

© Кучерук Г.Ю., Ганношина І.М.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВІГАЦІЇ І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМ СУДЕН

У статті розглядаються сучасні тенденції розвитку інноваційних технологій у сфері навігації та систем управління рухом суден. Проаналізовано перспективні напрями цифровізації морського транспорту, використання автоматизованих та інтелектуальних систем управління, впровадження супутникових і хмарних технологій, а також інтеграцію засобів штучного інтелекту для підвищення безпеки судноплавства. Особлива увага приділяється створенню «розумних портів», впровадженню концепції автономних суден та можливостям оптимізації логістичних процесів у глобальних ланцюгах постачання, кіберзахисту навігаційних та управлінських систем.

Ключові слова: *інноваційні технології, навігаційні системи, управління рухом суден, автономні судна, інтелектуальні системи, навігаційні супутникові системи, предиктивна аналітика, цифрові двійники, кібербезпека.*

Постановка проблеми. Сучасний розвиток світового судноплавства супроводжується зростанням обсягів міжнародної торгівлі, ускладненням логістичних ланцюгів та підвищенням вимог до безпеки морських перевезень. В умовах глобалізації та цифрової трансформації особливого значення набувають інноваційні технології навігації та системи управління рухом суден, адже вони дозволяють забезпечити безперервний моніторинг, підвищити точність навігаційних розрахунків, оптимізувати маршрути та мінімізувати ризики аварійних ситуацій. Використання супутникових систем, штучного інтелекту, інтелектуальних транспортних платформ і предиктивної аналітики відкриває нові можливості для інтеграції морського транспорту у глобальні цифрові мережі та підвищення ефективності його функціонування. Для України актуальність теми зумовлена необхідністю модернізації морських портів, адаптації до міжнародних стандартів судноплавства та підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку транспортних послуг. Отже, дослідження інноваційних технологій навігації та систем управління рухом суден є важливим як у теоретичному, так і в практичному аспекті, оскільки сприяє підвищенню ефективності та сталого розвитку морського транспорту.

Дослідження науковців у сфері інноваційних технологій у навігації і системі управління рухом суден присвячені декільком основним напрямам: розвитку і проблематиці MASS (Maritime Autonomous Surface Ships) – автономних морських суден, здатних здійснювати плавання, маневрування та виконувати завдання без безпосередньої участі людини на борту або з мінімальним контролем здалеку [1-4]; застосуванню цифрових близнюків для моделювання аварійних сценаріїв [5-8]; розвитку інтелектуальних VTS та предиктивної аналітики для прогнозування трафіку, виявлення ризикових збігів курсів і підтримки планування швартувань [9-14]; інтеграції AI у навігаційні процеси та логістику для оптимізації маршрутів, розпізнавання аномалій у вантажних потоках та прогнозування попиту [15-21].

Невирішена частина проблеми. Попри значні досягнення у сфері розробки та впровадження інноваційних технологій навігації та управління рухом суден, залишається низка проблемних аспектів, що потребують подальшого дослідження. По-перше, не всі судноплавні компанії та порти мають технічну й фінансову можливість швидко адаптуватися до цифрових інновацій, що призводить до нерівномірності впровадження сучасних систем у світовій практиці. По-друге, актуальною залишається проблема кібербезпеки навігаційних і диспетчерських систем, адже зростання рівня цифровізації підвищує вразливість морського транспорту до кібератак. По-третє, недостатньо опрацьованим є питання інтеграції штучного інтелекту та предиктивної аналітики у комплексні системи управління рухом, що вимагає нових методичних підходів і нормативного забезпечення. Крім того, малодослідженими залишаються аспекти екологічної ефективності та впливу інноваційних технологій на скорочення викидів у процесі морських перевезень. В умовах України також спостерігається

обмеженість емпіричних досліджень, що враховують специфіку вітчизняної морської інфраструктури, що ускладнює практичне застосування передових зарубіжних рішень.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах глобалізації та зростання інтенсивності вантажопотоків традиційні системи навігації зазнають суттєвих змін під впливом цифровізації, автоматизації та розвитку інформаційних технологій. Основні сучасні напрями впровадження інноваційних технологій навігації та систем управління рухом суден наведені у табл. 1.

