

УДК 656.61.052

А. О. ЛИСИЙ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ЛЬОВОЇ НАВИГАЦІЇ НА КАНАЛАХ АЗОВСЬКОГО МОРЯ

У статті обґрунтована необхідність використання в управлінні виробничою діяльністю морських портів аналізу й прогнозування сезонних процесів. Розроблений підхід до формування інформаційної бази, що враховує різноманітні форми виробничої діяльності порту в умовах льодової обстановки, що задовольняє вимоги безперервного планування й регулювання роботи порту. Запропонована і розроблена методика з безпечної проводки караванів судів з метою статистичного прогнозування. Дане визначення поняття принципу гарантовано безпечного функціонування, структурування та управління системою криголаманного проведення суден.

Ключові слова: льодова обстановка, судноплавство, сезонні коливання, прогнозування, управління судноплавством, магістральні напрямки.

В статье обоснована необходимость использования в управлении производственной деятельностью морских портов анализа и прогнозирования сезонных процессов. Разработан подход к формированию информационной базы, учитывающий различные формы производственной деятельности порта в условиях ледовой обстановки, удовлетворяющей требованиям непрерывного планирования и регулирования работы порта. Предложена и разработана методика по безопасной проводке караванов судов с целью статистического прогнозирования.

Дано определение понятия принципа гарантированно безопасного функционирования, структурирования и управления системой ледокольного проведения судов.

Ключевые слова: ледовая обстановка, судоходство, сезонные колебания, прогнозирование, управление судоходством, магистральные направления.

The article substantiates the necessity of use of analysis and forecasting of trend-seasonal processes in managing production activity of the seaports. The statistics showing fluctuation and substantial decrease in the freight turnover at the Azov Sea ports due to navigation under ice conditions is given. The definition of seasonality factor which is understood as a regular periodical recurrence of certain weather conditions depending on the season change is given. A special approach to forming the informational database which takes into account different spheres of production activity of the port under ice conditions and enables to plan and regulate the working process at the port is worked out. A method for safe harnessing of caravans of ships for the purpose of statistical forecasting has been proposed and developed. A definition of the concept of the principle of guaranteed safe operation, structuring and management of the icebreaking system is given.

Keywords: ice conditions, shipping, seasonal fluctuations, forecasting, handling ship trunk directions, traffic routes

Вступ. Організація і планування цілорічних перевезень на Азовському морі в значній мірі залежить від впливу зимового періоду навігації. В цілому, протягом льодового періоду вантажопотоки через основні порти Маріуполь і Бердянськ значно знижуються, а в окреме час припиняються зовсім.

Підвищення ефективності роботи портів Азовського моря є актуальним завданням не тільки для окремих підприємств, а й для економіки країни в цілому. Зниження вантажообігу портів, пов'язані з сезонними коливаннями і одночасне збільшення експлуатаційних витрат на утримання портового флоту необхідно враховувати в їх виробничій діяльності, тому вироблення методичного інструментарію прогнозування цих процесів, а також завдання формування відповідної інформаційної статистичної бази для прийняття рішень є дуже актуальними.

Вихідна інформація про плановані вантажопотоки включає: кількість суднопроходів в рік і середньодобовий суднопотік протягом місяця з найбільшим суднооборотом; склад вантажопотоку за типами судів, їх розмірним і кількістю.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Завдання управління судноплавством в Азовському морі, можна поділити на дві групи.

Перша – це завдання, що виникають при поточному управлінні та оперативному плануванні, друга група – завдання, що виникають при плануванні комплексу робіт в умовах введення льодової обстановки.

Рішення даних завдань пов'язано з вибором входних параметрів, що мають статистичний або стохастичний характер, обумовлений впливом фактора сезонності [1].

Під фактором сезонності розуміється регулярний періодичний наступ певних погодних умов, пов'язаних зі зміною пори року. Порти Азовського моря з приходом зими в більшості випадків переходять на режим «льодової» обстановки, де проводяться комплексні заходи для досягнення оптимальних показників з вантажопереробки паралельно із забезпеченням безпеки мореплавства.

