

© Сагін А.С., Заблоцький Ю.В.

ЕКСПЕДИРУВАННЯ ТА ПОСТАЧАННЯ СУДЕН В УМОВАХ БЛОКУВАННЯ МОРСЬКИХ ПРОТОК: ВИКЛИКИ, АДАПТАЦІЯ ТА ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ

Визначено, що світове судноплавство є основою міжнародної торгівлі, забезпечуючи перевезення понад 80 % глобального товарообігу. Стійкість морських перевезень значною мірою залежить не лише від руху суден, але й від ефективності супутніх логістичних процесів, серед яких важливе місце займають експедирування та постачання суден морського транспорту. Під експедируванням суден розуміється комплекс організаційних, логістичних і координаційних заходів, спрямованих на забезпечення судна матеріально-технічними ресурсами, запасними частинами, провізією, технічним обслуговуванням та іншими необхідними засобами для безпечної та безперервної експлуатації. Сучасні системи судового постачання являють собою багаторівневі ланцюги постачання, які об'єднують судовласників, технічних менеджерів, агентів, виробників обладнання, постачальників і портову інфраструктуру. Ефективність таких систем значною мірою залежить від стабільності глобальних транспортних маршрутів та доступності основних морських транспортних коридорів. Особливу вразливість для глобальної морської логістики становлять стратегічні морські протоки, через які проходять значні обсяги світових вантажопотоків, зокрема енергетичні ресурси, сировина та контейнерні вантажі. Ці ділянки морських шляхів виконують функцію критичних у міжнародній транспортній системі, де навіть короточасні перебої або обмеження руху можуть мати масштабні наслідки для світових ланцюгів постачання. Їх часткове або повне блокування здатне порушити не лише регулярний рух флоту, але й стабільне функціонування систем постачання суден, включаючи експедирування запасних частин, бункерування, технічне обслуговування та організацію сервісних операцій у портах. У таких умовах виникають затримки в доставці критично важливих матеріалів, ускладнюється координація між учасниками логістичного ланцюга та зростає залежність від альтернативних маршрутів і транзитних хабів. Додатково спостерігається суттєве збільшення строків доставки, підвищення вартості логістичних операцій, а також зростання операційних ризиків, пов'язаних із необхідністю перенаправлення суден, зміною портів заходу та використанням більш дорогих і складних схем постачання. У сукупності ці фактори призводять до зниження ефективності морських перевезень і підвищення загальної вразливості глобальної судноплавної системи. За таких умов дослідження впливу блокування морських проток на процеси експедирування та постачання суден набуває практичної та наукової актуальності.

Ключові слова: адаптація судноплавних операторів, експедирування суден, запасні частини, ланцюги постачання, логістичні ризики, морська логістика, морський транспорт, морські транспортні коридори, операційні витрати, стійкість судноплавства, судове постачання, управління ризиками.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У сучасних умовах глобалізованої морської логістики стабільність ланцюгів постачання безпосередньо залежить від безперервності морських маршрутів, через які здійснюється не лише транспортування вантажів, але й забезпечення морських суден запасними частинами, технічними матеріалами, паливом та мастилом, а також надання сервісних послуг [1-3]. Блокування або обмеження проходу через основні транспортні коридори призводить до системних збоїв у координації постачання, зростання витрат і збільшення часу доставки, що формує суттєві ризики для безперервної експлуатації суден.

Актуальність даної проблеми зумовлена необхідністю забезпечення стійкості морських транспортних систем в умовах зростаючої геополітичної нестабільності та підвищення вразливості глобальних ланцюгів

поставки. Для судноплавних компаній та логістичних операторів критично важливим є формування адаптивних моделей експедирування, здатних функціонувати в умовах обмежень доступу до традиційних маршрутів [4-6]. Таким чином, дослідження впливу блокування морських проток має не лише наукове значення в контексті розвитку теорії морської логістики, але й практичну цінність для підвищення ефективності управління суднами морського транспорту, мінімізації операційних ризиків та оптимізації витрат у міжнародних перевезеннях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експедирування суден є складним багатокомпонентним процесом, що охоплює планування, закупівлю, організацію логістики, транспортування та доставку необхідних ресурсів безпосередньо на борт судна відповідно до його експлуатаційних потреб [7-9]. Цей процес на практиці включає як матеріально-технічне забезпечення (запасні частини, обладнання, витратні матеріали), також і постачання палива [10-12], мастила [13-15], провізії [16-18], а також організацію сервісного та аварійного обслуговування [19-21].

Даний процес має безперервний характер і інтегрується у загальну систему управління морським транспортом, оскільки будь-які затримки в постачанні можуть безпосередньо впливати на строки виконання рейсів, тривалість простоїв у портах та загальну економічну ефективність експлуатації судна [22-24]. Важливою особливістю експедирування є необхідність координації між великою кількістю учасників постачання, а також врахування географічних, регуляторних та часових обмежень.

Цей процес забезпечує безперервність роботи морського транспорту, підтримку технічної справності суден, дотримання вимог безпеки мореплавства, а також виконання міжнародних стандартів, встановлених класифікаційними товариствами [25-28]. В умовах сучасної глобальної логістики ефективність експедирування безпосередньо визначає рівень надійності судноплавних операцій і стійкість морських ланцюгів постачання.

Процес судового постачання є багатосторонньою системою у якій кожен учасник виконує чітко визначену функцію:

- судовласник або оператор морського судна – визначає загальну стратегію експлуатації судна, фінансує постачання та приймає ключові рішення щодо витрат і логістичних схем;
- технічний менеджер – відповідає за технічний стан судна, формує потреби в запасних частинах, контролює планове обслуговування та аварійні ремонти;
- закупівельний відділ – організовує процес закупівель, проводить вибір постачальників, узгоджує ціни та умови постачання;
- судовий агент у порту – координує всі портові операції, забезпечує взаємодію між судном, портовими службами та постачальниками, організовує доставку вантажів на борт;
- виробники обладнання – виготовляють оригінальні запасні частини та технічні компоненти відповідно до специфікацій судна;
- постачальники судового забезпечення – забезпечують матеріали, витратні ресурси, технічні товари та провізію;
- логістичні та кур'єрські компанії – здійснюють фізичне транспортування вантажів між країнами, регіонами та портами, включаючи термінові авіа-доставки;
- сервісні підрядники – надають технічні послуги, ремонтні роботи та виїзне обслуговування обладнання безпосередньо на судні або в порту;
- митні та портові органи – здійснюють контроль за переміщенням вантажів, оформленням документів, дотриманням регуляторних вимог та вимог з безпеки [29-31].

