

БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛЬОДОВОЇ ОБСТАНОВКИ

О.Ю. Нестеров¹, Ю.В. Загородня², С.М. Перепечасв³

¹к.т.н., доцент кафедри навігації та управління судном,
Азовський морський інститут
Національного університету «Одеська морська академія»,
Маріуполь, Донецька область, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-3095-7746

²к.е.н., доцент кафедри навігації та управління судном,
Азовський морський інститут
Національного університету «Одеська морська академія»,
Маріуполь, Донецька область, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-0320-540X

³старший викладач кафедри навігації та управління судном,
капітан далекого плавання,
Азовський морський інститут
Національного університету «Одеська морська академія»,
Маріуполь, Донецька область, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-0907-6162

Анотація

Вступ. У статті розглядаються сучасні проблеми безпеки судноплавства, а також вирішуються питання безпеки мореплавства, які спрямовані на всебічну підготовку судна та екіпажу для плавання в льодових умовах, особливості гідрометеорологічних умов мореплавства каналами Азовського моря та умови виникнення такого природного явища, як «льодова ріка». **Метою** статті є аналіз безпеки судноводіння; виявлення можливих причин виникнення «льодової ріки», для подальших досліджень і розробки відповідних заходів щодо забезпечення безпеки судноплавства каналами Азовського моря в льодовій обстановці, створення стандарту системи, що забезпечує безпечне плавання суден. Стандарт системи має не тільки забезпечити безпечне плавання, але і полегшити завдання контролю готовності судна до виходу в море. **Результати.** Увага світових морських організацій, включаючи Міжнародну морську організацію (ІМО), Берегову охорону розвинутих морських держав, асоціації фрахтувальників, судновласників, класифікаційні товариства і передові судноплавні компанії, зосереджено на підвищенні контролю за безпекою на морі. Практика мореплавства каналами Азовського моря свідчить про ускладнення судноводіння гідрометеорологічними умовами в цьому районі. Одним із таких факторів є поява «льодової ріки». Авторами допускається припущення щодо причин появи «льодової ріки». **Висновки.** Таким чином, проблеми навігаційної безпеки мають вирішуватися в комплексі; з урахуванням льодових ускладнень, що зустрічаються в районах плавання з метою попередження аварійної небезпеки та підвищення безпеки судноплавства. Розглянуті можливі причини виникнення «льодової річки» в судноплавних каналах мілководного Азов-

ського моря вимагають проведення подальших теоретичних і експериментальних досліджень у напрямі розробки заходів щодо забезпечення безпеки мореплавства в льодову обстановку в цьому регіоні.

Ключові слова: безпека судноплавства, льодові умови, морський транспорт, льодова ріка, Азовське море.

SAFETY OF NAVIGATION ALLOWING FOR THE ICE CONDITIONS

O.Y. Nesterov¹, Y.V. Zagorodnia², S.M. Perepechaev³

¹Ph.D. in Engineering, Assistant Professor at the Department of Navigation and Handling Ship,
Azov Maritime Institute

*of the National University of "Odessa Maritime Academy",
Mariupol, Donetsk region, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0003-3095-7746*

²Ph.D. in Economics, Assistant Professor at the Department of Navigation and Handling Ship,
Azov Maritime Institute

*of the National University of "Odessa Maritime Academy",
Mariupol, Donetsk region, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0003-0320-540X*

³Senior Lecturer at the Department of Navigation and Handling Ship,
Deep Sea Captain,

*Azov Maritime Institute
of the National University of "Odessa Maritime Academy",
Mariupol, Donetsk region, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-0907-6162*

Summary

Introduction. The article considers modern problems of navigation safety, and also solves questions of safety of navigation which are directed on comprehensive preparation of the vessel and crew for navigation in ice conditions; features of hydrometeorological conditions of navigation through the channels of the Sea of Azov and conditions of occurrence of such natural phenomenon as "ice river". **Purpose.** The purpose of the article is to analyze the safety of navigation, as well as to identify possible causes of the "ice river", for further research and development of appropriate measures to ensure the safety of navigation in the navigable canals of the Sea of Azov in ice conditions. As well as creating a standard system to ensure safe navigation of ships. The standard of the system should not only ensure safe navigation, but also facilitate the task of monitoring the readiness of the vessel to go to sea. **Results.** The attention of global maritime organizations, including the International Maritime Organization (IMO), the Coast Guard of Developed Maritime States, charterers' associations, shipowners, classification societies and leading shipping companies, is focused on enhancing maritime safety controls. The practice of navigation through the canals of the Sea of Azov indicates the difficulty of navigation by hydrometeorological conditions in this area. One such factor is the emergence of a natural phenomenon called the "ice river". The authors make assumptions about the cause of the "ice river". **Conclusions.** Thus, the problems of navigation safety must be solved in a complex; taking into account the ice complications encountered in the areas of navigation, in order to prevent accidents and improve the safety of navigation. The possible causes of the "ice river" in the

