Технічні науки

УДК 656.61:004.9

Слюсаренко Анатолій Іванович

старший викладач кафедри навігації та управління судном

Дунайський інститут

Національного університету «Одеська морська академія»

Slyusarenko Anatoly

Senior Lecturer of the Department of Navigation and Ship Management

Danube Institute of

National University «Odesa Maritime Academy»

ORCID: 0000-0003-1622-2030

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ГЛОБАЛЬНОЇ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДЛЯ МОРСЬКОГО ФЛОТУ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ І ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЗАГРОЗ МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВУ

DEVELOPMENT OF GLOBAL DIGITALIZATION TECHNOLOGIES FOR THE MARITIME FLEET THROUGH THE INTRODUCTION OF SATELLITE COMMUNICATIONS AND REDUCING THE IMPACT OF THREATS TO MARITIME NAVIGATION

Анотація. *Стаття присвячена аналізу сучасних шляхів і методів розробки технологій глобальної цифровізації для морського флоту і зниження впливу загроз морському судноплавству. Основна увага приділена на підвищення безпеки сьогодні шляхом підвищення без поєднання правових заходів та сучасних технологій, як від супутникового відстеження до штучного інтелекту так і до роботизації. У цій статті акцентується увага на технологічні і організаційні рішення та огляд ключових загроз, технологій, реальних прикладів та аналітичні висновки про напрями*

розвитку, кіберзагрози та злочинну діяльність таких як піратство, контрабанда, фішинг, глибокі підробки цифрових програм так і запуск програм-вимагачів, виявлення загроз за допомогою штучного інтелекту (AI), принципів нульової довіри, навчання співробітників та перевірки і вивчення розроблених інструментів кібербезпеки для захисту своїх активів. У цій статті огляд ключових загроз, технологій, реальних прикладів та аналітичні висновки щодо подальших напрямів у розвитку. З розвитком технологій розвиваються кіберзагрози з великою швидкістю і все більше турбує експертів з кібербезпеки. Було наголошено, що цифрові вірусні зламування програм, часто важче виявити, ніж фізичні, що робить їх ще більш небезпечними. Було наголошено, що ці кіберзагрози демонструють витончену тактику, яку використовують кібер-злочинці, щоб обдурити навіть професіоналів, які мають брати участь у боротьбі з кіберзагрозами та бути найбільш обізнаними з заходами боротьби з кібер-шахрайством. Раніше було достатньо захиститися за допомогою брандмауерів та антивірусного програмного забезпечення. Нині це недостатньо. Було наголошено, що потрібно застосувати багаторівневий підхід, одним із яких є штучний інтелект. Для боротьби з кіберзагрозами компаніям було запропоновано розширювати використання штучного інтелекту та автоматизації у боротьбі з кіберзагрозами.

Ключові слова: *безпека судноплавства, людський фактор, Global Navigation Satellite System (GNSS), кібератаки, штучний інтелект, System.NET, International Maritime Satellite Organization (Inmarsat).*

Summary. *The article is devoted to the analysis of modern ways and methods of developing technologies of global digitalization for the maritime fleet and reducing the impact of threats to maritime shipping. The focus is on improving security today by increasing without a combination of legal measures and modern technologies, from satellite tracking to artificial intelligence to*

robotics. This article focuses on technological and organizational solutions and an overview of key threats, technologies, real-world examples and analytical conclusions on development directions, cyber threats and criminal activities such as piracy, smuggling, phishing, deep fakes of digital applications and ransomware launches, detection of threats using artificial intelligence (AI), zero trust principles, employee training and verification and study of developed cybersecurity tools for protection of their assets. This article provides an overview of key threats, technologies, real-world examples, and analytical conclusions on further directions in development. With the advancement of technology, cyber threats are evolving at a high rate and are increasingly worrying for cybersecurity experts. It was emphasized that digital virus hacking of programs is often more difficult to detect than physical ones, which makes them even more dangerous. It has been emphasized that these cyber threats demonstrate sophisticated tactics used by cybercriminals to deceive even professionals who should be involved in the fight against cyber threats and be the most knowledgeable about anti-cyber fraud measures. Previously, it was enough to protect yourself with firewalls and antivirus software. At present, this is not enough. It was emphasized that it is necessary to apply a multi-level approach, one of which is artificial intelligence. To combat cyber threats, companies were asked to expand the use of artificial intelligence and automation in the fight against cyber threats.

