з порту дзвінки 1 автоматизований керований транспортний засіб, API подій суден - надає інформацію в режимі реального часу про прибуття та відправлення судів по всьому світу, Служба руху суден - дозволяє прогнозувати маршрут на основі попередніх плавань та прогнозує можливі зіткнення. Також реалізовано систему підтримки перекладу [6].

Порт Кланг вкладає великі інвестиції у збільшення потужності контейнерних терміналів. Окрім інфраструктури, морський порт інвестує в інформаційні технології. При вході до терміналу встановлено прискорений шлях. За допомогою мобільної платформи вантажовласник може пройти всі процедури сертифікації та митного оформлення. Таким чином, коли вантажівка прибуде, вона зможе проїхати та розвантажити вантаж. У 2017 році в порту впроваджено нову операційну систему. Основна перевага цієї технології полягає в тому, що транспортний засіб заїжджає та вивантажує товар із контейнера, а також завантажує товар, який необхідно перевезти. У майбутньому морський порт планує впровадити на терміналах технологію електричних безпілотних вантажівок. У 2013 році адміністрація порту Кланг



запровадила цифрову платформу обміну інформацією, яка об'єднує відповідних учасників, включених до морських портових та торгових операцій.

Порт Антверпена багато зусиль вкладається у розвиток розумного порту та розумного транспорту. У сфері «розумних» морських портів рішення знайшли в кількох областях. За допомогою невеликих пластикових бірок можна за короткий час оглянути всю інфраструктуру морського порту. Створено цифровий двійник морського порту; цифрова 3D-карта морського порту, яка надає в режимі реального часу дані про місцезнаходження судна, ситуацію в доках тощо. Технологія блокчейн застосовується у сфері обміну фітосанітарними сертифікатами, необхідними для імпорту товарів з Нової Зеландії. Використання технології блокчейн забезпечує безпечний обмін документами та прискорює процес обміну даними, що призводить до більш ефективних перевірок та прискорення транзиту. У майбутньому морський порт планує зробити те саме з сертифікатами на органічну продукцію. Проект інтелектуальних причальних стін ґрунтується на використанні цифрових камер та датчиків, встановлених у морському порту. Тому, заходячи до морського порту, кожен капітан знає, де пришвартувати судно. У морському порту встановлено понад 600 камер, мета яких – зробити морський порт безпечним та надійним. Крім того, існує додаток, що детально ідентифікує об'єкти, розташовані в морському порту. [7].

Порт Лос-Анджелеса є провідним морським портом міжнародної торгівлі у Північній Америці. У 2011 році порт ініціював проєкт, який має знизити забруднення повітря за рахунок скорочення викидів із суден. Пристрій називається скруббером морської води та використовує морську воду для фільтрації забруднюючих речовин із двигунів суден. Порти Лонг- Біч та Порт Лос-Анджелеса розробили програму Cargomatic Free Flow, яка оптимізує рух контейнерів. У 2013 році було запущено мобільний додаток Cargomatic як онлайн-торговельний майданчик для об'єднання вантажівок з меншим завантаженням та вантажних автомобілів з більш ніж повним завантаженням. У 2014 році Cargomatic було впроваджено у сфері портових перевезень. У 2020 році



в морському порту з'явився новий інструмент обробки даних - Сигнал. У ньому зібрано всі дані про кораблі та вантажі, які зайдуть у морський порт у найближчі три тижні. Він є хмарним рішенням [8]. Порт Гамбург є найважливішим морським портом Німеччини. На території морського порту реалізовано навігацію в реальному часі. Він надає інформацію про дорожній рух у морському порту та навколо нього. Також впроваджується GPS - датчик - мобільний додаток. Він надає різну інформацію: від місцезнаходження машин швидкої допомоги до течії річки Ельби. Використання віртуального депо призвело до скорочення непотрібних переміщень порожніх контейнерів. Також було представлено логістичну програму smartPORT для вантажних автомобілів. Ця програма інформує водіїв про вільне місце на парковці [7].