navigable canals of the shallow Sea of Azov require further theoretical and experimental research to develop measures to ensure the safety of navigation in the ice environment in this region.

Key words: *safety of navigation, ice conditions, sea transport, ice river, Sea of Azov.*

Вступ. Світова практика морського судноплавства зазвичай оцінює безпеку залежно від кількісних та якісних чинників, а саме від співвідношення кількості тоннажу з кількістю аварійних ситуацій, які належать до певного району плавання. Прийнято вважати, що стан безпеки мореплавства нормальний, якщо аварійність не перевищує 3% від загального тоннажу. Іноді при перевірках відсутність буя на каналі беруть як відсутність будь-якої безпеки, хоча в льодових умовах половину всіх буїв зазвичай знімають із метою їх збереження в період льодової. При цьому безпека мореплавства не вважається порушеною. Її забезпечення ведеться в умовах льодових проводок, лоцманського і радіолокаційного обслуговування.

Постановка проблеми. На безпеку мореплавства спрямована підготовка судна, екіпажу для плавання в льодових умовах. Як небезпечний розцінюється стан зменшення глибин внаслідок природних заносів. Необхідно зменшувати осадки при зменшенні глибин на підставі промірів, лоцманської проводки, погодження з умовами глибин і швидкості судна задля уникнення великого просідання, рівня моря на заданий момент – все це не є чинником створення аварійної ситуації. Але досі вважається, що вона не забезпечена зі зменшенням глибин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині питанням дослідження льодового режиму Азовського моря присвячено цілу низку робіт [1–4]. Аналіз цих робіт показує, що питанням раптового виникнення течій, пов'язаних з утворенням «льодової ріки», не приділено належної уваги. Відомі дослідження [4] струменевих потоків в Арктичних морях, також названих «льодова ріка», але ці потоки пов'язані з апвелінгом глибинних вод біля берегових припаїв льоду.

Формулювання цілей статті. Метою статті є аналіз безпеки судноводіння, а також виявлення можливих причин виникнення «льодової ріки», для подальших досліджень і розробки відповідних заходів щодо забезпечення безпеки плавання по судноплавних каналах Азовського моря в льодовій обстановці.

Виклад основного матеріалу. У морському розумінні «безпека» – це стан, за якого ризик загрози виникнення ушкодження екіпажу або збиток обмежений допустимим рівнем і є одним з аспектів якості, яка включає підготовку персоналу (навчальні та тренажерні центри підготовки морських спеціалістів), гідрографічного забезпечення, технічного оснащення, лоцманські та радіолокаційні проводки (лоцманська служба), служба регулювання руху суден, пошук і порятунків, днопоглиблення тощо.

Причини виникнення морських аварій прийнято зараховувати до суб'єктивних факторів, а саме:

- нехтування сучасними заходами безпеки;
- людський фактор;
- недотримання вимог нормативно-правових документів;
- низька професійно-кваліфікаційна підготовка членів судового екіпажу;
- недостатній контроль та слабка організація судовим менеджментом вахтової служби;

– надмірна втома екіпажу, внаслідок нераціонального планування робочого часу та відпочинку;

– відсутність почуття відповідальності у членів екіпажу.

Аналізуючи статистичні дані багаторічних досліджень, можна зробити висновок, що аварійність в 3% зберігаються практично в кожному рейсі. Цей відсоток можна стримувати на такому ж рівні, навіть збільшуючи тоннажність шляхом впровадження сучасних технологій та постійного підвищення рівня підготовки персоналу, що обслуговує судно як із боку екіпажу, так і з боку берегових служб.

Нині основні документи з безпеки судноплавства зазвичай спрямовані на перевірку готовності судна до плавання. Але, як показує практичний досвід, цих заходів замало і необхідно удосконалювати систему документального супроводу перевірки суден. Наприклад, експерти, аналізуючи загибель в 1986 році т/х «Адмірал Нахімов» біля мису Дооб, зробили висновок, що через недбале ставлення до своїх прямих службових обов'язків Служби регулювання руху суден призвело до зіткнення з т/х «Петро Васев».