Key words: *shipping safety, human factor, Global Navigation Satellite System (GNSS), cyberattacks, artificial intelligence, System.NET, International Maritime Satellite Organization (Inmarsat).*

Вступ. Судноплавство завжди було грою з високими небезпечними ставками, де ставки були пов'язані як з безпекою життя людей, збереження вантажу, безпекою судноплавства так і з часом доставки вантажу, а також з вартістю перевезень вантажу так і з погодою по маршруту переходу.

Міжнародне морське судноплавство – кровоносна система усієї Світової економіки. Близько 80-90% світових вантажоперевезень проходить морем. Але водночас судна та портова інфраструктура вразливі до багатьох ризиків, таких як шторм, колізії, технічні відмови на суднах. Водночас судна та портова інфраструктура вразливі до багатьох ризиків як шторм, колізій, різні технічні відмови на суднах, людський фактор, кіберзагрози, злочинної діяльності таких як піратство, контрабанда. Підвищення безпеки сьогодні неможливо уявити без поєднання правових заходів та сучасних технологій, починаючі від супутникового відстеження до штучного інтелекту (AI) та роботизації. Компаніям було запропоновано розширювати і впровадження систем виявлення загроз, постійно аналізувати поведінку користувачів, активність пристроїв та зовнішні вразливості от кіберзагрози. Також було підкреслювано, що не є можливості контролювати дії всіх своїх співробітників на всіх використовуваних ними пристроях без допомоги штучного інтелекту та автоматизації виявлення кіберзагрози.

Виклад основного матеріалу. Класичні ризики для судноплавства включають як навігаційні помилки, так і погану погоду, як механічні відмови так і людську помилку. Сучасні виклики доповнюють це ще втрата супутникової навігації Global Navigation Satellite System (GNSS) представляє собою систему супутникової навігації, створену з метою визначення місця розташування судна в просторі, тобто надає координати об'єкту. Окрім визначення місця розташування об'єкта сучасні навігаційні системи дозволяють визначити напрямок його руху і швидкість., кібератаки на бортові та портові системи, забруднення та екологічні ризики, а також зростання судноплавства у важкодоступних зонах (Арктика). Зі зростанням цифровізації збільшується ризик кібератак на навігаційні та логістичні системи суден. Дослідження показують вразливість AIS-системи та інших морських протоколів зв'язку [25]. Тому впровадження сучасних засобів шифрування, автентифікації й моніторингу вторгнень є обов'язковим

елементом цифрової інфраструктури [26]. Зі зростанням цифровізації збільшується ризик кібератак на навігаційні та логістичні системи суден. Дослідження показують вразливість AIS-системи та інших морських протоколів зв'язку [25]. Тому впровадження сучасних засобів шифрування, автентифікації й моніторингу вторгнень є обов'язковим елементом цифрової інфраструктури [5].GNSS системи складаються з двох складових, такі як космічної та наземної. Основні діючі і перспективні GNSS системи: GPS (США), GELILEO (Євросоюз), BeiDou (Китай), QZSS (Японія). На даний час організації, що займаються збором GNSS даних з базових станцій по всьому світу і які об'єднані в IGS (International GNSS Service) і яка входить до Міжнародної асоціації геодезії. З метою підвищення точності позиціювання у багатьох країнах створюються наземні системи радіомаяків, які отримують і надсилають отриману інформацію з декількох метрів до декількох сантиметрів, а також створюються інформаційну радіосистему для передачі користувачам отриманих диференціальних поправок, які дозволяють значно підвищити точність до визначення координат. Диференціальні поправки пересилається або з геостаціонарних супутників, таких системи як WAAS, EGNOS, MSAS так і з наземних базових станцій. WAAS, EGNOS, MSAS це регіональні системи доповнення (SBAS), що підвищують точність та надійність супутникових навігацій таких як GPS, Galileo, де шляхом передачі коригувальних сигналів, компенсуються помилки у переданих сигналах, які можуть бути викликані як атмосферою так і іншими факторами. Якщо не вдаватися в подробиці, то принцип роботи таких систем полягає у вимірюванні відстані від антени на об'єкті до супутників. Системи Inmarsat, Iridium, Starlink Maritime надають високу швидкість передавання даних і низьку затримку сигналу, що є критично важливим для сучасних аналітичних платформ та інтелектуальних навігаційних рішень [19; 24]. Знаючи відстані до декількох супутників, положення яких відомо достатньо точно, навігаційні системи за