Таким чином, система постачання судна являє собою інтегровану логістичну мережу, у якій навіть доставка однієї критично важливої запасної частини може включати від 5 до 7 різних учасників та етапів узгодження.

Планування експедирування здійснюється на основі комплексного аналізу експлуатаційних потреб судна та включає декілька ключових джерел інформації:

- графіки технічного обслуговування – визначають періодичність заміни вузлів і агрегатів, планові ремонти та сервісні роботи;
- заявки екіпажу – формуються безпосередньо судовим персоналом відповідно до поточних потреб у запасних частинах, інструментах та витратних матеріалах;

- PMS-системи – цифрові системи управління технічним обслуговуванням, які автоматизують планування ремонтів та контроль стану обладнання;
- вимоги класифікаційних товариств – регуляторні стандарти, що встановлюють обов'язкові норми безпеки, технічного стану та періодичних перевірок суден;
- експлуатаційні маршрути судна – враховують географію рейсів, доступність портів, тривалість переходів та можливості для постачання в дорозі [32-35].

На основі цих факторів формується загальний план постачання, який дозволяє забезпечити баланс між мінімізацією витрат, скороченням простоїв та підтриманням безперервної експлуатації судна.

Специфіка суднового постачання обумовлена тим, що судно знаходиться в русі для виконання завдань, який постійно змінює своє положення та перебуває в умовах обмеженого часу стоянки в портах [36-38]. Тому процес постачання повинен бути чітко синхронізований із операційним графіком судна та його фактичним місцезнаходженням.

Ключовими факторами, з якими необхідно узгоджувати постачання, є:

- графік рейсу судна – визначає загальну траєкторію руху та доступні порти для здійснення постачання;
- ETA (Estimated Time of Arrival) – прогнозований час прибуття судна в порт, який є критичним для планування доставки вантажів на борт;
- тривалість стоянки в порту – обмежений часовий інтервал, протягом якого повинні бути виконані всі операції з постачання, обслуговування та вантажних робіт;
- портові обмеження – включають технічні, інфраструктурні та адміністративні фактори, такі як доступність причалів, вантажопідйомність, режим роботи порту [39-41].

Саме поєднання цих факторів робить процес експедирування суден морського транспорту значно більш чутливим до зовнішніх порушень, ніж у традиційній логістиці. Будь-які затримки у русі суден, обмеження доступу до портів або зміни маршрутів безпосередньо впливають на своєчасність постачання, збільшують логістичні витрати та ускладнюють координацію між усіма учасниками ланцюга постачання [42-44]. Додаткову складність у зазначені процеси вносить блокування або обмеження проходу через стратегічні морські протоки. У таких умовах судна змушені змінювати маршрути, що призводить до збільшення часу рейсу та порушення запланованих ETA, що, у свою чергу, ускладнює координацію доставки запасних частин і матеріалів у конкретні порти. Крім того, перенаправлення суден до альтернативних портів створює додаткове навантаження на портову інфраструктуру та логістичні компанії, які можуть бути не готові до різкого збільшення обсягів постачання [45-46]. Це призводить до зростання черг, затримок у митному оформленні та підвищення вартості термінових логістичних операцій, що суттєво знижує ефективність усього процесу експедирування.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження впливу блокування стратегічних морських проток на процеси експедирування та постачання суден, зокрема аналіз змін у логістичних ланцюгах, строках доставки та вартості постачання. У роботі передбачається розгляд структури учасників суднового постачання, виявлення ключових факторів вразливості морських логістичних систем у кризових умовах на прикладі Ормузької протоки, а також оцінка адаптаційних рішень судноплавних операторів. Додатково ставиться завдання визначити економічні наслідки таких обмежень та обґрунтувати перехід до більш стійких, ризик-орієнтованих моделей управління постачання і експедирування.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо сучасні проблеми постачання в умовах блокування морських проток (на прикладі Ормузької протоки).

Ормузька протока є одним із найважливіших стратегічних морських вузлів світової транспортної системи та належить до критичних транспортних коридорів судноплавства. Через неї проходять значні обсяги танкерних перевезень, контейнерного трафіку, а також потоки суден, що забезпечують транспортування енергоресурсів, сировини та товарів між країнами Близького Сходу, Азії та Світовими ринками. Висока концентрація судноплавного руху в межах цього транспортного коридору робить його особливо чутливим до геополітичних ризиків, військових конфліктів, санкційних обмежень або потенційної блокади.

Блокування або навіть загроза обмеження проходу через протоку створює суттєвий вплив не лише на маршрути руху суден, але й на всю систему морської логістики та суднового постачання. Наслідками таких

порушень стають зміна маршрутів суден, скасування або перенесення портів заходу, збільшення строків доставки матеріально-технічного забезпечення, порушення ланцюгів постачання запасних частин, зростання страхових премій, операційних витрат і ризиків затримок. Одночасно обмеження проходу безпосередньо впливають на інтенсивність судноплавства, змінюють кількість суднозаходів до портів регіону, скорочують доступність портових сервісів та зміщують навантаження до альтернативних логістичних хабів.

Особливо відчутно такі порушення позначаються на процесах експедирування та судового постачання, оскільки вони базуються на прогнозованості маршрутів, визначених часових вікнах доставки та чіткій координації між усіма учасниками. У нормальних умовах постачання запасних частин, технічних матеріалів і сервісного обслуговування планується під конкретні порти заходу та графік судна. За умов блокування ця система втрачає стабільність – за цими обставинами зростає час поставок, ускладнюється доставка запасних частин, виникає зриви планових поставок, стає проблематичною організація та участь у обслуговуванні суден сервісних інженерів, дефіцит критичних комплектуючих підвищує технічні ризики експлуатації флоту.

Окремим викликом стає ускладнення самих логістичних схем. Якщо у стандартних умовах постачання часто реалізується за спрощеним ланцюгом виробник – логістичний центр – агент – судно, то в умовах блокування протоки цей ланцюг може доповнюватися транзитними хабами, альтернативними портами, внутрішніми перевезеннями та додатковими етапами доставки на борт. Кількість ланок у ланцюгу постачання може збільшуватися з 4...5 до 7...9 етапів, що пропорційно підвищує ймовірність затримок та операційних збоїв. У результаті доставка запасної частини, яка раніше займала 5...7 діб, може тривати 12...20 діб, а в окремих випадках і більше.