Приклад т/х «Титанік» свідчить, що аварії виникають через людський фактор та нерозумні комерційні інтереси. З метою підвищення ефективності комерційної експлуатації судна, а саме скорочення часу на перетин Атлантики, як наслідок зменшення вартості, було прийнято рішення проложити свій маршрут небезпечною зоною через можливість появ айсбергів. Таким чином, судновий менеджмент прагнув продемонструвати можливості нового сучасного судна, яке не мало аналогів на той час.

Як свідчать статистичні дані, більшість великомасштабних аварій, як із загибеллю людей, так і з розливом нафтопродуктів, трапляються в акваторії портів, у вузьких проходах або поблизу узбережжя, тобто саме на ділянках, які добре контролюються постами спостереження і службами адміністрації портів. Отже, морським адміністраціям потрібно проводити додаткову підготовку в питанні не тільки готовності судна зустріти достойно аварійну ситуацію, а й вживанні відповідних заходів на березі, щоб не допустити навігаційних аварій. Сучасний аналіз показує, що тільки 20% аварійних подій належить до питань незадовільної організації вахтової служби на судні і його технічного стану, тобто до питань виконання вимог МКУБ – пожежі, загибель людей, вихід із ладу головних двигунів, втрата якоря, розлив нафти. Решта 80% – це випадки, безпосередньо пов'язані з організацією берегового забезпечення безпечного плавання суден: навали, зіткнення, посадки на мілину, незадовільне буксирне забезпечення.

Можна навести характерний приклад аварійних подій. Під час швартування судна і навалі його на причал отримана пробоїна в борту. Швартування забезпечували буксири під керівництвом лоцмана порту. Портова влада, провівши розслідування, поклала провину на капітана судна. Ретельний незалежний аналіз події показав, що буксири, «розігнавши» судно, не змогли погасити його інерцію через недостатню для їх маневру операційної смуги; навалом бортом на кордон причалу на швидкості вище допустимої судно проткнуло свій борт пристроєм кріплення причального крану; пробоїни могло б не бути, якби гідротехніки дотримувалися технічних правил кріплення відбійних пристроїв.

Тому є всі підстави покласти відповідальність за те, що трапилося не тільки на керівника швартовних операцій, але і на гідротехнічну службу порту і капітана

порту. Одні порушили технологію установки відбійних пристроїв, інші «переглянули» умови швартування. Відсутність фактичної інформації про хвилювання на берегових рекомендованих шляхах уздовж західного і східного узбережжя Чорного моря майже щорічно призводить до загибелі суден обмеженого району плавання.

В Україні, захопившись неухильним виконанням СОЛАС-74, МКУБ, «людського фактору», де в основному йдеться про організацію служби на судні, упустили той факт, що країна втратила потужний флот і головним надбанням і джерелом аварійності є порти і прибережна зона плавання, яким необхідно приділяти особливу увагу через концентрацію основних негативних явищ, що впливають на безпеку мореплавства. Так, наприклад, у дослідженнях району підхідного каналу порту Маріуполь зазначається: «<...>надзвичайно важливе з позиції безпеки мореплавства і зовсім не досліджене природне явище, яке спостерігається в Азовському морі, яке отримало назву «льодова ріка». Про це явище немає жодних відомостей у сучасній океанографічній літературі. В умовах обмеження маневреності в каналі «льодова ріка» є реальним джерелом навігаційної небезпеки. Це явище через практичну значущість вимагає подальшого детального дослідження». За відомостями, отриманими від капітанів суден і лоцманів, в акваторії Таганрозької затоки, в районі судноплавного каналу Вугільної гавані, раптово виникають відкриті течії води з льодом шириною до 100 м зі швидкістю сумірною з рухом судна, названими «льодова ріка». Вона як раптово з'являється, так і раптово зникає. Це природне явище являє собою актуальну проблему щодо забезпечення безпеки мореплавства по каналах Азовського моря в льодовій обстановці.

Практика мореплавства каналами Азовського моря показує, що судноводіння в цьому районі ускладнюється гідрометеорологічними умовами, такими як туман, мороз, вітер, дрейф льоду, зміна напрямку течії, швидке намерзання льоду й інші природні фактори. Одним із таких факторів є поява «льодової ріки».