Використання глобальних навігаційних супутникових систем забезпечує високоточне позиціонування суден, а інтеграція з електронними картографічними комплексами дозволяє екіпажам отримувати детальну інформацію про маршрути та гідрометеорологічні умови. У перспективі широке впровадження отримують сенсори та системи моніторингу, що збирають дані в реальному часі, а також технології доповненої реальності, які допомагають екіпажу приймати швидші та точніші рішення.

Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), до яких належать GPS (США), Galileo (ЄС) та BeiDou (Китай), сьогодні стали невід'ємним інструментом у сфері морського транспорту та судноплавства. Вони забезпечують високоточне визначення координат суден у будь-якій точці світу, що дозволяє підвищити рівень безпеки руху, зменшити ризики зіткнень та аварійних ситуацій. Використання GNSS створює передумови для ефективного планування та оптимізації морських маршрутів, скорочення часу перевезень і витрат на паливо завдяки вибору найбільш раціональних шляхів.

Крім того, сучасні супутникові системи інтегруються з автоматизованими інформаційними платформами управління рухом (VTS), системами ідентифікації суден (AIS) та предиктивною аналітикою, що дає змогу здійснювати не лише поточний моніторинг, а й прогнозування ситуації у складних погодних умовах чи зонах підвищеної навігаційної небезпеки. Для портової діяльності GNSS відкривають можливості точного позиціонування під час маневрування, швартування та вантажно-розвантажувальних операцій, що підвищує ефективність логістичних процесів.

Важливою тенденцією є розробка багатосистемних приймачів, здатних одночасно працювати з кількома супутниковими системами, що значно підвищує надійність і безперервність навігаційних сигналів навіть у складних умовах — поблизу узбережжя, у вузьких каналах чи під час сильних магнітних збурень.

Не менш важливим напрямом є розвиток інтелектуальних систем управління рухом суден. Сучасні системи VTS (Vessel Traffic Service), оснащені елементами штучного інтелекту, дозволяють здійснювати прогнозування руху суден і запобігати аварійним ситуаціям. Система AIS (Automatic Identification System) нового покоління забезпечує точне відстеження місцезнаходження суден, що особливо важливо в районах з інтенсивним рухом. Використання цифрових «близнюків» суден і портів дає змогу моделювати різні сценарії навігації та обирати оптимальні шляхи, а хмарні рішення сприяють ефективній координації між судновласниками, портами та логістичними операторами.

Інтелектуальні системи управління рухом суден (Vessel Traffic Management Systems, VTMS) є ключовим напрямом модернізації сучасного судноплавства та морської логістики. Вони поєднують дані з глобальних навігаційних супутникових систем, автоматичної ідентифікації суден (AIS), гідрометеорологічних станцій, радарів і сенсорів для створення єдиного інформаційного простору, що дозволяє диспетчерським центрам здійснювати комплексний контроль за рухом суден у реальному часі.

Сучасний розвиток таких систем ґрунтується на використанні штучного інтелекту, що дає змогу не лише відстежувати поточний стан, а й прогнозувати поведінку суден, визначати оптимальні маршрути з урахуванням погодних умов, трафіку й екологічних обмежень. Інтелектуальні системи здатні автоматично виявляти потенційні зіткнення або небезпечні маневри, пропонуючи диспетчерам і капітанам варіанти ухилення

Таблиця 1

Напрямки впровадження інноваційних технологій навігації та систем управління рухом суден