Такі зміни безпосередньо впливають і на вартість експедирування. Перенаправлення поставок через альтернативні маршрути здатне збільшувати транспортні витрати на 15...40 %, тоді як вартість термінових авіаперевезень може зростати на 50...200 %. Наприклад, стандартна доставка запасної частини вартістю 1500...2000 дол. США може трансформуватися у термінове постачання через альтернативний хаб із витратами до 4000...8000 дол. США. Додатково змінюються агентські витрати, з'являються повторні митні процедури, витрати на інші непрямі логістичні витрати, що здатні збільшувати загальну вартість постачання ще на 10...25 %.

Суттєво ускладнюється й сама робота експедитора, оскільки стандартне управління фактично переходить у режим турбулентності. Зростає потреба у резервних постачальниках, альтернативних маршрутах, переплануванні, роботі через декілька транзитних хабів та постійному перегляді ризиків зриву ЕТА. Особливо критичними стають аварійні поставки, де строки доставки можуть збільшуватися з 24...72 годин до 4...7 діб, а витрати – зростати у два-три рази.

Таким чином, блокування стратегічних морських проток трансформується не лише в навігаційну проблему, а у комплексний логістичний та економічний виклик, що впливає на вартість постачання, складність експедирування, надійність ланцюгів постачання та загальну стійкість судноплавних операцій. У подальшому для оцінки масштабу такого впливу доцільним є порівняльний аналіз показників роботи системи постачання до та після кризових обмежень, включаючи витрати, строки доставки та рівень логістичних ризиків. Порівняння витрат для стандартних умов та умов, що утворюються як результат блокування морських транспортних коридорів, наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Збільшення витрат на експедирування та постачання суден для стандартних умов та умов, що утворюються через блокування морських транспортних коридорів

Категорія витрат	Стандартні умови	В умовах блокування	Зростання
Стандартна доставка	100 %	130...150 %	30...50 %
Термінові доставка літаком	100 %	180...300 %	80...200 %
Агентські та портові витрати	100 %	110...125 %	10...25 %
Логістика через альтернативні хаби	100 %	140...170 %	40...70 %
Аварійні поставки	100 %	200...300 %	100...200 %

Розв'язання цієї проблеми можливо шляхом використання адаптаційних рішень операторів суден.

У відповідь на зростання логістичних ризиків, пов'язаних із блокуванням стратегічних морських проток, судноплавні оператори почали адаптувати традиційні моделі постачання, переходячи від реактивного підходу до більш проактивного та ризик-орієнтованого управління постачання. Основною метою таких змін стало зниження залежності від нестабільних маршрутів, мінімізація ризиків затримок і забезпечення безперервності експлуатації флоту.

Одним із перших адаптаційних рішень стало збільшення запасу на судні, тобто буферних запасів безпосередньо на борту суден. Якщо раніше багато операторів працювали за принципами заказ – доставка, орієнтованими на мінімальні складські залишки, то в умовах логістичної невизначеності відбувся перехід до формування резервних запасів. Насамперед збільшуються запаси:

- критичних запасних частин для головних і допоміжних механізмів;
- витратних матеріалів, фільтрів, мастил, ущільнень;
- аварійних ремонтних комплектів;

Наприклад, якщо раніше оператор міг тримати запас запчастин на 1...2 місяці експлуатації, то в кризових умовах цей буфер може збільшуватися до 3...6 місяців. Хоча така стратегія збільшує капітал, заморожений у запасах, вона знижує ризик аварійного дефіциту комплектуючих та залежність від нестабільних поставок.

Другим основним напрямом адаптації стало перепроектування логістичних маршрутів постачання. Серед основних рішень:

- використання альтернативних портів постачання замість традиційних точок заходу;
- доставка через сусідні регіональні логістичні хаби;
- застосування кур'єрів коли критичні деталі доставляються кур'єром безпосередньо на судно;
- використання передзамовлення, тобто попереднього розміщення запасів у стратегічних портах.

Наприклад, замість прямого постачання через порти регіону Перської затоки оператори можуть переносити логістику на великі транзитні вузли, такі як Сінгапур, Джебель-Алі або альтернативні порти Середземномор'я. Такі рішення часто збільшують витрати на логістику, однак суттєво підвищують стійкість до змін в логістиці.

Блокування стратегічних морських проток має суттєвий економічний вплив на процеси експедирування та постачання суден, формуючи як прямі логістичні витрати, так і непрямі операційні збитки. В умовах порушення стабільних маршрутів традиційна вартість постачання змінюється та може бути представлена як:

$$C=X+\Delta C+R;$$

де X – базова вартість постачання в стандартних умовах;

ΔC – додаткові витрати, викликані порушенням логістики;

R – витрати на управління ризиками та адаптаційні заходи.

Зростання витрат насамперед пов'язане зі зміною логістичних маршрутів, використанням термінових способів доставки та збільшенням кількості супутніх операцій. До основних джерел додаткових витрат належать термінові авіаперевезення вибір альтернативні маршрути, додаткова портова логістика, а також складні мультимодальні схеми постачання. За попередніми оцінками, вартість стандартних поставок може зростати на 15...30 %, постачання через альтернативні маршрути – на 40...70 %, а аварійні постачання – на 50...200 %.

Для прикладу, якщо стандартна доставка запасної частини коштувала близько 2000 дол. США, то в умовах кризового постачання через альтернативний хаб або із залученням авіадоставки її вартість може зрости до 4500...6000 дол. США або більше. Додатково виникають непрямі витрати, пов'язані із затримками ремонту, додатковими ризиками, простоями суден, порушенням графіків рейсів та потенційними втратами фрахтового доходу. У багатьох випадках навіть короткострокова затримка може генерувати втрати, що перевищують вартість самого постачання.

Суттєво зростають і операційні витрати на забезпечення стійкості поставок. Якщо до кризових обмежень модель постачання базувалася на відносно прогнозованих витратах, то після блокування проток до базових витрат додаються витрати на резервні запаси, диверсифікацію постачальників, утримання

буферних складських запасів та додаткові логістичні рішення. Таким чином, збільшується не лише вартість окремої доставки, а й загальна вартість підтримання надійності суднового постачання.