допомогою звичайних геометричних побудов обчислюють місцезнаходження об'єкта. Крім значного підвищення точності мережа System.NET дозволяє розширити зону позиціонування і визначення місця розташування, а також стало можливо, де приймається GSM / GPRS сигнал по всій зоні покриття мобільної мережі, а також в місцях за допомогою інших каналів зв'язку, з можливістю підключення до мережі Інтернет. Також стало можливо, як відключення грубих помилок у вихідних пунктів, можливість підтримки єдиної міжнародної системи координат, можливість безпосередньої роботи в будь-якої необхідної системі координат, значне скорочення витрат на обладнання, під час виконання вимірювань контроль безпосередньо за точністю, збільшення продуктивної праці, використання додаткових сервісів таких, як пост обробка отриманих «сирих» даних вимірювання та навігаційну інформацію для подальшої точної постобробки RINEX (Receiver Independent Exchange Format), використання згенерованої віртуальної базової станції при пост обробці кінематичних вимірювань, Virtual Reference Station (VRS). (Virtual Reference Station) цетехнологія в геодезії та GNSS-позиціонуванні, яка створює імітацію фізичної базової станції в будь-якій точці всередині мережі постійних GNSS-станцій (CORS), при цьому забезпечуючи високоточне RTK-коригування (Real Time Kinematic) для мобільного приймача (ровера), ніби база знаходиться впритул до нього, при цьому використовується автоматична обробка отриманих даних і оцінка точності вимірювань, яка надається на сервер мережі (AutoPP, QC) та ін. Сучасні навігаційні комплекси використовують супутникові отримані дані, прогнозування погоди та проводятся аналітичні моделі ризиків для визначення оптимальних маршрутів переходу [21]. Такі системи значно підвищують точність і зменшують вплив людського фактору [34].

У минулому столітті відбувся значний підйом цифрових технологій та їх швидкий вихід на ринок. Через це змінюється те, як організації

керують своїми процесами. Використання цифрових технологій має великий вплив на ефективність бізнесу, прибутковість і конкурентоспроможність. Перша велика зміна, яку можна помітити, це оцифрування, процес перетворення інформації з аналогового на цифровий. Сьогодні наше суспільство надзвичайно інформаційне, фактично, ми стали повністю залежними від неї. Цифровізація створює зв'язок між фізичним і цифровим світом [10; 11]. Щоб зробити дослідження більш відчутним, це дослідницьке запитання було розбито на наступні три дослідницькі запитання, які використовуватимуться для керівництва цим дослідженням:

- Q1: Які існують моделі зрілості з точки зору оцифрування, цифровізації та цифрової трансформації?
- Q2: Який поточний рівень цифрової зрілості голландського логістичного сектора?
- Q3: Які кроки та виклики необхідно виконати логістичним компаніям, щоб досягти високого рівня зрілості?

Мета статті. Очікується, що після завершення цього дослідження воно сприятиме кращому розумінню важливості цифрової трансформації та розробить дорожню карту з найважливішими кроками до цифрової трансформації. У дослідженні буде використано кілька методів проведення дослідження. По-перше, буде проведено дослідницький та описовий огляд літератури щодо оцифрування, цифровізації та цифрової трансформації. Крім того, буде розглянуто існуючі моделі цифрової зрілості та цифрові дорожні карти, відповідаючи на дослідницьке запитання

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглянемо основні сучасні тенденції в морській індустрії, роль супутникового зв'язку у глобальній цифровізації флоту (AI) штучний інтелект. Штучний інтелект (AI) дозволяє оптимізувати рутинні повторювані операції в транспортній галузі, в тому числі судноплавній [20]. Сектор, керований ШІ це логістика і використання штучного інтелекту вздовж логістичного ланцюга

розвивається ще динамічніше. Глобальний ринок ШІ в логістиці в середині 2020-х років коливався у розвитку в діапазоні де кілька двозначних мільярдів доларів, а зараз очікується, що до початку-середини 2030-х років буде зростання до кількох сотень мільярдів доларів США, і з річними темпами зростання понад 40 % відсотків. Штучний інтелект допомагає з оптимізацією маршруту, прийняттям рішень і автоматизацією. Перш за все, ШІ допомагає розподіляти вантажі між сотнями суден, що проходять через порти. Використання штучного інтелекту дозволяє забезпечувати безпеку: виявлено, що попередження ШІ про зіткнення суден надходило капітану на дві хвилини швидше, ніж це було без використання ШІ [13]. Сучасні навігаційні комплекси використовують супутникові дані, прогнозування погоди та аналітичні моделі ризиків для визначення оптимальних маршрутів [21]. Такі системи значно підвищують точність і зменшують вплив людського фактору [22].