Вплив сезонності особливо позначається як на роботі морського транспорту в цілому, де в значній мірі проглядається залежності від цих умов, так і на роботу криголама, суден портового флоту з льодовим класом в період «льодової» обстановки і зміст цього флоту після закінчення «льодової» обстановки на увазі їх простою.

Інформація про характеристики природних (зовнішніх) умов представляються у вигляді: планів акваторій трасуючого каналу та прилеглої території; літологічних розрізів за проектованими трасами каналу з характеристиками ґрунтів; елементів метеорологічного режиму, включаючи дані про повторюваність вітрів (по швидкості, напрямку та тривалості); дані про характер течій (напряму та швидкості); хвилеутворення 3% забезпеченості; графіка забезпеченості щодобових рівнів води; середньорічний метеорологічної дальності видимості і переважаючого для даного району коефіцієнта прозорості атмосфери з повторюваністю не менше 65%; тривалість льодового періоду; дані про динаміку берега і інтенсивності руху наносів [2].

Ціль та задачі дослідження. При розгляді динаміки легко виявити повторювані підйоми і спади рівнів обсягів вантажопереробки в залежності від сезону морських перевезень.

© А. О. Лисий. 2017

Очевидним є циклічний механізм, який формує сезонні коливання – щорічно повторювані зміни природно-кліматичних умов. Але якщо це справедливо для галузей, прямо зазнають вплив циклічних змін природно-кліматичних умов, то для підприємств морського транспорту умови «льодової» обстановки пов'язані зі значними зусиллями щодо забезпечення вантажообігу і направлення додаткових фінансових і технічних ресурсів для криголамного і допоміжного флоту [3].

Матеріали та методи дослідження по забезпеченню безпечної льодової навігації на каналах Азовського моря. Організація льодової навігації на

основних магістральних напрямках досліджується методами динамічного програмування викладеними Р. Беллманом та розвинутими В. Вінніковим, В. Немчиковим, Л. Кендаллом та іншими.

У табл. 1 наведено динаміки навантаження на динаміку проводок суден Маріупольського порту за період 2010-2013рр., коли «льодова» обстановка вводилась, з якої видно, що в зимовий період велике навантаження лягає на допоміжний і криголамний флот.

У 2014-2016 рр. через позитивні температурні показники «льодова» обстановка не вводилась і навантаження на допоміжний і криголамний флот різко падає (табл. 2).

Таблиця 1 – Динаміка проводок судів в порт Маріуполь 2010-2013рр.

Рік	Заведено криголамом при льодової (к-тьсудів)				Кількістьсуднозаходів за місяцьпоза льодової								Втрати часу завантаження/розвантаження через погодні умови (на добу) при льодовій / поза льодової
	Груд.	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	
2010	-	48	73	62	272	274	204	240	252	248	265	270	230/ 140
2011	-	45	72	68	263	270	282	278	268	280	275	276	232 / 96
2012	32	54	70	63	296	278	283	292	288	275	278	282	245 / 132
2013	-	48	74	42	256	278	283	278	243	235	220	229	216 / 126

Таблиця 2 – Робота криголамного буксира «Капітан Маркін» в порту Маріуполь з 2013р. - 2016р.

Рік	Кількість днів зайнятих забезпеченням судно заходів												Всього виходів з порту на протязі року (на добу)
	Груд.	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	
2013	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2014	1	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
2015	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Таким чином, сезонні коливання температури впливають на організацію і фінансові результати Маріупольського порту в зимовий час.

Результати дослідження по забезпеченню безпечної льодової навігації на каналах Азовського моря. Використання криголамного флоту, наприкладі буксира з льодовим класом «Капітан Маркін», щодо забезпечення суднозаходів в період «льодової», який практично весь календарний рік знаходиться біля причалу, не враховує різноманітні форми виробничої діяльності порту, при якій дохідна частина повинна бути вище витрат на експлуатацію флоту.