Порівняльний аналіз, що наведено у таблиці 2, демонструє суттєву трансформацію основних параметрів експедирування:

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз зміни основних параметрів експедирування

Показник	До обмежень	Після обмежень
Час поставки	5...7 діб	1...20 діб
Вартість доставки	базова	збільшення на 20...50 %
Термін поставки	базовий	збільшення на 50...200 %
Кількість альтернативних постачальників	1...2	3...5
Буферний запас на борту	мінімальний	збільшений
Складність логістичних схем	низька	висока

Аналіз свідчить, що після блокування проток змінюються не лише окремі витратні показники, а вся економіка експедирування. Частина витрат переноситься із реактивного реагування на превентивні заходи, коли оператори інвестують у запас міцності для зниження майбутніх ризиків. У результаті суднове постачання стає дорожчим, складнішим і більш залежним від механізмів ризик-менеджменту. Загалом порівняння умов «до» та «після» показує, що блокування морських проток призводить до системного зростання вартості експедирування, яке може становити від десятків відсотків для стандартних поставок до кратного збільшення витрат для аварійних і критичних поставок. Це підтверджує, що економічні наслідки таких криз виходять далеко за межі окремих логістичних операцій і впливають на загальну ефективність експлуатації суден морського транспорту.

Висновки. Проведений аналіз показує, що блокування або навіть загроза обмеження проходу через стратегічні морські протоки має системний і багаторівневий вплив на процеси експедирування та постачання суден. На відміну від локальних логістичних збоїв, такі події порушують усталені глобальні ланцюги постачання, що призводить до одночасного зростання строків доставки, вартості логістики та загальної складності координації постачання. У ході дослідження встановлено, що блокування проток безпосередньо призводить до збільшення строків доставки запасних частин і технічного постачання, ускладнення логістичних маршрутів, зростання кількості учасників ланцюга постачання, підвищення операційних ризиків і суттєвого збільшення витрат на експедирування.

Встановлено, що основні наслідки виявляються у:

- збільшенні часу на забезпечення поставок у 1,5...3 рази;
- ускладненні логістичних схем (зростання кількості етапів постачання з 4...5 до 7...9);
- підвищенні вартості стандартних поставок на 15...50 % та аварійних – до 200 % і більше;
- зростанні операційних ризиків, пов'язаних із затримками ремонту, та простоями суден.

Окремо слід відзначити, що вплив блокування проток виходить за межі безпосередньо транспортної функції і трансформується у комплексний виклик для всієї системи судноплавства. Порушення прогнозованості маршрутів і часових параметрів постачання призводить до необхідності переходу від традиційної моделі до більш стійких і резервованих систем забезпечення.

У відповідь на ці виклики судноплавні оператори адаптують свої підходи до управління постачанням. Основними напрямками такої адаптації є:

- збільшення буферних запасів на борту суден та у логістичних хабах;
- диверсифікація постачальників і впровадження багатопрофільного планування;
- використання альтернативних маршрутів і портів постачання.

Разом із тим, зазначені заходи, хоча і підвищують стійкість системи експедирування та постачання, супроводжуються додатковими витратами, що збільшують загальну вартість експлуатації суден морського транспорту. Таким чином, формується новий баланс між економічною ефективністю та надійністю постачання.

Отримані результати свідчать про необхідність переходу від традиційних моделей управління постачанням до більш комплексних, ризик-орієнтованих підходів, які враховують нестабільність глобального середовища та можливість виникнення масштабних логістичних порушень. У цьому контексті особливого значення набуває розвиток стратегій управління ризиками, цифрових систем моніторингу ланцюгів постачання та інтеграції логістичних процесів у єдині інформаційні платформи.

Перспективи подальших досліджень доцільно пов'язати з:

- деталізацією статистичного аналізу судноплавного трафіку через стратегічні протоки (зокрема Ормузьку);
- побудовою економіко-математичних моделей оцінки зростання витрат на експедирування;
- розробкою практичних рекомендацій для судноплавних компаній щодо оптимізації поставок в умовах кризових обмежень.

У цілому, результати дослідження підтверджують, що блокування морських проток є не лише регіональною проблемою, а глобальним фактором впливу на ефективність і стійкість світового судноплавства.

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначенні ефективних альтернативних способів експедирування та постачання суден морського транспорту в умовах їх обмеженого трафіку через ускладнення судноплавства через морські протоки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Левченко О.В. Синтез варіантів дій судноводія у небезпечних ситуаціях з урахуванням часових та ресурсних обмежень у судових СППР // Водний транспорт: Збірник наукових праць. – 2021. – Вип. 3(34). – С. 89-98. doi.org/10.33298/2226-8553/2021.3.34.10.
2. Тимочко О.І., Левченко О.В., Руденко В.М., Сітков О.М. Використання гібридних роботизованих комплексів для інспекції морських нафтогазових об'єктів // Водний транспорт: Збірник наукових праць. – 2024. – Вип. 2(40). – С. 6-22. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.2.40.01.
3. Sagin S., Kuropyatnyk O., Sagin A., Tkachenko I., Fomin O., Píštěk V., Kučera P. Ensuring the Environmental Friendliness of Drillships during Their Operation in Special Ecological Regions of Northern Europe // Journal Marine Science and Engineering. – 2022. – Vol. 10(9). – P. 1331. https://doi.org/10.3390/jmse10091331.
4. Levchenko O., Dvulit Z., Kozlenko O. Features of human resource management at railway transport enterprises // Efektyvna Ekonomika. – 2020. – № 6. – P. 1-7. doi: 10.32702/2307-2105-2020.6.72.
5. Сагін С.С., Сагін С.В. Забезпечення безпеки судноплавства під час розходження з суднами, що виконують днопоглиблювальні роботи // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2025. – Вип. 2(43). – С. 149-160. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.2.43.13.
6. Сагін С.С., Сагін С.В. Забезпечення безпеки маневрування великотоннажних суден в стиснених портових водах // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2024. – Вип. 3(41). – С. 186-196. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.3.41.21.
7. Сагін С.В., Бондар С.А., Столярик Т.О. Оцінка безвідмовності судових дизелів за технічним станом моторного мастила циркуляційних систем мащення // Водний транспорт. – 2023. – № 1(37). – С. 59-70. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.06.
8. Сагін С.В., Бондар С.А. Розробка методу діагностування технічного стану елементів головної енергетичної установки засобів водного транспорту // Водний транспорт. – 2023. – № 2(38). – С. 175-186. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.19.
9. Левченко О.В., Маранов О.В. Інтеграція комбінованих систем підтримки ухвалення рішень для забезпечення навігаційної безпеки та оптимізації руху суден у портових акваторіях // Водний транспорт: Збірник наукових праць. – 2025. – Вип. 1(42). – С. 99-108. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.14.
10. Petrychenko O., Levynskyi M., Prytula D., Vynohradova A. Fuel options for the future: a comparative overview of properties and prospects // Transport Systems and Technologies. – 2023. – № 41. – P. 96-106. https://doi.org/10.32703/2617-9059-2023-41-8.
11. Sagin S., Kuropyatnyk O., Tkachenko I. Ensuring the environmental friendliness of marine diesel engines of specialized ships // Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник. – 2022. – Вип. 45. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 5-16. doi: 10.31653/smf45.2022.5-16.