Терміни «цифрування», «оцифрування», і «цифрова трансформація» були досліджені багато. Вони часто використовуються як синоніми, але важливо зазначити, що кожен з них має різне значення. Відтоді цей термін з'явився в багатьох інших наукових роботах. Однак, оскільки багато вчених мають різні тлумачення, дати єдине визначення «оцифрування» є складним завданням. Тим не менш, є деякі сфери, де ці тлумачення збігаються. Більшість визначень ґрунтується на процесі зміни організаційних процедур і розробки нових бізнес-моделей [14; 15, 23]. Важливо відзначити, що коли інформація оцифрована, це дає змогу роз'єднати форму та функції та доступ до інформації [15]. Прямий приклад цього – фотографія. Коли зображення зберігаються в аналоговому режимі, їх форма, функції та доступ обмежені. Відокремити дані від носія нелегко, отримати доступ до даних можна лише за допомогою певного процесу. Навпаки, оскільки дані оцифровані, це стало набагато простіше. Він надається в різних форматах, з використанням різних носіїв і доступний через різні пристрої. Цифровізація — це процес,

який створює інформацію, яку можна виразити багатьма різними способами, отримувати доступ і маніпулювати нею різними способами. Використання цифрових технологій може вплинути на спосіб роботи та кардинально змінити всю бізнес-модель. Організаційні проблеми такі як «інертність» співробітників є потужним фактором, що перешкоджає впровадження цифрової трансформації, к таких співробітників дуже складно мотивувати покинути зону комфорту і почати ризикувати, а також експериментувати, починати працювати більш гнучке, і постійно мате бажання навчатися. Організаційна культура таких компаній може бути настільки консервативною, яка руйнує будь-яку цифрову ініціативу. Також компанії, які досягли успіху, теж неохоче тиражують свій досвід цифрової трансформації, в результаті чого збільшується розрив між цифровими передовиками та аутсайдерами ринку, при цьому знижуючи загальний рівень трансформації [23]. Це можна розглядати як процес переходу до цифрового бізнесу [16; 6]. Крім того, вчені погоджуються, що цифровізація не може бути здійснена без цифровізації [14; 17; 18]. Тим не менш, вчені зосереджуються на різних характеристиках визначення. У наступному розділі буде розглянуто три різні підходи до визначення цифровізації. Моделі цифрової зрілості Як уже згадувалося раніше, інноваційні цифрові технології створюють можливості для покращення способу роботи компанії та трансформації її бізнес-моделі. Щоб постійно вдосконалюватися, важливо визначити позиціонування компанії щодо її цифрових ресурсів [1]. Однак досягти об'єктивної оцінки позиції компанії виявляється складним завданням. Що і як потрібно вимірювати, а також з чим порівнювати – ось кілька запитань, які виникають під час цього огляду. Моделі зрілості є цінними інструментами для протидії таким запитам.

De Carolis та ін. (2017 р.) склали 4-крокову методологію цифровізації [2]. Під час першого кроку і оцінки зрілості, оцінюється та визначається посилення їхньої зусилля щодо цифровізації морського судноплавства та

дозволити ввести і використати цифрову зрілість компанії. На другому етапі визначаються сильні та слабкі сторони самої компанії на основі її цифрової зрілості. Наступним кроком є ідентифікація для її можливостей. В цьому разі компанія отримує повний огляд рекомендованих дій для покращення своїх процесів цифровізації. Модель цифровії зрілості має директивну мету, щоб допомогти створити такий план діяльності, який є важливою покращення для їхнього бізнесу. І на останньому кроці, роблять визначенні дорожньої карти цифрової трансформації компанії, визначають шляхову карту яка створюється на основі визначених можливостей. Це все відповідно їх ранжують і перевіряють на здійсненність і вже отриману досяжність. Нарешті, компанії дозволено впровадити правильні заходи, щоб скористатися цими можливостями.