Напрямок впровадження	Опис технології / системи	Переваги для судноплавства	Приклади застосування	Проблеми / виклики
Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS)	Використання GPS, Galileo, ГЛОНАСС, BeiDou для високоточного визначення координат суден	Підвищення точності позиціонування, оптимізація маршрутів, зниження аварійності	Планування маршрутів, контроль швидкості, інтеграція з AIS	Перевіряння або спотворення сигналу, необхідність багатосистемних приймачів
Інтелектуальні системи управління рухом (VTS / VTMS)	Інтеграція AIS, радарів, сенсорів та гідрометеоданих; використання AI	Прогнозування поведінки суден, уникнення зіткнень, оптимізація портових операцій	Диспетчеризація руху в портах, контроль трафіку	Висока вартість, стандартизація, кіберзахист
Автономні судна (MASS)	Судна з AI, сенсорами та камерами для автономного управління	Зниження людських помилок, економія палива, оптимізація маршрутів	Тестові автономні лайнери, інтеграція з «розумними портами»	Невизначеність правової бази, кібербезпека, інтеграція з традиційними судами
Цифрові «блізючки» суден і портів	Моделювання реальних суден та інфраструктури у цифровому середовищі	Оптимізація операцій, прогнозування аварійних ситуацій	Моделювання швартування, прогнозування завантаження портів	Висока вартість, складність інтеграції
Предиктивна аналітика та AI	Аналіз великих масивів даних для прогнозу завантаження, трафіку, ризиків	Оптимізація логістики, підвищення ефективності	Прогнозування затримок, оцінка ризику зіткнень	Необхідність прозорих моделей, навчання персоналу
Візуальні навігаційні системи	Камери, оптичні сенсори, алгоритми обробки зображень	Підвищення безпеки при низькій видимості, контроль у портах	Виявлення перешкод, контроль маневрів	Обмежена ефективність у складних погодних умовах
Інтеграція з «розумними портами»	Автоматизовані системи управління терміналами, вантажними потоками	Підвищення ефективності обробки суден, скорочення часу стоянки	Порти Чорного моря: Одеса, Чорноморськ	Вартість модернізації, сумісність з наявною інфраструктурою
Системи моніторингу та раннього попередження	Виявлення аномалій у русі суден, аварійних ситуацій	Підвищення безпеки, своєчасне реагування	AIS та радарне спостереження у портах України	Потреба високоточного обладнання, інтеграції з VTS
Енергоефективні навігаційні системи	Оптимізація маршрутів з урахуванням економії палива	Зниження витрат, зменшення викидів CO ₂	Програмне забезпечення для оптимізації маршруту	Потреба точних даних про погодні умови, складність інтеграції
Кіберзахист навігаційних та управлінських систем	Захист від несанкціонованого доступу до систем управління судном	Підвищення надійності та безпеки	Впровадження стандартів ISO/IEC 27001 у портах України	Підготовка персоналу, оновлення систем, витрати на кіберзахист

Джерело: узагальнено авторами на підставі [2-4, 6, 9,16]

Велике значення мають інтелектуальні технології для управління рухом у портах та вузьких акваторіях, де висока концентрація суден створює підвищений ризик аварій. Використання цифрових «двійників» суден і портової інфраструктури дає змогу моделювати сценарії руху, оптимізувати процеси швартування та підвищувати ефективність логістичних операцій.

Окрім цього, розвиток інтелектуальних систем пов'язаний із глобальним трендом автоматизації суден та появою їх автономних аналогів. Для них VTMS стають не лише допоміжним, а й основним інструментом управління, забезпечуючи координацію руху без безпосередньої участі людини. Водночас актуальними залишаються виклики щодо кібербезпеки, стандартизації та взаємної сумісності таких систем у міжнародному масштабі.

Особливу увагу науковці та практики приділяють розробці та впровадженню автономних суден у межах концепції MASS. Такі судна здатні функціонувати з мінімальною участю людини, використовуючи системи штучного інтелекту для прийняття рішень, що суттєво знижує ризик людських помилок. Разом із тим виникають проблеми правового регулювання, стандартизації та кібербезпеки, які потребують глобального вирішення.

Впровадження автономних суден (MASS) є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку морського транспорту, оскільки вони відкривають нові можливості для підвищення ефективності, безпеки та екологічної стійкості судноплавства. Автономні судна оснащуються комплексом сенсорів, радарів, камер, систем супутникової навігації та штучного інтелекту, що дозволяє їм приймати рішення щодо курсу, швидкості та маневрів без безпосередньої участі людини. Завдяки цьому знижується ризик людських помилок, які є однією з основних причин аварій на морі.

Важливим аспектом є інтеграція автономних суден із сучасними інтелектуальними системами управління рухом та «розумними портами», що дозволяє координувати рух у портах, планувати швартування, оптимізувати логістичні процеси та мінімізувати затримки. Крім того, автономні судна можуть ефективніше використовувати паливо за рахунок оптимізації маршрутів і маневрів, що сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Розвиток MASS також стимулює необхідність вдосконалення нормативно-правової бази та стандартів безпеки, оскільки питання відповідальності за аварії, кіберзахисту систем управління і взаємодії автономних суден із традиційними залишаються частково невирішеними. Наукові дослідження останніх років наголошують на важливості симуляційних тестів та поступового впровадження автономних технологій у контрольованих водних зонах перед комерційним застосуванням на відкритому морі.