12. Sagin S., Sagin A. Development of method for managing risk factors for emergency situations when using low-sulfur content fuel in marine diesel engines // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2023. – № 5 (1(73)). – P. 37–43. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.290198>.
13. Shpak N., Dvulit Z., Maznyk L., Sroka W., Zaverbnyj A., Levchenko O. Optimisation of the export structure in transport companies: a case study // *Central European business review*. – 2023. – Vol. 12. – Iss. 1. – P. 115-132. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.312>.
14. Сагін С.В., Сагін А.С. Контроль та діагностування надійності та економічності дизелів морських та річкових засобів транспорту // *Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник*. – 2023. – Вип. 46. – С. 118-131. doi: [10.31653/smf46.2023.118-131](https://doi.org/10.31653/smf46.2023.118-131).
15. Sagin S., Haichenia O., Karianskyi S., Kuropyatnyk O., Razinkin R., Sagin A., Volkov O. Improving Green Shipping by Using Alternative Fuels in Ship Diesel Engines // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2025. – № 13. – P. 589. <https://doi.org/10.3390/jmse1303058924>.
16. Сагін С.В., Заблоцький Ю.В., Сагін А.С. Підвищення економічності роботи суднових середньооберткових дизелів // *Водний транспорт. Збірник наукових праць*. – 2025. – Вип. 1(42). – С. 166-179. doi: [10.33298/2226-8553.2025.1.42.20](https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.20).
17. Сагін С.В., Колегаєв М.О., Парменова Д.Г. Зниження ризиків інвазійного забруднення морських акваторій під час експлуатації суден морського та внутрішнього водного транспорту // *Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник*. – 2023. – Вип. 47. – С. 131-147. doi: [10.31653/smf47.2023.131-147](https://doi.org/10.31653/smf47.2023.131-147).
18. Тимошук О.М., Дакі О.А., Бойко О.А., Карадобрій Т.А. Аналітичний огляд адаптивних систем керування судном та шляхи їх побудови // *Водний транспорт. Збірник наукових праць*. – 2020. – Вип. 3(31). – С. 120-125. <https://doi.org/10.33298/2226-8553/2020.3.31.13>.
19. Сагін С.В., Столярик Т.О. Динаміка суднових дизелів під час використанні моторних мастил з різними структурними характеристиками // *Автоматизація суднових технічних засобів : наук.-техн. зб.* – 2021. – Вип. 27. – С. 108-119. DOI: [10.31653/1819-3293-2021-1-27-108-119](https://doi.org/10.31653/1819-3293-2021-1-27-108-119).
20. Сагін С.В., Заблоцький Ю.В. Діагностування технічного стану суднових енергетичних установок засобів водного транспорту // *Водний транспорт*. – 2023. – № 2(38). – С. 164-175. doi: [10.33298/2226-8553.2023.2.38.18](https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.18).
21. Sagin S., Kuropyatnyk O., Matieiko O., Razinkin R., Stoliaryk T., Volkov O. Ensuring Operational Performance and Environmental Sustainability of Marine Diesel Engines through the Use of Biodiesel Fuel // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2024. – Vol. 12(8). – P. 1440. <https://doi.org/10.3390/jmse12081440>.
22. Zablotsky Yu.V., Sagin S.V. Maintaining Boundary and Hydrodynamic Lubrication Modes in Operating High-pressure Fuel Injection Pumps of Marine Diesel Engines // *Indian Journal of Science and Technology*. – 2016. – Vol. 9. – Iss. 20. – P. 208-216. DOI: [10.17485/ijst/2016/v9i20/94490](https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i20/94490).
23. Мадей В.В., Сагін С.В., Волков О.М. Управління процесом впорскування під час використання в суднових дизелях паливних сумішей до складу яких входить паливо біологічного походження // *Водний транспорт. Збірник наукових праць*. – 2024. – Вип. 1(39). – С. 193-205. doi: [10.33298/2226-8553.2024.1.39.20](https://doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.20).
24. Левченко О.В., Маранов О.В. Поточний стан дослідження питання прогнозування маневреності суден та їхньої гідродинаміки в обмежених водах // *Водний транспорт: Збірник наукових праць*. – 2025. – Вип. 1(42). – С. 55-60. doi: [10.33298/2226-8553.2025.1.42.08](https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.08).
25. Сагін С.В., Сагін С.С. Визначення методу управління рухом суден морського транспорту під час забезпечення їх безпечного розходження // *Водний транспорт. Збірник наукових праць*. – 2023. – Вип. 2(38). – С. 187-198. doi: [10.33298/2226-8553/2023.2.38.20](https://doi.org/10.33298/2226-8553/2023.2.38.20).
26. Burmaka I., Vorokhobin I., Melnyk O., Burmaka O., Sagin S. Method of Prompt Evasive Manuever Selection to Alter Ship's Course or Speed // *Transactions on Maritime Science*. – 2022. – Vol. 11(1). – P. 1-9. <https://doi.org/10.7225/toms.v11.n01.w01>.
27. Левченко О.В., Ганношина І.М., Остапчук Т.В. Система інформаційного забезпечення процесів прийняття рішень на мостіку судна // *Водний транспорт: Збірник наукових праць*. – 2025. – Вип. 1(42). – С. 24-27. doi: [10.33298/2226-8553.2025.1.42.04](https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.04).
28. Сагін А.С., Сагін С.В. Експериментальне визначення оптимальних фаз подачі палива в циліндр суднових дизелів // *Водний транспорт. Збірник наукових праць*. – 2024. – Вип. 1(39). – С. 206-215. doi: [10.33298/2226-8553.2024.1.39.21](https://doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.21).
29. Sagin S.V., Sagin S.S., Madey V. Analysis of methods of managing the environmental safety of the navigation passage of ships of maritime transport // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2023. – № 4 (3(72)). – P. 33–42. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286039>.