Schallmo та ін. (2017 р.) створили 5-фазну дорожню карту цифрової трансформації [3]. На першому етапі, Digital Reality, окреслюється поточна бізнес-модель компанії. Це дає огляд поточного цифрового стану компанії в різних сферах. На наступному етапі, Digital Ambition, визначаються цілі для нової бізнес-моделі. Ці цілі стосуються часу, фінансів, простору та якості в поєднанні з цифровою трансформацією. Третя фаза, Цифровий потенціал, встановлює найкращі практики та інструменти. Це служить відправною точкою для розробки майбутньої цифрової бізнес-моделі. На наступному етапі, Digital Fit, проект цифрової бізнес-моделі перевіряється, щоб переконатися, що вимоги клієнтів виконуються та бізнес-цілі досягаються. На останньому етапі, цифровому впровадженні, нова цифрова бізнес-модель завершується та впроваджується.

Подібним чином Brozzi та ін. (2021 р.) розробили сервіс дорожньої карти Індустрії 4.0, який містить п'ять етапів: самооцінку, дизайн-мислення, сценарне планування, розробку проекту, впровадження [4]. На першому етапі цифровий рівень компанії оцінюється за допомогою опитування, що визначає існуючі проблеми. Наступний етап складається з

семінару, на якому висвітлюються результати оцінювання. Під час цього семінару визначаються проблеми всередині компанії та пропонуються можливі рішення. На третьому етапі розглядаються різні рішення та перетворюються на сценарії. Їх перевіряють і відбирають найбільш перспективні сценарії. На наступному етапі пропонується стратегія впровадження, яка включає часові рамки та необхідні внутрішні ресурси, визначені цілі та очікувані результати. На останньому етапі реалізується визначена стратегія 4.0.

Наприкінці 19 століття логістика стосувалася лише фізичного розподілу товарів. Винахід електроенергії та масове виробництво призвели до логістики 2.0, яка зосереджена на автоматизації потоку поставок. Третя еволюція, логістика 3.0, була викликана розвитком комп'ютерів та IT (Information Technology) - технологій. Logistics 4.0 передбачає розвиток «розумних» технологій, що походить від абревіатури «технологія самоконтролю, аналізу та звітності», і охоплює розвиток та інтеграцію інноваційних цифрових технологій у логістичну галузь [5]. Ця четверта революція передбачає гнучкість промислових операцій та їх взаємодію, інтеграцію з партнерами та впровадження нових інноваційних бізнес-моделей [1].

З використанням деяких рекомендацій Bruin et al. (2005 р.) у поєднанні зі знаннями, отриманими в огляді літератури [6]. Як показано в таблиці 1, як модель, так і дорожня карта спрямовані на певну область.

Таблиця 1

Сфера застосування моделі зрілості та дорожньої карти

Критерій	**Характеристика**	
Напрямок моделі	Доменно-спеціальний	Загальний
Розвиток	Академічне середовище	Практики
	Уряд	Комбінація

Підхід	Описовий	Наказовий
	Порівняльний	Комбінація

Модель зрілості охоплює логістичні організації та оцінює цифрову зрілість цих організацій. Зацікавлені сторони розвитку є практиками, оскільки вони збираються використовувати модель зрілості, але добре відзначити, що модель розроблена науково. Модель зрілості має описовий підхід, оскільки метою є встановлення поточного цифрового стану. Дорожня карта має директивний підхід, оскільки мета полягає в тому, щоб скерувати організації до високого рівня зрілості.

Logistics 4.0 побудована на двох основних стовпах — цифровізації та експоненціальних технологіях [7]. Перший головний стовп — цифровізація — це процес, який забезпечує спілкування та співпрацю між людьми, машинами, продуктами та логістичними системами. Другим стовпом, на якому побудована Індустрія 4.0, є застосування експоненціальних технологій. Експоненціальні технології - це технології, які допомагають підвищити продуктивність і ефективність компанії. Прикладами таких технологій є датчики, ІКТ та мобільні технології, штучний інтелект і передова робототехніка. Багато з цих технологій стають частиною щоденної роботи в логістичному секторі.

Крім того, Logistics 4.0 спрямована на створення прозорої екосистеми, в якій усі залучені системи можуть обмінюватися важливими даними [8; 9]. Щоб компанії працювали ефективно, люди, машини, датчики та пристрої повинні мати можливість обмінюватися даними. Це створить наскрізну видимість і контроль, а також надасть корисну інформацію для підтримки рішень вищого керівництва.