В цілому робота портів відбувається в умовах складних переплетень господарських зв'язків між різними галузями економіки нашої держави та економіки зарубіжних країн. Сезонні коливання, у цьому випадку мають більш складний характер – генеруються в одному районі плавання, передаються в інші, перетворюються і знову продовжують рух, збуджують в наступних ланках циклу морського транспорту відповідні коливання [4].

Обговорення результатів дослідження по забезпеченню безпечної льодової навігації на каналах Азовського моря. З методичних міркувань ділянку

водного шляху в умовах льодового судноплавства в неарктичних морях льодові умови можна розділити на три типи: суцільний дрейфуючий і торосистий лід (припай); розріджений, включаючи битий лід різної згуртованості (у балах) і вільна водна поверхня.

Тому першими статистичними методами визначаються ділянки траси, які надають серйозні труднощі для плавання по водному шляху, наприкладі Азовського моря, характеризуються протяжністю льодових трас, а також шириною прибережного льодового поясу, або розташуванням кромки льоду у відкритому морі.

В цілому робота портів відбувається в умовах складних переплетень господарських зв'язків між різними галузями економіки нашої держави та економіки зарубіжних країн. Сезонні коливання в цьому випадку мають більш складний характер – генеруються в одному районі плавання, передаються в інші, перетворюються і знову продовжують рух, збуджують у наступних ланках циклу морського транспорту відповідні коливання.

Проводка суден по магістральним каналам в льодових умовах характеризується не тільки обмеженістю ширини вільного проходу каравану судів, але також і високим рівнем мінливості зовнішнього середовища і навколишнього оточення.

Морські канали відрізняють жорсткі обмеження по габаритам судів, суднопотокам і природним умовам плавання. В якості критерію визначення габаритів морського каналу прийнята навігаційна безпека руху суден.

Для вирішення завдання по принципу гарантовано безпечного управління льодовим караваном проаналізовані складові транспортної системи «порт-канали-судно-зовнішнє середовище»:

- аналіз методів вибору максимально припустимих головних розмірностей суден на каналах, фарватерах та зонах маневрування;

- дослідження характеру зовнішніх природних навантажень на судна під час льодових операцій на водних шляхах;

- аналіз методів оцінки ходовості криголамів;

- визначення умов безпечного руху суден каравану.

На основі методу дедукції – сходження від «загального» до «особистого» через «часткове» здійснено спостереження розвитку судноплавства як сфери матеріального виробництва у вигляді роботи суден, за рахунок чого, згідно закону ринка, формується комерційна складова транспортного процесу. До виробництва віднесені: праця людей, предмети праці (вантаж та/ або пасажери) та засоби праці (судна). Комерційна складова спрямована на використання суден за призначенням з додержанням правил морських перевезень, забезпечення матеріальними, фінансовими та висококваліфікованими кадрами для дотримання справного технічного стану, морехідності та готовності судна до переходу.

Управління судноплавством вирішує проблеми: забезпечення провізної здатності портів, каналів, шлюзів та інших гідроспоруд; збільшення габаритів, швидкостей та технічного вдосконалення транспортних засобів; підвищення ефективності функціонування ергатичних систем, зокрема, кваліфікаційного рівня судових операторів та операторів берегових навігаційних комплексів і систем.

Безпека та екологічність судноплавства вимагає високоєфективного менеджменту заснованого на принципах поінформованості, визначеності та відповідальності.

Враховуючи методологічну поетапність системного аналізу про відділення зовнішнього середовища від об'єкта спостереження, судноплавство було поділене на транспортний процес та зовнішнє природне середовище.

