

УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖООБІГОМ В УМОВАХ ЗИМОВОЇ НАВІГАЦІЇ В АЗОВСЬКОМУ МОРІ

Лисий Андрій Олександрович, к.т.н., доцент кафедри Судноводіння та морських перевезень, Азовський морський інститут м. Маріуполь.

Lysyy Andrew, Ph.D., Associate Professor, AZOV MARITIME INSTITUTE, Mariupol.

Lysyy A. Management of a cargo turn-over in the conditions of winter navigation in the Azov sea.

The necessity of use for management of industrial activity of seaports of the analysis and forecasting of seasonal processes is reasonable In the article. The statistical data which show essential reduction of a cargo turn-over of ports of sea of Azov in ice conditions are cited. "Channels-vessels-environments" are analysed structure of transport system. Necessity to consider a principle of the guaranteed safe management by an ice caravan on dangerous plots of a waterway at the expense of improvement of methods of an effective utilisation of ice breakers and an order of movement and as consequence of forecasting and increase of an overall performance of ports of sea of Azov is underlined. It is noticed that management of caravans of courts bases on experience of marine practice in the winter, and procedure of an ice pilotage on shipping routes till this time remains independent. Some aspects of transport activity connected with increase of an overall performance of fleet in ice conditions are allocated. By results of the carried out expert estimation of the indicated aspects, the most perspective selects management of courts for safe swimming during the winter period of year by work of ice breakers on harmonisation of throughput of marine channels and waterways. The made definition of concept, principles of necessarily safe functioning, structurization and management of system of an icebreaking pilotage. The special approach to formation of a choice of an effective evaluation procedure of popularity of courts in the conditions of ice conditions which meet the requirements of continuous planning and regulation of work of port is developed. The device of statistical forecasting which includes all stages of processing of dynamic numbers is offered and improved: the analysis of seasonal processes, forecasting of a seasonal wave and construction of confidential intervals.

Лисий А.О. Управління вантажообігом в умовах зимової навігації в азовському морі.

У статті обґрунтована необхідність використання в управлінні виробничою діяльністю морських портів аналізу й прогнозування сезонних процесів. Наведені статистичні дані, що показують істотне зменшення вантажообігу портів Азовського моря у період льодової обстановки. Проаналізовані складові транспортної системи «порт-каналі-судно-зовнішнє середовище». Підкреслено необхідність розглянути принцип гарантовано безпечного управління льодовим караваном на небезпечних ділянках водного шляху за рахунок удосконалення методів ефективного використання криголамів та порядку руху і як слідство прогнозування та підвищення ефективності роботи портів Азовського моря. Зауважується, що управління караванами суден взимку базується на досвіді морської практики, а процедура льодового проведення суден на морських шляхах до цього часу остається нерегламентованою. Виділені деякі аспекти транспортної діяльності, пов'язані з підвищенням ефективності роботи флоту у льодових умовах. За результатами здійсненої експертної оцінки зазначених аспектів, найбільш перспективним обране управління суднами для безпечного плавання у зимовий період року шляхом роботи криголамів по гармонізації пропускної здатності морських каналів та фарватерів. Дане визначення поняття принципу гарантовано безпечного функціонування, структурування та управління системою криголамного проведення суден. Розроблений спеціальний підхід до формування

вибору ефективного метода оцінки ходовості суден в умовах льодової обстановки, що задовольняє вимоги безперервного планування й регулювання роботи порту. Запропонований і вдосконалений апарат статистичного прогнозування, що включає всі стадії обробки динамічних рядів: аналіз сезонних процесів, прогнозування сезонної хвилі й побудову довірчих інтервалів.

Лысый А.А. Управление грузовым оборотом в условиях зимней навигации в азовском море.