Нарешті, Van der Tas (2021 р.) розробив дорожню карту, яка буде керувати організаціями під час їхньої цифрової трансформації [27]. Дорожня карта складається з дев'яти етапів; Створіть обізнаність і

підтримку, визначте масштаби, визначте бізнес-діяльність, оцініть зрілість, визначте сильні та слабкі сторони, визначте можливості, визначте дорожню карту, спроектуйте та реалізуйте, а також оцініть. Він заявляє, що цифрова зрілість не є статичною концепцією, оскільки цифровий ландшафт постійно змінюється. Тому дорожня карта є ітеративним підходом. Незважаючи на те, що кількість кроків і їх позначки в цих дорожніх картах різняться, існує багато збігів. Цікавий висновок полягає в тому, що всі підходи, здається, припускають наявність знань і досвіду. Крім того, усі підходи включають оцінку цифрового стану компанії, визначення її сильних і слабких сторін, а також визначення та впровадження дорожньої карти. Хоча підходи мають різні контури, усі вони можуть бути зведені до трьох фундаментальних і важливих стовпів, які формують дорожню карту до зрілості; оцінювання, розробка стратегії та реалізація.

Інформація [5] Процеси управління ERP підвищують загальну продуктивність, гнучкість і гнучкість до змін, які можуть відбутися в ланцюгах постачання. WMS трансформує складську діяльність компанії, створюючи повне узгодження та координацію між усіма етапами ланцюжка створення вартості. TMS взаємодіє із системою керування замовленнями та розподільним центром або складом, інтегрується з іншими технологіями ланцюга постачання (WMS) і може обробляти електронні комунікації з партнерами. ITS — це система, яка працює в різних сферах, таких як управління транспортом, інфраструктура та контроль, і використовує нові технології, такі як системи позиціонування, сенсорні технології, методи обробки даних і планування. Нарешті, IC є однією з найважливіших вимог, оскільки компаніям необхідно захищати свої дані, оскільки нові технологічні рішення можуть нести вразливість і ризики для безпеки.

Nagy та ін. (2018 р.) характеризують чотири атрибути логістики 4.0: об'єднання інтелектуальних виробничих систем, інтеграцію через мережі ланцюжків створення вартості, наскрізне проектування по всьому

ланцюжку створення вартості та прискорення за допомогою експоненціальних технологій [9]. Мережа розумних виробничих систем вимагає збору всіх згенерованих даних і повної інтеграції інформації для розробки розумних технологій, які керують усією системою постачання. Інтеграція через мережі ланцюжків створення вартості дозволяє динамічно керувати такими факторами, як якість, ціна та час, і, отже, створює прозорість і високий рівень гнучкості, щоб швидше реагувати на майбутні проблеми. Далі, наскрізне проектування ілюструється тим фактом, що дані доступні на всіх етапах ланцюга поставок, що забезпечує більшу гнучкість даних. Нарешті, прискорення за допомогою експоненціальних технологій дозволяє створювати індивідуальні рішення та гнучкість процесу ланцюжка поставок, що може призвести до зниження витрат.

Складність логістичної системи та процесів, що лежать в її основі, можна розглядати як значні перешкоди для цифрової трансформації [8]. Ця трансформація відрізняється в секторі логістики, напр. телекомунікаційний бізнес, оскільки він відбувається не лише у віртуальній реальності, оскільки потік товарів має бути організований у аналоговому світі. Ще одна перешкода – брак ресурсів у більшості логістичних компаній. Багато компаній борються з нестачею працівників, які володіють цифровими навичками. Крім того, цифрові проекти вимагають значних початкових фінансових інвестицій, але окупність може тривати довго. Незалежно від сектору логістики, опір змінам є однією з найбільш часто згадуваних перешкод для цифрової трансформації в цілому, зокрема для успішних компаній.

Останній, але важливий бар'єр стосується захисту даних і порушення безпеки [5; 8]. Реалізація цифрової трансформації вимагає міцної інтеграції між різними програмами та інформаційними системами. Обмін даними компанії накладає особливу увагу на захист цієї інформації. Необхідно належним чином керувати захистом від витоку даних або

несанкціонованого доступу. Процес цифровізації та використання цифрових технологій є необхідними інструментами для бажаної трансформації компаній [5; 9]. Це стосується і сфери логістики. Вони дозволяють компаніям підвищити продуктивність, оптимізувати потужності, покращити якість і водночас забезпечити гнучкість усього ланцюжка. Крім того, це створює нові можливості для бізнесу, які були неможливі в нецифрованій державі. Цифрова трансформація процесів і впровадження нових технологій під загальною назвою Logistics 4.0. Щоб застосувати принципи цифрової трансформації до логістичного сектору, важливо розуміти цифрові процеси, на які має спиратися ефективна та сильна логістична організація.