В умовах «льодової ріки» на судно впливає дія поперечної течії, що може призвести до раптової неконтрольованої зміни напрямку руху судна та навіть посадки його на бровку каналу, чим значно знижуються критерії навігаційної небезпеки мореплавства суден каналами Азовського моря. Дані Державного підприємства «Маріупольській морський торгівельний порт» свідчать про випадки посадки суден на мілину в період льодової обстановки на підхідному каналі Вугільної гавані. Судна було видавлено на бровку на 7 км та 11 км. Через якість ґрунту, а саме через те, що він порівняно м'який. Під час знаходження судна на мілині воно дедалі більше занурюється в ґрунт, що призводить до додаткових фізичних та матеріальних труднощів, пов'язаних зі зніманням судна з мілини [9].

На судно, що було видавлено на бровку каналу, діють сили, різні за своїми значеннями і напрямками:

- дія зусилля, яке розвивається плином «льодової річки»;
- тиск ваги судна на ґрунт;
- удари хвилі спільно з льодовою шугою;
- вплив вітра;
- просідання ґрунту, викликане продавлуванням його судном;
- інші сили.

Зазвичай «льодова ріка» формується за таких умов: покриття льодового покриву Таганрозької затоки та його досягання широти $46^{\circ}10'$; наявність міцного припая уздовж усього льодового покриву; тривала дія північно-східних і східних вітрів. Допускається припущення, що причина появи «льодової ріки» залежить від рельєфу дна, а саме від кам'янистих твердих порід. Це спричинено особливістю розташування акваторії Азовського моря на Східно-Європейській платформі, Скіфській плиті і спорудах Альпійського покривно-складчастого поясу [10]. Дослідження показали, що в Азовському морі дно складається в основному з ілу, який переходить в кам'янисті породи, що створює спрямований рух води між виступами цих порід [6]. «Структура породи дна в районі узбережжя Азовського моря не однорідна, спостерігаються численні скиди кам'янистих твердих порід, що також створює умови для виникнення спрямованих підлідних течій розглянутих в роботі» [5]. Льодовий режим мілководного Азовського моря визначається в основному режимом температури повітря, напрямом і силою вітру над акваторією моря. У сукупності всі ці чинники зумовлюють надзвичайно складну картину мінливості льодових умов у часі і просторі [7]. За однією з версій, поява «льодової ріки» пов'язана з наявністю теплого джерела зливних вод міського колектору, закінчення якого знаходиться в межах розглянутої зони [10]. Також причиною виникнення «льодової ріки» служать підземні річки, які впадають в Азовське море в районі Вугільної гавані.

Аналіз всіх чинників показав, що в районі каналу Таганрозька затока покрита льодом і стоїть повний припай, канал повністю забивається шугою до дна, в тому числі і по краях каналу. Під час тривалої дії вітрів північно-східного і східного напрямів виникають згинні течії, рівень моря і льодового покриву значно знижується через згін води з Таганрозької затоки, що викликає появу в Азовському морі так званої «зворотного течії» [8]. Течія, сягаючи 5-метрової ізобати, періодично змінює напрям на захід або північний захід.

Азовський морський інститут Національного університету «Одеської морської академії» в дослідному басейні кафедри «Навігація і управління судном» провів дослідження і довів цю теорію. Як дослідив Азовський морський інститут НУ «ОМА», «льодова ріка», яка раптово зароджується і зникає, ускладнює безпеку мореплавства по судноплавних каналах мілководного Азовського моря. Утворення ополонки з течіями в крижаних масивах, а також раптовий розрив льоду призводять до його роздроблення. Ця обставина також спричиняє швидке утворення «льодової ріки», бо малі криги швидше втягуються до наростаючого руху зажорів [5]. За наявності суцільного крижаного покриву і зі збільшенням параметра його шорсткості збільшується вітровий коефіцієнт дрейфу криги (за рахунок зменшення розмірів криги), збільшуючи його швидкість.