В статье обоснована необходимость использования в управлении производственной деятельностью морских портов анализа и прогнозирования сезонных процессов. Приведены статистические данные, которые показывают существенное уменьшение грузового оборота портов Азовского моря в период ледовой обстановки. Проанализированы состав транспортной системы «каналы-судно-внешняя среда». Подчеркнута необходимость рассмотреть принцип гарантированного безопасного управления ледовым караваном на опасных участках водного пути за счет усовершенствования методов эффективного использования ледоколов и порядка движения и как следствие прогнозирования и повышения эффективности работы портов Азовского моря. Отмечается, что управление караванами судов зимой базируется на опыте морской практики, а процедура ледовой проводки судов на морских путях до этого времени остается нерегламентированной. Выделены некоторые аспекты транспортной деятельности, связанные с повышением эффективности работы флота в ледовых условиях. По результатам осуществленной экспертной оценки указанных аспектов, наиболее перспективным избрано управление судами для безопасного плавания в зимний период года путем работы ледоколов по гармонизации пропускной способности морских каналов и фарватеров. Данное определение понятия, принципы гарантированно безопасного функционирования, структурирование и управление системой ледокольной проводки судов. Разработан специальный подход к формированию выбора эффективного метода оценки ходкости судов в условиях ледовой обстановки, которая удовлетворяет требования непрерывного планирования и регулирования работы порта. Предложен и усовершенствован аппарат статистического прогнозирования, который включает все стадии обработки динамических рядов: анализ сезонных процессов, прогнозирование сезонной волны и построение доверительных интервалов.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності роботи портів Азовського моря є актуальним завданням не тільки для окремих підприємств, але і для економіки країни в цілому. Зниження вантажообігу портів, пов'язані з сезонними коливаннями необхідно враховувати в їх виробничій діяльності, тому вироблення методичного інструментарію прогнозування та забезпечення цих процесів, а також завдання формування відповідної інформаційної статистичної бази для прийняття рішень є досить актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням управління діяльністю портів: теоретичним та практичним аспектам присвятили свої праці такі вчені, як: Попов В., Карпов Г, Сафронов В., Демьянов В., Ліцкевич А. Але проблема управління вантажообігом в умовах зимової навігації в азовському морі досліджено не достатньо, що й обумовлю актуальність таких досліджень.

Метою статті є розробка принципу безпечного управління льодовим караваном на небезпечних ділянках Азовського моря за рахунок удосконалення методів ефективного використання криголама та порядку руху.

Виклад основного матеріалу. Розвиток судноплавства підвищує завантаження морських шляхів. Разом із збільшенням чисельності суден неухильно зростають їх розміри і швидкість, що ускладнює судноводіння. Особливо це стосується зимової навігації, коли інтенсивність руху суден на морських каналах та фарватерах за погодних умов знижується

у декілька разів, а іноді рух суден повністю припиняється. У північній частині Чорного та Азовського морів біля узбережжя України льодова обстановка триває від трьох до п'яти місяців, що змушує здійснювати небезпечні проводки суден у льодових умовах.

Управління караванами суден взимку базується на досвіді морської практики, а процедура льодового проведення суден на морських шляхах до цього часу остається нерегламентованою. Тому, з таких обставин, чим раніше і надійніше можна передбачати поведінку суден в льодових умовах, тим безпечніше і ефективніше можна здійснювати управління проведенням караванів.

Необхідно розглянути принцип гарантовано безпечного управління льодовим караваном на небезпечних ділянках водного шляху за рахунок удосконалення методів ефективного використання криголамів та порядку руху і як слідство прогнозування та підвищення ефективності роботи портів Азовського моря.

Для вирішення цього завдання 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 природніх 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 високоефективного 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 природнє середовище.

Зовнішнє природнє 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. Умови інформаційного забезпечення судноплавства на водних шляхах Азовського моря спостерігались під кутом відповідності встановлених засобів навігаційного забезпечення (ЗНЗ) регіону А згідно вимог міжнародної асоціації маячних служб (МАМС). Результати спостереження свідчать про те, що відхилення від вимог МАМС спостерігаються у зимову навігацію 3-за руху льоду, коли більшість вогнів знаків, що світяться, та віх замінюються зимовими сигароподібними буями й рейс віхами, які не світяться. Стан транспортного процесу на Азовському морі досліджувався за статистичними даними вантажопотоків Маріупольського та Бердянського морських торговельних портів, які щорічно спочатку року наводяться у журналі «Порти України». Дані показують, що вантажообіг

Маріупольського порту посідає четверте місце серед морських торговельних портів України. На відкритій ділянці Азовського моря довжиною біля 100 морських миль між Маріуполем та Керчю спостерігаються періодичні сезонні коливання вантажопотоків, що викликано зміною взимку агрегатного стану водної поверхні. Викликає занепокоєння технічні спроможності та стан суден льодового класу, які експлуатуються у даному регіоні, пов'язане з їх невідповідністю вимогам класифікаційних товариств по міцності, а криголама «Капітан Білоусов» - по технічному стану за віком та обмеженістю іншої криголавної техніки.