Barreto та ін. (2017 р.) визначають, що принаймні п'ять технологічних додатків, планування ресурсів підприємства (ERP -Enterprise Resource Planning), системи управління складами WMS (Warehouse Management Systems), системи управління транспортуванням (TMS - Transportation Management Systems), інтелектуальні транспортні системи (ITS - Intelligent Transportation Systems) та інформаційна безпека (IS) повинні бути на місці бути Logistics 4.0 або розумною логістичною організацією [5]. Процеси управління ERP підвищують загальну продуктивність, гнучкість і гнучкість до змін, які можуть відбутися в ланцюгах постачання. WMS трансформує складську діяльність компанії, створюючи повне узгодження та координацію між усіма етапами ланцюжка створення вартості. TMS взаємодіє із системою керування замовленнями та розподільним центром або складом, інтегрується з іншими технологіями ланцюга постачання і ефективне управління складськими процесами WMS (Warehouse Management Systems) і може обробляти електронні комунікації з партнерами. ITS — це система, яка працює в різних сферах, таких як управління транспортом, інфраструктура та контроль, і використовує нові технології, такі як системи позиціонування, сенсорні технології, методи

обробки даних і планування. Нарешті, IS (information security) є однією з найважливіших вимог, оскільки компаніям необхідно захищати свої дані, оскільки нові технологічні рішення можуть нести вразливість і ризики для безпеки. Ще один бар'єр – брак ресурсів у більшості логістичних компаній. Багато компаній борються з нестачею працівників, які володіють цифровими навичками. Крім того, цифрові проекти вимагають значних початкових фінансових вкладень, але окупність може тривати довго. Незалежно від сектору логістики, опір змінам є однією з найбільш часто згадуваних перешкод для цифрової трансформації в цілому, зокрема для успішних компаній. Крім того, визначено кілька факторів успіху та провідні практики цифрової трансформації. Фактором успіху номер один є лідерство [8].

Виклад основного матеріалу. Забезпечення безпеки судноплавства значною мірою залежить від врахування сучасних морських перевезень які характеризуються підвищенням вимог вантажовідправників, зростанням конкуренції, прагненням до оптимізації витрат. Для перетворення діяльності морських логістичних операторів вкрай важливо використовувати цифрові технології, що оптимізують управління перевезеннями та раціоналізують планування стратегії морського простору. У статті досліджуються ключові переваги цифрової трансформації в морській транспортній галузі. Нарешті, оцінено цифровий стан логістичного сектора. Процес відбору літератури базується на методі обґрунтованої теорії Wolfswinkel та ін. (2013 р.) [12]. У цьому документі систематичний огляд літератури призвів до повного огляду моделей зрілості, зосереджених на оцифровці, цифровізації та цифровій трансформації. У описовому статистичному аналізі було визначено цифровий стан голландського логістичного сектора. Виявилося, що більшість голландських логістичних компаній впровадили системи управління та діляться першими даними з партнерами. Крім того, компанії

все більше орієнтуються на дані, а мислення керівництва та співробітників стає все більш цифровим. Незалежно від того, чи перевозять компанії пасажирів чи вантажі, зрозуміло що глобальна морська логістика має низку складних факторів, які можуть призвести до де якого хаосу. Цифрові системи, такі як INMARCAT, це знахідка для вирішення цієї проблеми. INMARCAT (International Maritime Satellite Organization – Міжнародна морська супутникова організація) – це міжнародна організація рухомого супутникового зв'язку, яка була створена відповідно до вимог Конвенції IMO до рухомого супутникового зв'язку (MSS) втілені в ключових конвенціях, як от SOLAS та GMDSS (Глобальна морська система зв'язку під час лиха та для забезпечення безпеки). З точки зору інтеграції, було виявлено, що більшості компаній бракує інновацій, а справжня цифрова трансформація ще не відбулася.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Лідерство забезпечує виконання та має дуже сильне управління. Чітке бачення у надзвичайно важливих, особливо у розгалуженому секторі, у такому як сектор логістики. Якщо цілі та розуміння наслідків для всієї організації не зрозумілі з самого початку, то і результат може бути невтішним. Крім того, визначено кілька факторів успіху та провідні практики цифрової трансформації. Фактором успіху номер один є лідерство [8]. Лідерство забезпечує як виконання так і дуже сильне управління. Чітке бачення є надзвичайно важливе, особливо в розгалуженому секторі, у такому як сектор логістики. Якщо цілі та розуміння наслідків для всієї організації не зрозумілі з самого початку, то і результат може бути невтішним. Розвиток сприятливої організаційної культури є ще одним ключовим фактором подальшого успіху. Організаційна культура визначає, як респонденти, ті які збирають дані показують, що вони також діляться своїми даними з партнерами, переважно з партнерами з логістики та зі своїми клієнтами.