30. Левінський М.В., Левінський В.М. Вибір параметрів системи стабілізації курсу судна при дії воднохвильових збурень // Автоматизація суднових технічних засобів : наук.-техн. зб. – 2020. – Вип. 26. – С.27-40. DOI: 10.31653/1819-3293-2020-1-26-27-40.
31. Тимошук О.М., Мельник О.В. Аналіз можливості використання маневру розходження зміною курсу // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2023. – Вип. 1(37). – С. 96-102. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.10.
32. Двуліт З.П., Тимошук О.М., Левченко О.В. Вдосконалення бізнес-процесів сучасних судноплавних компаній в сфері міжнародних морських вантажних перевезень // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – 2021. – № 3(1). – С. 1-12.
33. Sagin S.V., Sagin S.S., Madey V. Analysis of methods of managing the environmental safety of the navigation passage of ships of maritime transport // Technology Audit and Production Reserves. – 2023. – № 4 (3(72)). – P. 33–42. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286039>.
34. Сагін А.С., Заблоцький Ю.В. Аналіз ефективності морських перевантажувальних терміналів під час транспортування зрідженого природного газу суднами-газовозами // Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник. – 2024. – Вип. 48. – С. 114-125. doi: 10.31653/smf48.2024.114-125.
35. Будашко В.В., Заблоцький Ю.В. Аналіз термодинамічних циклів охолодження природного газу під час його транспортування морськими суднами-газовозами // Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник. – 2024. – Вип. 48. – С. 18-30. doi: 10.31653/smf48.2024.18-30.
36. Сагін С.В., Сагін С.С. Використання штучного інтелекту в ситуаціях надмірного зближення суден // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2024. – Вип. 1(39). – С. 215-225. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.22.
37. Сагін С.С., Ворохобін І.І. Мінімізація ризику виникнення небезпеки морських подій під час навігаційних переходів суден морського транспорт // Водний транспорт: Збірник наукових праць. – 2024. – Вип. 2(40). – С. 76-88.
38. Сагін С. В. Повышение надежности работы прецизионных пар топливной аппаратуры судовых дизелей за счет использования органических покрытий // Вісник Одеськ. нац. мор. ун-ту, 2018. – Вип. 4(57). – С. 109-120.
39. Сагін С.В. Зниження механічних втрат у суднових середньообертових дизелях за рахунок оптимізації роботи циркуляційних систем мащення // Вісник Одеського національного морського університету : Зб. наук. праць, 2020. – Вип. 1(61). – С. 87-96. doi.org 10.47049/2226-1893-2020-1-87-96.
40. Sagin S., Sagin A., Zablotskyi Y., Fomin O., Pišt'ek V., Kučera P. Method for Maintaining Technical Condition of Marine Diesel Engine Bearings // Lubricants/ – 2025. № 13. – P. 146. <https://doi.org/10.3390/lubricants13040146>.
41. Заблоцький Ю.В., Будашко В.В., Сагін А.С. Забезпечення технологічних операцій зі зрідженим природним газом під час його видобутку в морських прибережних акваторіях // Автоматизація суднових технічних засобів: наук.-техн. зб. – 2024. – Вип. 29. – С. 54–65. DOI: 10.31653/1819-3293-2024-1-29-54-65.
42. Сагін С.В., Заблоцький Ю.В. Використання інтегрованих діагностичних моделей для оцінки експлуатаційних характеристик суднового пропульсивного комплексу // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2024. – Вип. 3(41). – С. 133-140. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.3.41.15.
43. Сагін С.С., Сагін С.В. Використання гібридної системи координації руху морських суден під час їх маневрування в стиснених водах // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2024. – Вип. 3(41). – С. 208-220. doi: 10.33298/2226-8553.2024.3.41.24.
44. Ворохобін І.І., Бурмака І.О., Кулаков М.О., Петриченко О.О. Спосіб департаментизації електронної карти при зовнішньому управлінні розходження суден в зоні відповідальності СУРС // Судноводіння : науково-технічний збірник. – 2021. – Вип. 32. –С. 26-33. DOI: 10.31653/2306-5761.32.2021.26-33.
45. Сагін С.В., Заблоцький Ю.В., Сагін А.С. Підвищення економічності роботи суднових середньообертових дизелів // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2025. – Вип. 1(42). – С. 166-179. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.20.
46. Сагін А.С., Заблоцький Ю.В. Огляд основних особливостей постачання та експедирування морських суден у сучасних умовах // Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник. – 2025. – Вип. 51. – С. 59-65. DOI: 10.31653/smf51.2025.59-65.