Інформаційний пошук викрив важливу проблему у судноплаванні України – нерегулярність морських перевезень за сезонами року, яка викликана зміною стану природного середовища, обмаллю транспортних засобів для стабілізації вантажопотоків та відсутністю 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. Отримане рішення, сформоване на принципі: якщо маршрут оптимальний для початкової та кінцевої точок, то він оптимальний і для кожної його проміжної точки, актуальне для мілкосидячих суден, які здійснюють самостійне плавання за багатонаправленими маршрутами, чого не спостерігається у морському регіоні, який досліджується у зимовий період.

Другий аспект транспортної діяльності пов'язаний з підвищенням ефективності роботи флоту у льодових умовах, а саме: 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, уточнює характеристики міцності та управляємості суден в льодах. Центральним проблемним аспектом цієї теорії є питання про льодопрхідність з визначенням льодового впливу на корпус судна. За результатами здійсненої експертної оцінки зазначених аспектів найбільш перспективним обрано управління суднами для безпечного плавання у зимовий період року шляхом роботи криголамів по гармонізації пропускної здатності морських каналів та фарватерів. Поставлені цілі і задачі обґрунтовувались відповідно до етапів системного аналізу. В цю основу покладені «Правила льодового проведення суден» (2011р.) та теорія льодового корабля для систематизації складових транспортної операції льодового проведення: «судна льодового класу – судноводіння – водний шлях – навколишній природний простір» та представлені у вигляді системи управління з криголавної проведення каравану суден (рис.1). Для можливості гармонізації льодового проведення суден до рівня гарантованої безпеки поставлена задача – створення принципу гарантовано безпечного управління караваном на морських каналах та фарватерах. Організація регулярних перевезень у льодах потребує наявності характеристик льодового покриву 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.



Рис. 1. Загальна схема системи управління криголамним проведенням каравану суден.

Аналіз методів здійснено шляхом їх порівняння: чисельного експерименту з кінцевоелементними моделями здійсненого В.А.Лобановим та проектними полуаналітичними ідеальними методиками по окремих показникам. 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. На рис.2 наведений типовий вигляд кривої ходовості криголама, яка визначається під час іспитів.

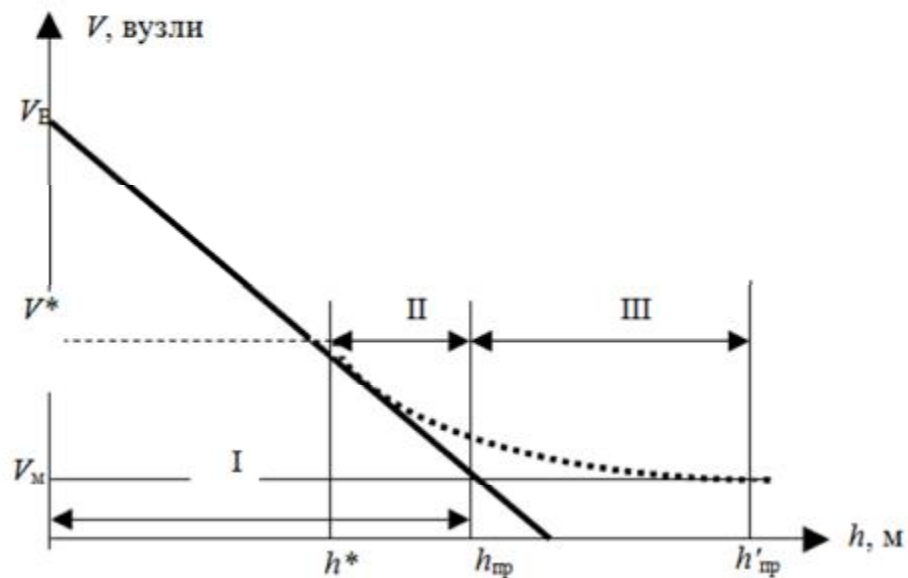


Рис. 2. Типовий вигляд кривої ходовості криголама

Ділянці I відповідає прямолінійний рух судна у суцільному льоду зі швидкістю:

$$V = V_B - (V_B - V_M)h_l/h_{пр}, \quad (1)$$

де V_B – швидкість руху судна на чистій воді; V_M – мінімально стійка швидкість руху судна; h_l – поточна товщина льоду; $h_{пр}$ – гранична товщина льоду, яку долає судно неперервною ходою з V_M при потужності $N_{пр}$. На ділянці II судно може рухатися неперервною ходою на малих швидкостях або набігами, а на ділянці III – тільки набігами. Швидкість руху судна на цих ділянках дорівнює, де V^* , h^* – значення швидкості та товщини льоду, при яких рух судна неперервною ходою та набігами здійснюється з однаковою інтенсивністю. Довжина гальмівного шляху судна під час подолання торосу визначається рішенням диференціального рівняння прямолінійного руху по універсальній залежності між швидкістю та тормозним шляхом:

$$l_{п} = (V^*)^2 / (2a), \quad (2)$$

де a – прискорення, яке визначається з диференціального рівняння руху. Потужність суден льодового плавання та криголаму (МВт) визначалась напівемпіричною залежністю; де $L_{л}$, $B_{л}$ – довжина та ширина судна на рівні площі конструктивної ватерлінії, м.

Для подальшого встановлення порядку роботи криголама у каравані в залежності від експлуатаційної потужності, льодового навантаження та умов руху каравану, є метод оцінки ходовості криголама у експлуатаційних умовах плавання. Для вирішення обґрунтування умови безпечного руху суден каравану у льодовому каналі за криголамом були проаналізовані методи оцінки льодової міцності для експлуатації суден. Якщо розглядали льодовий покрів як ізотропну пластину, яка лежить на воді, а 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. 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 сумму множень пластичних деформацій кінцевих елементів на їх відносну площу:

$$D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^e S_{ij} \overline{A_{ij}}, \quad (3)$$

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.

Для перевірки такого підходу у зимові навігації 2011 – 2014р.р. під час проведення караванів суден криголамом «Капітан Білоусов» по Азовському морю здійснено 459 оглядів пошкоджень корпусів суден вздовж ватерлінії від носу до корми з обох боків. Для спрощення розрахунків визначалась не відносна площа елементів A_{ij} , а відносна довжина пошкоджень по периметру ватерлінії судна. Результати статистичної обробки даних з максимальною відносною похибкою у $10 \pm 4\%$ дозволили отримати емпіричну залежність визначену за методом найменших квадратів у наступному вигляді:

$$D_{ij} = \begin{cases} 7,69568 \cdot 10^{-8} \cdot 755398 h_l V^{(5,12-2,68h_l)} & \text{при } 0 < h_l \leq 0,5; \\ 2,523 \cdot 10^{-6} \cdot 735 h_l V^{(5,12-2,68h_l)} & \text{при } 0,5 < h_l \leq 0,8. \end{cases} \quad (4)$$

Аналіз цього виразу, де розмірності швидкості руху судна V (м/с), а товщини льоду h_n (м), показує, що підвищення як швидкості руху судна так і товщини криг у льодовому каналі за криголамом збільшують інтенсивність пластичної деформації корпусу. При швидкостях каравану суден у інтервалі 1÷3 вузли (0,5 ÷ 1,5 м/с) інтенсивність пошкоджень не перевищує похибку експеримента. У результаті визначена кількісна залежність інтенсивності пошкоджень корпусу суден змішаного плавання при товщині листових елементів корпусу у 6÷10 мм та його набору у 5÷8 мм стандартної вантажопід'ємності (1÷5 тис. тон). Процедура структурування каравану ґрунтується на співвідношенні $L_k = 33,3nV_k + \sum_1^n L_{c(i)}$, 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 стискання 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:

$$\epsilon_n = 3 \cos \alpha / (4 - \cos \alpha), \quad (5)$$

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

Висновок. Результати імітаційної та виробничої апробації метода вибору максимально безпечних розмірностей великовантажного судна, який рухається під проведенням двох буксирів у ордері при заведених буксировочних кінцях через центральні ключи та швидкістю руху ордеру у 2÷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. Окрім того, проведення каравану з великовантажних суден вдвічі зменшує довжину льодового каравану при застосуванні еквівалентної криголамною техніки. За результатами останніх спостережень встановлено, що льодової проводкою користуються судна змішаного плавання на рівні з раніше модернізованими суднами річкового плавання. Маючи «стандартну» вантажопід'ємність (1000÷5000 тон) цей тип суден витиснув морські судна аналогічного вміщення. Тому довжина каравану з 10-ти таких суден буде складати більше 1-ої милі (1,852 м). в той час як довжина каравану з двох великотоннажних суден вдвічі коротша. Критеріями безпеки руху каравану стало обмеження швидкості $V_k \in [1,5; 3,0$ вузли] та навігаційна безпека у вигляді культури (надійності) судноводіння. Концепція у вигляді принципу гарантовано безпечного функціонування, структурування та управління системою криголамною 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. Принцип гарантовано безпечного управління караваном суден полягає у забезпеченні рівномірного поступового руху каравану без прискорень з обмеженою швидкістю у 1,5÷3,0 вузли.

Список використаних джерел:

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – М.: Наука, 1995. – 264 с.
2. Репетей В.Д. Особенности зимней навигации в Азовском море / В.Д. Репетей, В.В. Голиков, П.А. Костенко, А.А. Лысый // Судовождение: сб. научн. тр. ОНМА. – Вып. 17. – Одесса: ИздатИнформ ОНМА, 2009. – С. 155 – 163.
3. Лысый А.А. Управление деятельностью государственных портов в условиях ледовой обстановки / А.А. Лысый // Державне управління: зб. наук. праць Дон. держ. ун-ту управління. – Вип. 147. – Донецьк: ДонДУУ, 2010, том XI. – С. 222 – 235.
4. Лобанов В.А. Численная оценка ледовых качеств судна. Прочность / В.А. Лобанов // Вестник научно-технического развития, 2011, №12(52). – С. 7 – 25.
5. 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: дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по спец.: 05.08.01 – теория корабля и строительная механика. – СПб.: ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2004. – 285 с.

References (BSI)

1. Belman, R. (1995). *Dinamicheskoe programmirovaniye* [Dynamic programming]. Moscow: Nauka [in Russian].
2. Repetey, V.D. (2009). *Osobennosti zimney navigacii v Azovskom more* [Features of winter navigation in sea of Azov]. *Sudovogdeniye – Navigation*. (Vols. 17), (pp. 155-163). Odessa: Inform ONMA [in Ukrainian].
3. Lysyy, A. (2010). *Upravleniye deyatelnost' u gosudarstvennix portov v usloviyax ledovoi obstanovki* [Management of activity of the state ports in the conditions of ice conditions]. *Dergavne upravlinnya - The government*. (Vols. XI), (pp. 222-235). Doneck: DonDUU [in Ukrainian].
4. Lobanov, V.A. (2011). *Chislennaya ochenka ledovix kachestv sudna. Prochnost* [Numerical estimation of ice qualities of a vessel. Durability]. *Vestnik nauchno-technicheskogo razvitiya - The bulletin of scientific and technical development* (Vols. 12(52), (pp. 7-25) [in Ukrainian].
5. Sazonov, L.E. (2004). *Upravlyaemost sudov vo lday: metodi opredeleniya ledovix sil, deystvuuchix na dvizhushchiysya po krivolineynoi traektorii korpus I zavisimosti pokazatelei povorotlivosti sudov ot xarakteristik korpusa vneshnix usloviy* [Controllability of courts in ices: methods of definition of the ice forces acting on the moving case on a curvilinear trajectory, and dependence of indicators of manoeuvre of courts on characteristics of the case of environmental conditions]. Doctor's thesis. SPb.: FGUP [in Russian].

Ключові слова: льодова обстановка, судноплавство, сезонні коливання, льодове проведення суден, прогнозування, культура судноводіння, ходовість судна.

Ключевые слова: ледовая обстановка, судоходство, сезонные колебания, ледовая проводка судов, прогнозирование, культура судовождения, ходовость судна

Key words: ice conditions, shipping, seasonal fluctuations, ice of the courts, forecasting, navigation, hotovosti vessel.

Рецензент: Макаренко Марина Василівна, зав. каф. Менеджменту та підприємництва на морському транспорті, д.е.н., професор, Азовський морський інститут м. Маріуполь.