Зовнішнє природне середовище регіонів Азовського моря спостерігалось за його властивостями викладеними у Лоції Чорного та Азовського морів: навігаційними, географічними, гідрометеорологічними та гідрологічними по відношенню до умов плавання суден. Результати спостереження показали, що плавання суден у Азовському морі тривалий час здійснюється у неадекватних умовах стосовно мілководдя, зміни форми, термодинамічного й агрегатного станів повітря та водної поверхні.

Інформаційний пошук викрив важливу проблему у судноплавстві України – нерегулярність морських перевезень за сезонами року, яка викликана зміною стану природного середовища, обмальною транспортних засобів для стабілізації вантажопотоків та відсут-

ністю регламенту при льодових проведеннях караванів суден.

Особливо звертає на себе увагу задача вибору маршрутів просування суден у льодових умовах. Використовуючи принцип оптимальності Беллмана, здійснено його модифікацію для вибору оптимального маршруту руху судна, яка об'єднує ідеї: динамічного програмування в якості загальної методології метода гілок й вершин – для виключення домінуючих значень функції оптимальності кожного елемента комбінаторного простору; метода відсічення – для зменшення розмірності комбінаторного простору на базі статистичного рекорду; локального метода – для формування адаптивного рекорду [5].

Отримане рішення, сформоване на принципі: якщо маршрут оптимальний для початкової та кінцевої точок, то він оптимальний і для кожної його проміжної точки, актуальне для мілководдя суден, які здійснюють самостійне плавання за багатонаправленими маршрутами, чого не спостерігається у морському регіоні, який досліджується у зимовий період.

Другий аспект транспортної діяльності, що вивчається, пов'язаний з підвищенням ефективності роботи флоту у льодових умовах, яку досліджував Ю. Глебоко з застосуванням техніко-економічного підходу.

Дослідження було направлено на зниження експлуатаційних витрат від роботи суден – постачальників на протязі трьох років у арктичних умовах плавання. Результати рішення виявилися невітнішими: в умовах обмежень по потужностям, техніці та людському ресурсу рекомендовано: з підвищенням інтенсивності льодових та перевантажувальних операцій підвищувати тарифи на перевезення вантажів або підвищити швидкість руху судна. Перше – зменшує привабливість перевезень, а друге – збільшує небезпеку плавання.

Подальше вивчення теорії льодового корабля запропонованою К.Е. Сазоновим, яка базується на роботах О. М. Крилова, Ю. А. Шиманського, В. І Каштеляна, В. О. Зуєва, Л. Г. Цоя та інших, уточнює характеристики міцності та керованості суден в льодах. Центральним проблемним аспектом цієї теорії є питання про льодопрохідність з визначенням льодового впливу на корпус судна [6].

За результатами здійсненої експертної оцінки значених аспектів найбільш перспективним обране управління суднами для безпечного плавання у зимовий період року шляхом роботи криголамів по гармонізації пропускної здатності морських каналів та фарватерів.

Цілі і задачі дослідження обґрунтовувались відповідно до етапів системного аналізу. Для можливості гармонізації льодового проведення суден до рівня гарантованої безпеки поставлена задача – створення принципу гарантовано безпечного управління караваном на морських каналах та фарватерах.

Правила льодового проведення суден містять загальні класифікаційні ознаки льоду для неарктичних вод Землі за: віком, формою, складом та станом, але організація та планування льодового плавання суден потребує наявності реальної, спрогнозованої картини льодової обстановки у регіоні.

Організація регулярних перевезень у льодах потребує наявності характеристик льодового покрову та термінів зміни його агрегатного стану, які б визначались за спеціальним методом оцінювання льодових обставин на окремих ділянках водного шляху.

Для вирішення питання щодо вибору ефективного метода оцінки ходовості суден в льодах здійснено аналіз методів: графоаналітичного розрахунку льодової ходовості при проектуванні судна; аналітичного визначення опору руху судна у битому льоді за криголамом; чисельного кінцевоелементного моделювання для оцінки льодової ходовості судна у експлуатаційних умовах.