REFERENCES

1. Levchenko O. Synthesis of vessels' options in dangerous situations taking into account time and resource restrictions in vessel CDSS. // *Water transport*. – 2021. – № 3(34). – P. 89-98. doi.org/10.33298/2226-8553/2021.3.34.10.
2. Tymochko O.I., Levchenko O.V., Rudenko V.M., Sitkov O.M. Use of hybrid robotic complex for inspection of marine oil and gas facilities // *Water transport*. – 2024. – Vol. 2(40). – P. 6-22. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.2.40.01.
3. Sagin S., Kuropyatnyk O., Sagin A., Tkachenko I., Fomin O., Píštěk V., Kučera P. Ensuring the Environmental Friendliness of Drillships during Their Operation in Special Ecological Regions of Northern Europe // *Journal Marine Science and Engineering*. – 2022. – Vol. 10(9). – P. 1331. https://doi.org/10.3390/jmse10091331.
4. Levchenko O., Dvulit Z., Kozlenko O. Features of human resource management at railway transport enterprises // *Efektivna Ekonomika*. – 2020. – № 6. – P. 1-7. doi: 10.32702/2307-2105-2020.6.72.
5. Sagin S.S., Sagin S.V. Ensuring the safety of navigation during encounters with vessels engaged in dredging operations // *Water transport*. – 2025. – Vol. 2(43). – P. 149-160. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.2.43.13.
6. Sagin S.S., Sagin S.V. Ensuring the safe maneuvering of large-tonnage vessels in confined port waters // *Water transport*. – 2024. – Vol. 3(41). – P. 186-196. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.3.41.21.
7. Sagin S.V., Bondar S.A., Stoliaryk T.O. Assessment of the reliability of marine diesel engines according to the technical condition of engine oil of circulating lubrication systems // *Water transport*. – 2023. – Vol. 1(37). – P. 59-70. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.06.
8. Sagin S.V., Bondar S.A. Development of a method for diagnosing the technical condition of elements of the main power plant of water transport // *Water transport*. – 2023. – Vol. 2(38). – P. 175-186. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.19.
9. Levchenko O.V., Maranov O.V. Integration of combined decision support systems to ensure navigational safety and optimize vessel traffic in port areas // *Water transport*. – 2025. – № 1(42). – P. 99–108. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.14.
10. Petrychenko O., Levinskyi M., Prytula D., Vynohradova A. Fuel options for the future: a comparative overview of properties and prospects // *Transport Systems and Technologies*. – 2023. – № 41. – P. 96-106. https://doi.org/10.32703/2617-9059-2023-41-8.
11. Sagin S., Kuropyatnyk O., Tkachenko I. Ensuring the environmental friendliness of marine diesel engines of specialized ships // *Ship power plants*. – 2022. – Vol. 45. – P. 5-16. doi: 10.31653/smf45.2022.5-16.
12. Sagin S., Sagin A. Development of method for managing risk factors for emergency situations when using low-sulfur content fuel in marine diesel engines // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2023. – № 5 (1(73)). – P. 37–43. doi: https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.290198.
13. Shpak N., Dvulit Z., Maznyk L., Sroka W., Zaverbnyj A., Levchenko O. Optimisation of the export structure in transport companies: a case study // *Central European business review*. – 2023. – Vol. 12. – Iss. 1. – P. 115-132. https://doi.org/10.18267/j.cebr.312.
14. Sagin S.V., Sagin A.S. Control and diagnosis of reliability and economy of diesel engines of sea and river means of transport // *Ship power plants*. – 2023. – Vol. 46. – P. 118-131. doi: 10.31653/smf46.2023.118-131.
15. Sagin S., Haichenia O., Karianskyi S., Kuropyatnyk O., Razinkin R., Sagin A., Volkov O. Improving Green Shipping by Using Alternative Fuels in Ship Diesel Engines // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2025. – № 13. – P. 589. https://doi.org/10.3390/jmse1303058924.
16. Sagin S.V., Zablotskyi Y.V., Sagin A.S. Increasing the efficiency of ship's medium-speed diesel engines // *Water transport*. – 2025. – Вып. 1(42). – С. 166-179. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.20.
17. Sagin S.V., Kolegaev M.O., Parmenova D.G. Reducing the risks of invasive pollution of marine water areas during the operation of sea and inland water transport vessels // *Ship power plants*. – 2023. – № 47. – P. 131-147. doi: 10.31653/smf47.2023.131-147.
18. Tymoshchuk O., Daki O., Boyko O., Karadobriy T. Analytical Inspection of adaptive vessel control systems and ways of their construction // *Water Transport: Collection of scientific works*. – 2020. – Vol. 3(31). – P. 120-125. doi.org/10.33298/2226-8553/2020.3.31.13.
19. Sagin S.V., Stoliaryk T.O. Dynamics of marine diesel engines when using motor oils with different structural characteristics // *Automation of ship facilities*. – 2021. – № 27. – P. 108-119. DOI: 10.31653/1819-3293-2021-1-27-108-119.
20. Sagin S.V., Zablotskyi Yu.V. Development of a method for diagnosing the technical condition of elements of the main power plant of water transport // *Water transport*. – 2023. – Vol. 2(38). – P. 164-175. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.38.18.
21. Sagin S., Kuropyatnyk O., Matieiko O., Razinkin R., Stoliaryk T., Volkov O. Ensuring Operational Performance and Environmental Sustainability of Marine Diesel Engines through the Use of Biodiesel Fuel // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2024. – Vol. 12(8). – P. 1440. https://doi.org/10.3390/jmse12081440.

22. Zablotsky Yu.V., Sagin S.V. Maintaining Boundary and Hydrodynamic Lubrication Modes in Operating High-pressure Fuel Injection Pumps of Marine Diesel Engines // *Indian Journal of Science and Technology*. – 2016. – Vol. 9. – Iss. 20. – P. 208-216. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i20/94490.

23. Madey V.V., Sagin S.V., Volkov O.M. Direction of the injection process during the use of fuel mixture that include fuel of biological origin in marine diesel engines // *Water transport*. – 2024. – Vol. 1(39). – P. 193-205. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.20.

24. Levchenko O.V., Maranov O.V. The current state of research on predicting the manoeuvrability of ships and their hydrodynamics in confined waters // *Water transport*. – 2025. – № 1(42). – P. 55–60. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.08.

25. Sagin S.V., Sagin S.S., Determination of the method of controlling the movement of marine transport vessels while ensuring their safe divergences *Water transport*. – 2023. – Вип. 2(38). – С. 187-198. doi.org/10.33298/2226-8553/2023.2.38.20.

26. Burmaka I., Vorokhobin I., Melnyk O., Burmaka O., Sagin S. Method of Prompt Evasive Manuever Selection to Alter Ship's Course or Speed // *Transactions on Maritime Science*. – 2022. – Vol. 11(1). – P. 1-9. <https://doi.org/10.7225/toms.v11n1.w01>.

27. Levchenko O.V., Hannoshyna I.M., Ostupchuk T.V. Information support system for decision-making processes on the bridge of a ship // *Water transport*. – 2025. – № 1(42). – P. 24–27. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.04.

28. Sagin A.S., Sagin S.V. Experimental determination of optimal phases of fuel supply to the cylinder of marine diesel engines // *Water transport*. – 2024. – Vol. 1(39). – P. 206-215. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.21.

29. Sagin S.V., Sagin S.S., Madey V. Analysis of methods of managing the environmental safety of the navigation passage of ships of maritime transport // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2023. – № 4 (3(72)). – P. 33-42. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286039>.

30. Levinskyi M.V., Levinskyi V.M. Choosing the structure and parameters of vessel's course automatic control system under the influence of water-wave disturbances // *Automation of ship technical facilities*. – 2020. – Вип. 26. – С.27-40. DOI: 10.31653/1819-3293-2020-1-26-27-40.