Висновки. Таким чином, проблеми навігаційної безпеки мають вирішуватися в комплексі, з урахуванням льодової обстановки, що зустрічаються в районах плавання, з метою попередження аварійної небезпеки та підвищення безпеки судноплавства. Розглянуті можливі причини виникнення «льодової річки» в судноплавних каналах мілководного Азовського моря вимагають проведення подальших теоретичних і експериментальних досліджень у напрямі розробки заходів щодо забезпечення безпеки мореплавства в льодовій обстановці в цьому регіоні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боровская Р.В. Океанографические исследования ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне с использованием информации с ИСЗ / Р.В. Боровская, П.Д. Ломакин, Б.Н. Панов, Е.О. Спиридонова, Б.Г. Троценко. *Труды ЮгНИРО*. Керчь : ЮгНИРО, 2009. С. 41.
2. Боровская Р.В., Лексикова Л.А. Исследование ледового режима Азовского моря и Керченского пролива в зимний период 2005–2006 годов. *Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна* : Мат. II международной конференции, 26–27 июля 2006 г., ЮгНИРО, г. Керчь. Керчь, 2006. С. 60–64.
3. Боровская Р.В. Особенности ледового режима Керченского пролива за последние 20 лет на базе спутниковых наблюдений в сравнении с климатическими данными. *Фундаментальные исследования важнейших проблем естественных наук на основе интегральных процессов в образовании и науке* : тезисы Докладов международной конференции, Севастополь, МГИ НАН Украины. Севастополь, 2006. С. 13.
4. Трансарктика. URL: <http://www.aari.ru/>
5. Сазонов К.Е. Теоретические основы плавания судов во льдах. Санкт-Петербург : ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2010. 274 с.
6. Берестовой А.М. Состояние и основные проблемы ледовой проводки судов в Азовском море / А.М. Берестовой, С.Н. Перепечаев, А.А. Патлай. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2011. № 5(159). Ч. 1. С. 94–99.
7. Алекшин В.Г. Практическое судовождение / В.Г., Алекшин, В.Т. Долгогуб. Одесская национальная морская академия, 2008. 376 с.
8. Курс лекцій Стендфордського університету / Данные об уровне подземных вод на картах и графиках. URL: <https://geohydrology.ru>
9. Сайт міста Маріуполь. URL: <https://www.0629.com.ua/>
10. Океанография. URL: http://esimo.oceanography.ru/espl/index.php?sea_code=11§ion=18

REFERENCES

1. Borovskaja, R. V. (2009) Oceanographic research of YugNIRO in the Azov-Black Sea basin using information from satellites [Okeanograficheskie issledovanija JugNIRO v Azovo-Chernomorskom bassejne s ispolzovaniem informacii s ISZ]. *Trudy JugNIRO*. Kerch : JugNIRO, 2009. S. 41.
2. Borovskaja, R. V., Leksikova, L. A. (2006) Investigation of the ice regime of the Sea of Azov and the Kerch Strait in the winter period 2005-2006 [Issledovanie ledovogo rezhima Azovskogo morja i Kerchenskogo proliva v zimnij period 2005-2006 godov] *JugNIRO*, g. Kerch. Kerch, 2006. S. 60–64.
3. Borovskaja, R. V. (2006) Features of the ice regime of the Kerch Strait over the past 20 years based on satellite observations in comparison with climatic data [Osobennosti ledovogo rezhima Kerchenskogo proliva za poslednie 20let

- na baze sputnikovyh nabljudenij v sravnenii s klimaticheskimi dannymi]. MGINAN Ukrainy. Sevastopol, 2006. S. 13.
4. Transarctic. URL: <http://www.aari.ru>
 5. Sazonov K.E. (2010) Theoretical foundations of navigation of ships in ice [Teoreticheskie osnovy plavanija sudov vo ldah]. CNII im. Akad. A.N. Krylova, 2010. 274 s.
 6. Berestovoj A.M. (2011) State and main problems of ice escorting of ships in the Sea of Azov [Sostojanie i osnovnye problemy ledovoj provodki sudov v Azovskom more]. Visnik Shidnoukraïnskogo nacionalnogo universitetu imeni Volodimira Dalja № 5(159) Ch. 1. 2011. S. 94–99.
 7. Alekshin V.G. (2008) Practical navigation [Prakticheskoe sudovozhdenie]. Odesskaja nacionalnaja morskaja akademija. 2008. 376 s.
 8. Lecture course at Stanford University [Kurs lekcij Stendfordskogo universiteta]. URL: <https://geohydrology.ru>
 9. Site of the city of Mariupol [Sajt mista Mariupol]. URL: <https://www.0629.com.ua/>
 10. Oceanography [Okeanografija]. URL: http://esimo.oceanography.ru/esp1/index.php?sea_code=11§ion=18.