Аналіз методів здійснено шляхом їх порівняння: чисельного експерименту з кінцевоелементними моделями здійсненого В. А. Лобановим та проектними полуаналітичними ідеальними методиками за окремими показниками. По ходовості судна: ідеальна льодова ходовість зведе рух судна до абсолютно прямолінійного, а реальна – залежить від характеристик льоду та ефективності управління судном з постійною наявністю ризику, дрейфу та льодових навантажень. По льодовим зусиллям: ідеальні методи занижують рівень льодових навантажень та моделюють неадекватний розгін судна, реальні – передбачають змінність льодового опору особливо у поперечному напрямку відносно корпусу судна, яка спостерігається на відстані 10-20 метрів. За часом: ідеальні методи статичні, а реальні – демонструють прискорення пов'язані з деформацією льодової поверхні на площі каналу.

Результати чисельного експерименту за відсутністю експериментальних даних по льодовій ходовості суден у зрівнянні з полуаналітичними методами представляють джерело достовірної інформації та засоби адекватного рішення задач безпеки руху під час льодових проведень караванів [7].

Для вирішення обґрунтування умови безпечного руху суден каравану у льодовому каналі за криголамом були проаналізовані методи оцінки льодової міцності Д. Є. Хейсіна та Ю. М. Попова для проектування і В. А. Лобанова для експлуатації суден.

Д. Є. Хейсіна та Ю. М. Попов розглядали льодовий покрив як ізотропну пластину, яка лежить на воді. Характер льодових навантажень на обшивку судна: ніс, корма – удар об лід; середня частина корпусу – статичне стиснення льодовими полями. Метод містить полуемпіричні залежності для визначення навантажень на: бортовий набір, зовнішню обшивку палуби та поперечні перебірки судна, а визначена крива льодової міцності, яка відповідає швидкості руху судна для умов межі текучості сталі, наведена у льодовому паспорті судна [8].

В. А. Лобановим запропонований метод імітаційного чисельного моделювання процесу співудару судна з льодом на основі кінцевоелементної моделі взаємодіючих об'єктів: судно-крижане поле-вода, головним достоїнством якого є можливість оцінки пошкоджень судна.

Для кількісного аналізу автор використав параметр пошкоджень (D), який представляє суму множень пластичних деформацій кінцевих елементів на їх відносну площу:

$$D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^e S_{ij} \overline{A_{ij}}, \quad (1)$$

де i – порядковий номер конструкції бортового перекриття; k – кількість конструкцій бортового перекриття; j – порядковий номер кінцевого елемента i -ої конструкції; e – кількість кінцевих елементів i -ої конструкції; S_{ij} – площа пластичної деформації j -го елемента i -ої конструкції; $\overline{A_{ij}}$ – відносна площа j -го кінцевого елемента i -ої конструкції.

Результати імітаційної апробації метода вибору максимально безпечних розмірностей великовантажного судна, який рухається під проведенням двох буксирів у ордері при заведених буксировочних кінцях через центральні ключі та швидкістю руху ордеру у $2 \div 3$ вузли підтвердили можливість збільшення довжини та ширини судна у 1,5 рази без зниження рівня безпеки судноводіння, але потребує підвищення рівня культури судноводіння шляхом спеціальної підготовки [9].

Критеріями безпеки руху каравану стало обмеження швидкості $V_k \in [1,5; 3,0]$ вузли та навігаційна безпека у вигляді культури (надійності) судноводіння.

Принцип гарантовано безпечного управління караваном суден полягає у забезпеченні рівномірного поступового руху каравану без прискорень з обмеженою швидкістю у $1,5 \div 3,0$ вузли [10].