31. Tymoshchuk O., Melnyk O. Analysis of the possibility of using the divergence maneuver by changing the course // *Water Transport: Collection of scientific works*. – 2023 – Vol.1(37). – P.96-102. doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.10.

32. Dvulit Z.P., Tymoshchuk O.M., Levchenko O.V. Improvement of business processes in modern shipping companies in the field of international sea freight transportation // *Management and Entrepreneurship in Ukraine: the stages of formation and problems of development*. – 2021. – № 3(1). – С. 1-12.

33. Sagin S.V., Sagin S.S., Madey V. Analysis of methods of managing the environmental safety of the navigation passage of ships of maritime transport // *Technology Audit and Production Reserves*. – 2023. – № 4 (3(72)). – P. 33–42. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286039>.

34. Sagin A.S., Zablotskyi Y.V. Analysis of the efficiency of marine transshipment terminals during the transportation of liquefied natural gas by gas carriers // *Ship power plants*. 2024. – Vol. 48. – P. 114-125. doi: 10.31653/smf48.2024.114-125.

35. Budashko V.V., Zablotskyi Y.V. Analysis of thermodynamic cycles of natural gas cooling during its transportation by marine gas carriers // *Ship power plants*. 2024. – Vol. 48. – P. 18-30. doi: 10.31653/smf48.2024.18-30.

36. Sagin S.S., Sagin S.V. Use of artificial intelligence in the situations of excessive vessels approaching // *Water Transport*. – 2024. – №. 1(39). – P. 215-225. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.22.

37. Sagin S.S., Vorokhobin I.I. Minimizing the risk of maritime incidents during navigation passages of sea transport vessels // *Water transport*. – 2024. – Vol. 2(40). – P. 76-88.

38. Sagin S.V. Increasing the reliability of precision pairs of marine diesel fuel equipment through the use of organic coatings // *Herald of the Odessa National Maritime University*. – 2018. – № 4(57). – P. 109–120.

39. Sagin S.V. Reducing mechanical losses in medium-speed marine diesel engines by optimizing the operation of circulating lubrication systems // *Herald of the Odessa National Maritime University*. – 2020. – № 1(61). – P. 87-96. doi.org 10.47049/2226-1893-2020-1-87-96.

40. Sagin S., Sagin A., Zablotskyi Y., Fomin O., Pišt'ek V., Kučera P. Method for Maintaining Technical Condition of Marine Diesel Engine Bearings // *Lubricants/* – 2025. № 13. – P. 146. <https://doi.org/10.3390/lubricants13040146>.

41. Zablotskyi Y., Budashko V., Sagin A. Ensuring technological operations with liquefied natural gas during its production in coastal sea water areas // *Automation of ship technical facilities* – 2024. – Vol. 29. – P. 54–65. DOI: 10.31653/1819-3293-2024-1-29-54-65.

42. Sagin S.V., Zablotskyi Y.V. Use of integrated diagnostic models to assess the operational characteristics of a ship's propulsion system // Water transport. – 2024. – Vol. 3(41). – P. 133-140. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.3.41.15.
43. Sagin S.S., Sagin S.V. Using a hybrid system for coordinating the movement of sea vessels during their maneuvering in compressed waters // Water transport. – 2024. – Vol. 3(41). – PC. 208-220. doi: 10.33298/2226-8553.2024.3.41.24.
44. Vorokhobin I., Burmaka I., Kulakov M., Petrychenko O. A Method of electronic chart departmentisation under external control of vessels' passing in VTS areas // Shipping & Navigation: Research journal. – 2021. – Vol.32. – P.26-33. doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.26-33.
45. Sagin S.V., Zablotskyi Y.V. Sagin A.S. Increasing the efficiency of ship's medium-speed diesel engines // Water transport. – 2025. – Vol. 1(42). – P. 166-179. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.20.
46. Sagin A.S., Zablotskyi Y.V. Overview of the main features of supply and forwarding of sea vessels in modern conditions // Ship power plants. – 2025. – Vol. 51. – P. 59-65. DOI: 10.31653/smf51.2025.59-65.

Sagin A.S., Zablotskyi Y.V.

**SHIP FORWARDING AND SUPPLY IN CONDITIONS OF BLOCKED SEA STRAITS:
CHALLENGES, ADAPTATION AND ECONOMIC CONSEQUENCES**

It has been determined that world shipping is the basis of international trade, providing transportation of more than 80% of global trade. The sustainability of maritime transportation largely depends not only on the movement of ships, but also on the efficiency of related logistics processes, among which an important place is occupied by forwarding and supply of ships of maritime transport. Ship forwarding is understood as a set of organizational, logistical and coordination measures aimed at providing the ship with material and technical resources, spare parts, provisions, technical maintenance and other necessary means for safe and continuous operation. Modern ship supply systems are multi-level supply chains that unite shipowners, technical managers, agents, equipment manufacturers, suppliers and port infrastructure. The effectiveness of such systems largely depends on the stability of global transport routes and the availability of key major maritime transport corridors. Of particular vulnerability to global maritime logistics are strategic sea lanes, through which significant volumes of global cargo flows pass, including energy resources, raw materials and containerized cargo. These sections of sea routes perform a critical function in the international transport system, where even short-term disruptions or restrictions on movement can have large-scale consequences for global supply chains. Their partial or complete blockage can disrupt not only the regular movement of the fleet, but also the stable functioning of ship supply systems, including the forwarding of spare parts, bunkering, maintenance and the organization of service operations in ports. In such conditions, delays occur in the delivery of critical materials, coordination between participants in the logistics chain becomes more difficult, and dependence on alternative routes and transit hubs increases. Additionally, there is a significant increase in delivery times, an increase in the cost of logistics operations, as well as an increase in operational risks associated with the need to redirect ships, change ports of call and use more expensive and complex supply schemes. Taken together, these factors lead to a decrease in the efficiency of maritime transportation and an increase in the overall vulnerability of the global shipping system. Under such conditions, the study of the impact of blocking sea straits on the processes of forwarding and supply of ships acquires practical and scientific relevance.

Keywords: *adaptation of shipping operators, ship forwarding, spare parts, supply chains, logistics risks, maritime logistics, maritime transport, maritime transport corridors, operating costs, shipping sustainability, ship supply, risk management.*

Стаття прийнята 20.02.2026