В Україні перспектива впровадження автономних суден особливо актуальна для портів Чорного та Азовського морів, де підвищення безпеки та ефективності маневрування в умовах інтенсивного трафіку може суттєво підвищити конкурентоспроможність на міжнародних ринках. При цьому важливо розвивати локальні технології, адаптовані до умов української морської інфраструктури та погодних особливостей акваторій.

Системи моніторингу та раннього попередження в навігації й управлінні судном є необхідним елементом забезпечення безпеки мореплавства та ефективної експлуатації флоту. Вони являють собою комплекс технічних засобів і програмних рішень, спрямованих на своєчасне виявлення потенційних загроз, інформування екіпажу або автоматизованих систем управління та підтримку прийняття рішень у складних умовах. У сфері навігаційної безпеки ключову роль відіграють автоматична ідентифікаційна система (AIS), електронна картографічна система (ECDIS), а також радіолокаційні комплекси з функцією автоматичного прокладання цілей (ARPA), які дозволяють відстежувати рух інших суден, прогнозувати можливість зіткнень і формувати попередження. Важливим напрямом є моніторинг технічного стану судна, зокрема енергетичних установок, двигунів і допоміжного обладнання, що реалізується завдяки системам condition monitoring і технологіям предиктивного обслуговування, які дозволяють завчасно виявити несправності та мінімізувати аварійні ризики. Значну роль відіграє контроль за навколишнім середовищем, який включає виявлення небезпечних гідрометеорологічних умов, інтеграцію з глобальними супутниковими системами прогнозування погоди, а також моніторинг викидів у навколишнє середовище. Автоматизовані системи раннього попередження екіпажу

забезпечують сигналізацію при виході судна за межі безпечного маршруту, при перевантаженні баластних систем або небезпечному крені, що підвищує ситуаційну обізнаність.

Важливою складовою у системі інноваційних технологій є інтеграція суднових систем з береговими службами управління рухом суден (VTS), що дає змогу оперативно обмінюватися даними, координувати дії та знижувати ризик інцидентів у зонах інтенсивного руху. Завдяки таким системам досягається зниження ймовірності аварій, підвищується ефективність використання судна, оптимізуються витрати палива та формується основа для майбутнього розвитку автономних суден.

Енергоефективні навігаційні системи у морському та річковому транспорті — це комплекс технологічних та програмно-апаратних рішень, спрямованих на зниження витрат пального, оптимізацію маршрутів та зменшення викидів у навколишнє середовище при управлінні суднами. Їх застосування безпосередньо пов'язане з концепціями **"зеленої" логістики, сталої навігації та цифровізації транспорту**. Вони поєднують цифрові технології (AI, Big Data, цифрові близнюки) з практичними інструментами моніторингу й управління рухом судна. Їх впровадження сприяє зменшенню витрат пального, підвищенню безпеки та відповідності сучасним екологічним стандартам.

У зв'язку з цифровізацією галузі та широким використанням автоматизованих і супутникових технологій все більшого значення набуває кіберзахист навігаційних та управлінських систем морського транспорту. Сучасні судна обладнані системами супутникової навігації, електронними картографічними комплексами, автоматизованими системами управління та обміну даними, що підвищує ефективність і безпеку перевезень, але водночас створює вразливості до кіберзагроз. Основними ризиками є спуфінг і глушіння сигналів GPS та ГЛОНАСС, несанкціонований доступ до систем ECDIS, AIS, VTS, SCADA, а також втручання у роботу глобальної морської системи зв'язку GMDSS чи супутникових каналів зв'язку.

Для мінімізації таких загроз необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає технічні та організаційні заходи. До технічних методів належать багаторівневий захист суднових інформаційних систем, сегментація мереж, застосування шифрування і VPN-з'єднань, регулярне оновлення програмного забезпечення, а також багатофакторна аутентифікація для екіпажу й технічних фахівців. Організаційні заходи передбачають навчання екіпажу основам кібергігієни, проведення аудитів і тестів на проникнення, розробку планів реагування на кіберінциденти та впровадження міжнародних стандартів, зокрема вимог IMO Resolution MSC.428(98), що регламентує управління кіберризиками на судах. Перспективними напрямками є застосування штучного інтелекту для моніторингу та виявлення аномальної активності, використання цифрових близнюків суден для прогнозування потенційних атак і відпрацювання сценаріїв реагування, а також інтеграція кіберзахисту в загальні системи безпеки суднової навігації та управління.