Майбутній розвиток технологій у морських портах. Поява технологій змінює конкурентне середовище та відкриває нові можливості для трансформації бізнесу. Хоча деякі морські порти вже впровадили технології блокчейну та великих даних, для деяких з них це найближче майбутнє. Проблемами впровадження технології блокчейн можуть стати: великі інвестиції, неможливість інтегрувати всіх відповідних учасників, недовіру до всієї системи (кібербезпека), правові бар'єри, пов'язані із захистом персональних даних, нерівний рівень розвитку морських портів.

Виявлено декілька перешкод на шляху впровадження технології блокчейну. Першою перешкодою може бути масштабованість, яка є обмеженою здатністю системи обробляти великі обсяги даних в даний момент часу. Ще однією проблемою можуть стати відмінності у правовій системі. На даний момент технологія блокчейна розробляється відповідно до потреб конкретної компанії. Однак можуть виникнути нові труднощі, коли учасники різних компаній вирішать співпрацювати. У цьому випадку найважливішою частиною є визначення вузьких місць, безпеки даних та різноманітності систем. Ці платформи вимагають кодування мови програмування, що потребує додаткового використання часу та людських ресурсів. Основою технології блокчейна є децентралізація. Відсутність стандартизації також не дозволяє учасникам



блокчейну ефективно співпрацювати та спілкуватися. Зрештою, найбільш критичною роллю може стати брак адекватних людських ресурсів та складність налаштування самої технології блокчейну, від програмування та тестування до впровадження в систему. Тим не менш, шляхом скорочення бюрократії та паперової роботи блокчейн може підвищити ефективність міжнародної торгівлі та полегшити бізнес-транзакції. Технологія блокчейн може покращити співпрацю між морським портом і перевізниками, вона може забезпечити відстеження контейнерів у морських портах та за їх межами, вона може зменшити людські помилки та можливість втрати документів, вона може зменшити неетичну поведінку між співробітниками та іншими залученими сторонами (судноплавні компанії, морські порти), і це міг би знизити споживання енергії з допомогою скорочення непотрібного переміщення контейнерів.

Проблеми можуть виникнути і під час застосування великих даних. Вони можуть бути в першу чергу пов'язані з витратами на довгострокове зберігання та керування зібраною інформацією. Ще однією проблемою може стати відсутність належного обміну інформацією. Несанкціоновані особи можуть навмисне вставляти, видаляти або оновлювати інформацію з метою досягнення економічних переваг або для приховування незаконної діяльності. У зв'язку з швидкою розробкою нових пристроїв може виникнути проблема нестачі робочої сили. Незважаючи на наявність вищезазначених проблем, технологія великих даних може принести значні переваги, такі як підвищення безпеки в морських портах, економія засобів, швидше виявлення помилок, скорочення маніпуляцій з контейнерами, швидший обмін інформацією, зниження негативного впливу на довкілля, можливість більш точного планування прибуття судна до порту.

Незважаючи на існування численних проблем, морські порти все активніше інвестують у сучасні технології, які забезпечують різні переваги, такі як зниження витрат та підвищення безпеки. Майбутній розвиток технологій у морських портах спрямовано подальшу автоматизацію роботи морських портів і впровадження автономних технологій з урахуванням мережі 5G. Можна



докласти більше зусиль для скорочення чи усунення адміністративних процедур за допомогою складних програм. Завдяки розвитку технологій можливість людських помилок може бути ще більше знижена, а отже, і потреба в рутинних працівниках.

Наміри більших і найвпливовіших морських портів схилиються до створення власних рішень, які можна запропонувати своїм діловим партнерам.

Висновки

Морські порти є основними ланками в транспортних ланцюжках море-суша і відіграють важливу роль у світовій торгівлі. Морські порти, що визначають економічне зростання, сприяють розвитку секторів економіки. Морські порти включають ряд процедур маніпулювання вантажами, зацікавлених сторін і даних, що підлягають обміну. Щоб залишатися конкурентоспроможними та домагатися зростання обсягів вантажів, морські порти повинні постійно вдосконалювати свою діяльність та інвестувати у технології.

Сучасні технології, які істотно впливають на розвиток морських портів, - це радіочастотна ідентифікація, Інтернет речей, хмарні обчислення, технології позиціонування, великі дані та технологія блокчейна.