Процедура структурування каравану ґрунтується на співвідношенні

$$L_k = 33,3nV_k + \sum_1^n L_{c(i)}, \quad (2)$$

де n – кількість суден у каравані; $L_{c(i)}$ – довжина i -го судна; $V_k \in [0; 6,0]$ вузлів та $\in [6; 7]$ міль при ступені стиснення льоду $St = 0$; $\in [1,0; 1,2]$ миль при $St = 1$; $\in [0,2; 0,25]$ миль при $St = 2$; $\in [0,02; 0,05]$ миль при $St = 3$.

Для морського шляху Азовського моря оптимальні складні каравани великотоннажних суден під проводкою двох криголамів, які забезпечують рівномірний рух каравану у припаї з товщиною льоду до 1,5 метри.

Процедура управління караваном відповідає максимуму коефіцієнта ефективності управління

$$\varepsilon_n = 3 \cos \alpha / (4 - \cos \alpha), \quad (3)$$

де α – середній кут ризику суден у льодовому каналі $\alpha \in [6; 13^\circ]$ та культурі судноводіння з командним, синергічним стилем керування караваном капітаном лідируючого криголама.

Висновки. Концепція у вигляді принципу гарантовано безпечного функціонування, структурування та управління системою криголаманого проведення суден визначила, цільову функцію та критерій безпечного управління караваном суден, як співвідношення мінімально неминучих витрат на регулярні перевезення до витрат за фактично виконану роботу

Рішення методичних питань прогнозування ван-

тажопереробки морського порту з урахуванням сезонних коливань є необхідним етапом на шляху вдосконалення управління роботою морського транспорту.

Такий підхід до прогнозування може бути застосований для широкого діапазону напрямів і проблем, пов'язаних з плануванням роботи флоту і портів.

Основні положення аналізу та прогнозування трен-сезонних коливань роботи морського транспорту, дозволяє вести розробку і реалізацію сучасних інформаційних технологій в загальній системі галузевого управління щодо вдосконалення систем безпечного керування транспортними засобами.

Список літератури:

1. Лысый, А. А. Управление деятельностью государственных портов в условиях ледовой обстановки [Текст] / А. А. Лысый // Государственное управление. – 2010. – Т. XI, Вып. 147. – С. 222–235.
2. Беллман, Р. Динамическое программирование [Текст] / Р. Беллман. – М.: Наука, 1995. – 264 с.
3. Голіков, В. В. Досвід проведення суден криголамом «Капітан Білоусов» в льодову навігацію по Азовському морю [Текст] / В. В. Голіков, А. А. Лисий, П. А. Костенко // Суднові енергетичні установки. – 2011. – Вып. 27. – С. 39–44.
4. Лобанов, В. А. Моделирование взаимодействия льда с конструкциями [Текст] / В. А. Лобанов // Вестник научно-технического развития. – 2011. – № 10 (50). – С. 31–39.
5. Репетей, В. Д. Особенности зимней навигации в Азовском море [Текст] / В. Д. Репетей, В. В. Голіков, П. А. Костенко, А. А. Лысый // Судовождение. – 2009. – Вып. 17. – С. 155–163.
6. Сазонов, К. Е. Управляемость судов во льдах: методы определения ледовых сил, действующих на движущийся по криволинейной траектории корпус, и зависимости показателей поворотливости судов от характеристик корпуса внешних условий [Текст]: дисс. ... д-ра техн. наук / К. Е. Сазонов. – СПб.: ФГУП «ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова», 2004. – 285 с.
7. Леонтьев, И. В. Понятие и сущность сезонных экономических явлений [Текст] / И. В. Леонтьев. – М.: Статистика, 2003. – С. 38–45.
8. Лобанов, В. А. Численная оценка ледовых качеств судна. Прочность [Текст] / В. А. Лобанов // Вестник научно-технического развития. – 2011. – № 12 (52). – С. 7–25.
9. Matiychuk, O. Estimation of transport accessibility of the Capital Economic Region [Text] / O. Matiychuk, A. Babenko, P. Yanovsky, L. Sulyma // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 2, Issue 3 (86). – P. 31–40. doi: [10.15587/1729-4061.2017.98118](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98118)
10. Bosov, A. Formation of separate optimization models for the analysis of transportation-logistics systems [Text] / A. Bosov, N. Khalipova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 3, Issue 3 (87). – P. 11–20. doi: [10.15587/1729-4061.2017.103220](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103220)