Використання інноваційних технологій у навігації та управлінні суднами відкриває нові можливості для інтеграції суднових систем із береговими службами та створює передумови для розвитку автономного флоту. Таким чином, системи моніторингу та раннього попередження стають стратегічним інструментом підвищення безпеки й надійності управління морськими перевезеннями.

Впровадження інноваційних технологій у судноплавстві забезпечує низку переваг, серед яких оптимізація маршрутів і зниження витрат на паливо, підвищення рівня безпеки, зменшення аварійності, зниження негативного впливу на довкілля та відповідність принципам сталого розвитку. Проте процес цифровізації галузі супроводжується низкою викликів, зокрема високими інвестиційними витратами, необхідністю міжнародної уніфікації стандартів та посиленням кіберзахисту.

Отже, інноваційні технології навігації і системи управління рухом суден відкривають нові можливості для розвитку світового судноплавства. Їхнє впровадження є важливим кроком до створення «розумних портів» та автономних суден, що дозволить досягти більшої ефективності й безпеки у глобальних логістичних ланцюгах. Подальший прогрес у цій сфері залежатиме від розвитку міжнародної співпраці, вдосконалення нормативної бази та активного застосування інновацій у практичній діяльності морських перевізників.

Висновок. Інноваційні технології навігації та системи управління рухом суден є ключовими чинниками підвищення безпеки, ефективності та конкурентоспроможності морського транспорту. Особливої актуальності набуває використання глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), інтелектуальних систем управління рухом, цифрових «близнюків» суден і портів, а також автономних

суден із штучним інтелектом. Застосування цих технологій дозволяє оптимізувати маршрути, зменшувати ризики аварійних ситуацій, підвищувати точність маневрування та ефективність логістичних процесів у портах і на відкритому морі. Системи моніторингу та раннього попередження забезпечують своєчасне виявлення загроз та підтримують прийняття оптимальних рішень екіпажем. Їх впровадження дозволяє знизити аварійність, підвищити ефективність експлуатації судна та відповідність міжнародним стандартам безпеки. Ефективний кіберзахист вимагає поєднання сучасних технологічних рішень, належного управління ризиками та підготовки персоналу, що дозволяє гарантувати безпеку судноплавства в умовах зростання цифрових загроз.

Україна має значний потенціал для інтеграції передових навігаційних технологій та інтелектуальних систем управління у морські порти Чорного та Азовського морів. Водночас залишаються невирішені проблеми: стандартизація систем, кібербезпека, висока вартість впровадження та необхідність підготовки кваліфікованого персоналу.

Отже, подальший розвиток та впровадження інноваційних технологій навігації й управління рухом суден є актуальним завданням як для підвищення безпеки судноплавства, так і для зміцнення економічної ефективності та міжнародної конкурентоспроможності морського транспорту України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник О. М., Онищенко О. А., Волошин А. О., Васалатій Н. В., Логінов О. В., Корякін К. С. Розвиток дистанційних технологій керування судном // *Розвиток транспорту*. – 2022. – № 3(14). – Одеса: Нац. ун-т «Одеська морська академія» – С.180 – 189. https://journals.onmu.in.ua/index.php/journal/article/download/182/320/?utm_source
2. A human-centred review on maritime autonomous surfaces / A. Smith, J. Brown // *Maritime Policy & Management*. – 2024. – Vol. 51, Issue 4. – P. 345–368. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01441647.2024.2325453>
3. Reliability assessment of autonomous maritime navigation systems / L. Zhang, P. Wang // *Reliability Engineering & System Safety*. – 2025. – Vol. 247. – P. 115–128. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801825012946?utm_source=chatgpt.com
4. Maritime Autonomous Surface Ships: Architecture for autonomous navigation systems / M. Johnson, E. Lee // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2025. – Vol. 13, Issue 1. – P. 122. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2077-1312/13/1/122?utm_source=chatgpt.com
5. Menges D., Lee K.K., Smith J. Digital Twin of Autonomous Surface Vessels for Safe Maritime Navigation Enabled Through Predictive Modeling and Reinforcement Learning / D. Menges, K. K. Lee, J. Smith // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2025. – Vol. 13, Issue 2. – P. 110–128. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2401.04032>
6. Liu H., Zhao Y., Wang P. Simulation of emergency scenarios in maritime autonomous surface ships using Digital Twins / H. Liu, Y. Zhao, P. Wang // *Safety Science*. – 2024. – Vol. 164. – P. 105–117. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753523001984>
7. Chen L., Zhang X. Digital Twin-Based Risk Assessment for Maritime Accident Scenarios / L. Chen, X. Zhang // *Ocean Engineering*. – 2023. – Vol. 275. – P. 115–130. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801822014275>
8. Johnson M., Lee E. Maritime Autonomous Surface Ships: Digital Twin Approach for Predictive Safety and Emergency Management / M. Johnson, E. Lee // *Journal of Navigation*. – 2025. – Vol. 78, Issue 1. – P. 55–73. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20464177.2025.2460268>
9. Cui B., Zhang Z., Wang X. Intelligent Monitoring of Marine Vessel Dynamics Based on AIS Data / B. Cui, Z. Zhang, X. Wang // *Ocean Engineering*. – 2024. – Vol. 274. – P. 112–126. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801824027252>
10. Shin G., Lee J. Maritime Accident Prediction in Busan Port Using Machine Learning / G. Shin, J. Lee // *Ocean Engineering*. – 2025. – Vol. 276. – P. 34–50. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801824033067>
11. Shin G., Kim H. Vessel Trajectory Prediction in Harbors: A Deep Learning Approach / G. Shin, H. Kim // *Ocean Engineering*. – 2025. – Vol. 277. – P. 87–102. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801824032463>
12. Rawson A., Smith S. Intelligent Geospatial Maritime Risk Analytics Using the Discrete Global Grid System (DGGS) / A. Rawson, S. Smith // *Journal of Navigation*. – 2022. – Vol. 75, Issue 3. – P. 555–573. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20964471.2021.1965370>