Література

1. Becker J., Knackstedt R., Poeppelbuss J. Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*. 2009. Vol. 1. P. 213–222.

2. De Carolis A., Macchi M., Negri E., Terzi S. Guiding manufacturing companies towards digitalization: a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap. *Proceedings of the 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*. 2017.

3. Schallmo D., Williams C., Boardman L. Digital Transformation of Business Models — Best Practice, Enablers, and Roadmap. 2019. P. 119–138.

4. Brozzi R., Rauch E., Riedl M., Matt D. Industry 4.0 roadmap for SMEs: validation of moderation techniques for creativity workshops. *International Journal of Agile Systems and Management*. 2021. Vol. 14. P. 276.

5. Barreto L., Amaral A., Pereira T. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*. 2017. Vol. 13. P. 1245–1252.

6. De Bruin T., Freeze R., Kulkarni U., Rosemann M. Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. *Australasian Conference on Information Systems*. 2005.

7. Gerhatova Z., Zitricky V., Klapita V. Industry 4.0 implementation options in railway transport. *Transportation Research Procedia*. 2021. Vol. 53. P. 23–30.

8. Cichosz M., Wallenburg C. M., Knemeyer A. Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*. 2020.

9. Nagy G., Illes B., Banyai A. Impact of Industry 4.0 on production logistics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 448. P. 012013.

10. Corejova T., Chinoracky R. Assessing the potential for digital transformation. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. P. 11040.

11. Peranzo P. What is digital transformation & why it's important for businesses?. *Imaginovation*. 2020.

12. Wolfswinkel J., Furtmueller E., Wilderom C. Using grounded theory as a method for rigorously reviewing literature. *European Journal of Information Systems*. 2013. Vol. 22.

13. Kim S., Choi B., Lew Y. K. Where is the age of digitalization heading? The meaning, characteristics and implications of contemporary digitalization.

14. Murmura F., Bravi L. Digitization and Sustainability: Smart Working as an ICT Tool to Improve the Sustainable Performance of Companies During the Covid-19 Pandemic. Springer, 2021. P. 97–108.

15. Saarikko T., Westergren U., Blomquist T. Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm. *Business Horizons*. 2020. Vol. 63.

16. Bloomberg J. Digitization, digitalization, and digital transformation: Confuse them at your peril. 2018.

17. Savic D. From digitization, through digitalization, to digital transformation. *Online Researcher*. 2019. No. 43. P. 36–39.

18. Oliveira L., Fleury A., Fleury M. T. Digital power: Value chain upgrading in an age of digitization. *International Business Review*. 2021. Vol. 30.

19. Inmarsat Maritime. *White Paper: Digitalisation of Shipping and Satellite Connectivity*. London, 2022.

20. Agrawal P., Narain R., Ullah I. Analysis of barriers in implementation of digital transformation of supply chain using interpretive structural modelling approach. *Journal of Modelling in Management*. 2020. Vol. 15 (1). P. 297–317. URL: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JM2-03-2019-0066/full/html (дата звернення: 01.02.2026).

21. Porathe T. Maritime Autonomous Surface Ships and the Digital Transformation of Shipping. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2020.

22. Lloyd's Register. *Digital Ship Technology Outlook Report*. London, 2022.

23. Agrawal P., Narain R., Ullah I. Analysis of barriers in implementation of digital transformation of supply chain using interpretive structural modelling approach. *Journal of Modelling in Management*. 2020. Vol. 15 (1). P. 297–317. URL: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JM2-03-2019-0066/full/html (дата звернення: 02.02.2026).

24. Starlink Maritime. *Technical Overview and Applications*. SpaceX Publications, 2023.

25. Balduzzi M., Pasta A., Wilhoit K. A Security Evaluation of AIS-Based Marine Navigation. Trend Micro Research, 2019.

26. Drouin M. Cybersecurity at Sea: Modern Challenges and Solutions. *Maritime Cybersecurity Review*. 2022.