Bibliography (transliterated):

1. Lysyi, A. A. (2010). Upravlenie deyatel'nost'yu gosudarstvennyh portov v usloviyah ledovoy obstanovki. Derzhavne upravlinnia, XI (147), 222–235.
2. Bellman, R. (1995). Dinamicheskoe programmirovaniye. Moscow: Nauka, 264.
3. Holikov, V. V., Lysyi, A. A., Kostenko, P. A. (2011). Dosvid provedennia suden kryholamom «Kapitan Bilousov» v lodovu navihatsiiu po Azovskomu moriu. Sudnovi enerhetychni ustanovky, 27, 39–44.
4. Lobanov, V. A. (2011). Modelirovaniye vzaimodejstviya l'da s konstruktsiyami. Vestnik nauchno-tekhnicheskogo razvitiya, 10 (50), 31–39.
5. Repetei, V. D., Golikov, V. V., Kostenko, P. A., Lysyi, A. A. (2009). Osobennosti zimnei navigatsii v Azovskom more. Sudovozhdenie, 17, 155–163.
6. Sazonov, K. E. (2004). Upravlyaemost' sudov vo l'dah: metody opredeleniya ledovyh sil, deistvuyushchih na dvizhushchiysya po krivolineinoi traektorii korpus, i zavisimosti pokazatelei povorotlivosti sudov ot harakteristik korpusa vneshnih usloviy. Sankt-Peterburg: FGUP «CNII im. akad. A. N. Krylova», 285.
7. Leont'ev, I. V. (2003). Ponyatie i sushchnost' sezonnyh ehkonomicheskikh yavleniy. Moscow: Statistika, 38–45.
8. Lobanov, V. A. (2011). Chislennaya ocenka ledovyh kachestv sudna. Prochnost'. Vestnik nauchno-tekhnicheskogo razvitiya, 12 (52), 7–25.
9. Matiychuk, O., Babenko, A., Yanovsky, P., Sulyma, L. (2017). Estimation of transport accessibility of the Capital Economic Region. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (3 (86)), 31–40. doi: [10.15587/1729-4061.2017.98118](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98118)
10. Bosov, A., Khalipova, N. (2017). Formation of separate optimization models for the analysis of transportation-logistics systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (3 (87)), 11–20. doi: [10.15587/1729-4061.2017.103220](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103220)

Надійшла (received) 13.07.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Забезпечення безпечної льодової навігації на каналах Азовського моря/ Лисий А.О. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 20(1242). – С.25–29. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Обеспечение безопасной ледовой навигации на каналах Азовского моря/ Лысый А. А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 20(1242). – С.25–29. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

The ensuring safe ice navigation on the Azov Sea channels/ Lysyi A. //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 20 (1242).– P.25–29. – Bibliogr.:10. – ISSN 2079-5459

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Лисий Андрій Олександрович – кандидат технічних наук, Азовський морський інститут Національного університету "Одеська морська академія", доцент кафедри Навігації і управління судном; вул. Чорноморська, 19, м. Маріуполь, Україна, 87517; e-mail:anlis@ami.edu.ua.

Лысый Андрей Александрович – кандидат технических наук, Азовский морской институт Национального университета "Одесская морская академия", доцент кафедры Навигации и управления судном; ул. Черноморская, 19, г. Мариуполь, Украина, 87517; e-mail:anlis@ami.edu.ua.

Lysyi Andriy – candidate of technical sciences, Azov Maritime Institute of National University "Odessa Maritime Academy", associate professor of the department Navigation and handling ship; Chernomorskaya St., 19, Mariupol, Ukraine, 87517; e-mail:anlis@ami.edu.ua.