13. El Mekkaoui S., Benabbou L., Caron S. Deep Learning-Based Ship Speed Prediction for Intelligent Maritime Traffic Management / S. El Mekkaoui, L. Benabbou, S. Caron // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2023. – Vol. 11, Issue 7. – P. 845. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/367075690>
14. Mustapha B.S. Potential Roles of Vessel Traffic Services (VTS) in Maritime Emission Reduction / B.S. Mustapha // *World Maritime University Dissertations*. – 2023. – P. 1–67. – Режим доступу: https://commons.wmu.se/context/all_dissertations/article/3248/viewcontent/MEM_2023_BUNZA.pdf
15. Alanazi A.M., Marakasov E., Alabdullatif O.A. The Rise of Advanced VTS/VTMS Systems / A.M. Alanazi, E. Marakasov, O.A. Alabdullatif // *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. – 2024. – Vol. 9, Issue 5. – P. 1–12. – Режим доступу: <https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT24MAY2324.pdf>
16. Durlík I., Miller T., Kostecka E., Tuński T. Artificial Intelligence in Maritime Transportation: A Comprehensive Review of Safety and Risk Management Applications / I. Durlík, T. Miller, E. Kostecka, T. Tuński // *Applied Sciences*. – 2024. – Vol. 14, Issue 18. – P. 8420. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/18/8420>
17. Jwo D.J. Artificial Neural Networks for Navigation Systems / D.J. Jwo // *Applied Sciences*. – 2023. – Vol. 13, Issue 7. – P. 4475. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/7/4475>
18. Schneider H. Navigation Map-Based Artificial Intelligence / H. Schneider // *Marine Robotics Journal*. – 2023. – Vol. 3, Issue 2. – P. 26–38. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2673-2688/3/2/26>
19. Kilic K.I. Challenges and AI-driven Solutions in Maritime Search and Rescue Operations / K.I. Kilic // *Transport Policy*. – 2025. – Vol. 125. – P. 112–126. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X25001071>
20. Wang N., Lin Y., Zhang J. Kunpeng: An Embodied Large Model for Intelligent Maritime / N. Wang, Y. Lin, J. Zhang // *arXiv preprint*. – 2024. – P. 1–20. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2407.09048>
21. Горбань А. В., Маранов О. В., Клочков Ю. П., Дорофеева З. Я. Інформаційне забезпечення для моніторингу та управління рухом суден з використанням даних супутникової навігації / А. В. Горбань, О. В. Маранов, Ю. П. Клочков, З. Я. Дорофеева // *Водний транспорт. Збірник наукових праць*. – 2021. – Вип. 1(32). — <https://www.researchgate.net/publication/350335469>

Стаття прийнята 14.09.2025