Одна річ, яка є спільною для Інтернету речей, хмарних обчислень, технологій позиціонування, великих даних та технології блокчейну, - це інформація в реальному часі. Маючи інформацію в режимі реального часу, морські порти можуть запобігти та/або зменшити кількість аварій на території морського порту та за його межами, робити достовірні прогнози щодо завантаження потужностей, швидше реагувати на непрогнозовані ситуації.

Технологія Big Data прискорює процес ухвалення рішень за рахунок скорочення часу, необхідного для аналізу даних. Технологія блокчейна скорочує бюрократію та паперову роботу та може прискорити міжнародну торгівлю.

Аналізовані морські порти приділяють велику увагу майбутньому впровадженню сучасних технологій. Деякі морські порти вже впровадили технології Big Data та блокчейн у повсякденну діяльність, а для інших це майбутнє найближчого майбутнього. Порти Роттердама та Антверпена



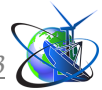
приділяють більше уваги впровадженню технологій, що підвищують безпеку в зоні морських портів, наприклад, пластикових міток, портового сканування, оптимізованих днопоглиблювальних робіт тощо.

З іншого боку, європейські морські порти спрямовані на розробку власних рішень, проти азійськими морськими портами. Майбутній розвиток і впровадження технологій у морських портах орієнтовано на автономні технології, такі як безпілотні автомобілі, автономні транспортні засоби, автономні дрони тощо. У майбутньому основною проблемою може стати брак адекватної (кваліфікованої) робочої сили. Впроваджена досі технологія прискорила, полегшила та зробила маніпуляції, пов'язані з контейнерами, швидше та простіше. Хоча виживання морського порту залежить від технологій, які є четвертою промисловою революцією, впровадження технологій - це трудомісткий і фінансово витратний процес.

Морські порти України починають освоювати цифрові технології та технології автоматизації. Однак обмеження дорогої інфраструктури та високошвидкісного широкосмугового 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. 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.

Список використаних джерел

1. Решетков Д.М., Бондарюк М.А., Онищенко С.П. Сутність, переваги та існуючий досвід розвитку розумних портів. Стаття. Розвиток транспорту. № 4 (15), ОНМУ, 2022. Фах.вид. (категорія «Б»), стор. 108-122.



<https://doi.org/10.33082/td.2022.4-15.09>

2. 5G Smart Port White Paper - Huawei huawei › 5g-smart-port-whitepaper

<https://www.huawei.com/en/huaweitech/industry-insights/outlook/mobile-broadband/xlabs/insights-whitepapers/5g-smart>

3. Smart port: a systematic literature review | European Transport ...

etrr.springeropen.com › articles › 10.1186

<https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-023-00581->

4. 10 SmartPort Trends 2030-2050

smartport.nl › ENG-10-SmartPort-Trends-2030-2050_fina

https://smartport.nl/wp-content/uploads/2021/06/ENG-10-SmartPort-Trends-2030-2050_final.pdf

5. Top Five Emerging Port Technologies | ST Engineering Antycip ST

Engineering Antycip › top-five-port-technologies <https://steantycip.com/blog/top-five-port-technologies/>

6. TOP 10 Smart Ports around the world | Best Smart Ports Sinay › top-10-smart-

ports-around-the-w. <https://sinay.ai/en/top-10-smart-ports-around-the-world/>

7. Top 5 Automated Ports in Europe - Port Technology International Port

Technology International › News <https://www.porttechnology.org/news/top-5-automated-ports-in-europe/>

8. The Top 5 ports in the United States 2022 - Port Technology ... Port Technology

International › News <https://www.porttechnology.org/news/top-5-ports-in-the-united-states/>

Abstract. *An overview of modern technologies used in selected seaports of the world and their possible impact on the future development of seaports is provided. Key conclusions: different levels of development of a particular country affect different levels of implementation of new technical and technological achievements, which leads to different levels of development of each seaport; future development of modern technologies in seaports is focused on autonomous technologies, such as autonomous drones and unmanned trucks; modern technologies can increase the safety and efficiency of operations in seaports and beyond. The need to take into account global trends in the development of the port industry for the further modernization of seaports of Ukraine is proven.*

Key words: *leading ports, modern technologies, smart port, port operations*