

- Company Ltd Publ., 1999. 394 p.
8. Crammenos C. Th. The Handbook of Maritime Economics and Business. Lloyd's List Publ., 2010, 1062 p.
 9. Scarsa R. The Bulk Shipping Business: Market Cycles and Shipowners' Biases. *Maritime police and management*, 2007, no. 34 (6), pp. 570-590.
 10. Onyshchenko S.P., Vishnevskaya O.D. Zastosuvannya R/S-analizu dlya doslidzhennya dinamiki balkernoї sektsiї frakhtovogo rinku [Application of analysis for studying the dynamics of the bulk carriage sector of the freight market]. *Visnik Odes'kogo natsional'nogo mors'kogo universitetu – The Bulletin of Odessa National Maritime University*, 2017, no. 2 (51), pp. 119-126. (Ukr.)
 11. Onyshchenko S.P., Koskina Y.O. Doslidzhennya vplivu umov offeri na uspishnist' ukladannya frakhtovoї ugodu. [Investigation of the impact of the offers terms on the successful conclusion of the chartering deal]. *Skhidno-Evropeis'kii zhurnal peredovikh tekhnologii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2015, no. 6 (3), pp. 25-32. (Ukr.)
 12. Wee D. Risks and Returns of Ship Operators. Available at: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/300905/Masterthesis.pdf?sequence=1> (accessed 19 October 2018).
 13. Plomaritou E., Nikolaidis E. Commercial Risks Arising from Chartering Vessels. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, 2016, no. 6, pp. 261-268.
 14. Ådland, R., & Jia, H. Charter Market Default Risk: A Conceptual Approach. *Transportation Research*, 2008, no. 44, pp.152-163.
 15. Stróżyńska M., Abramowicz W. A Dynamic Risk Assessment For Decision Support Systems In The Maritime Domain. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 2015, no. 243, pp. 295-307.
 16. Soyuzov A.A., Dubinskij P.R., Kondrashikhin O.T., Petukhov V.S. *Organizatsiya i planirovanie raboty morskogo flota* [Organization and planning of work of marine fleet]. Moscow, Transport Publ., 1979. 416 p. (Rus.)
 17. Lapkin O.I., Onyshchenko S.P., Koskina Y.O. *Teoriya i praktika frakhtovikh operatsij* [Theory and practice of chartering operations]. Odesa, Kuprienko S.V. Publ., 2017. 151 p. (Ukr.)

Reviewer: O.V. Kyryllova

Dsc. (Engineering), prof., Odessa National Maritime University

Article was received on 06.09.2018

УДК 629.5.021.18(477)

doi: 10.31498/2225-6733.37.2018.160297

© Берестовой А.М.¹, Черныш А.А.²

ОСОБЕННОСТИ ПЛАВАНИЯ СУДОВ В ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУЗОВ В МАРИУПОЛЬСКОМ МОРСКОМ РЕГИОНЕ

В статье рассматриваются особенности плавания судов в Мариупольском морском регионе с учетом ледовой обстановки. Практика показывает, что судовождение по каналам Азовского моря осложняется гидрометеорологическими условиями: туманами, морозами, ветрами, дрейфом льда, изменением направления течения, быстрым обледенением корпуса судна и другими природными факторами. Одним из таких факторов является появление «ледовой реки»; рассматриваются особенности ее возникновения и поведения при резком понижении температуры, а также влияние на мореходные качества судов по каналам.

Ключевые слова: ледовая река, сопротивление, ледовая обстановка, судно, шуга.

¹ д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовские государственные технические университет», г. Мариуполь
² аспирант, НУ «Одесская морская академия», г. Одесса, artur.frakt@bk.ru

Берестовий А.М. Черниш А.А. Особливості плавання суден в льодовій обстановці під час перевезень вантажів у Маріупольському морському регіоні. У статті розглядаються особливості плавання суден у Маріупольському морському регіоні з урахуванням льодової обстановки. Практика показує, що судноводіння по каналах Азовського моря ускладнюється гідрометеорологічними умовами: туманами, морозами, вітрами, дрейфом льоду, зміною напрямку течії, швидким обмерзанням корпусу судна і іншими природними факторами. Одним з таких факторів є поява «льодової річки»; розглядаються особливості її виникнення і поведінки при різкому зниженні температури, а також вплив на морехідні якості судів по каналах. Можна припустити, що причина появи «льодової річки» пов'язана з рельєфом дна, на якому є області, що складаються з кам'янистих твердих порід, так як акваторія Азовського моря в цьому районі розташована на Східно-Європейській платформі, Скіфській плиті і спорудах Альпійського Покровоскладчастого поясу. 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 метрів зі швидкістю, сумірною з рухом судна, назва цієї течії – «льодова річка». Вона то раптово з'являється, то раптово зникає. Біля узбережжя Азовського моря структура породи дна неоднорідна, спостерігаються численні скиди і недвижки кам'янистих твердих порід, що також створює умови для виникнення спрямованих підлідних течій, розглянутих в роботі. При ослабленні вітрового тиску на лід і зменшенні навантаження льоду на зажери течія води з боку моря просочується крізь товщу, затиснуту зажерами, в щілини між виступами твердих порід на брівці каналу. При тривалій дії вітрів північно-східного і східного напрямів виникають згінні течії; рівень моря і льодового покриву значно знижується через згін води з Таганрозької затоки, що викликає появу в Азовському морі так званої «зворотної течії».

Ключові слова: льодова річка, опір, льодова обстановка, судно, шуга.

A.M. Berestovyy, A.A. Chernysh. Navigation in the ice environment in Mariupol maritime region. The article considers the peculiarities of navigation of vessels in the Mariupol maritime region, taking into account the ice situation. Practice shows that navigation along the channels of the Sea of Azov is complicated by hydrometeorological conditions: fog, frost, wind, ice drift, change of the current direction, rapid icing of the ship's hull and other natural factors. One of the factors is the development of «ice river», the article describes the peculiarities of its occurrence and behavior with a sharp drop in temperature, as well as its impact on the seaworthiness of the vessels going along the channels. It can be assumed that it is the relief of the bottom that is responsible for the development of the «ice river», as the Sea of Azov water area is located on the East European platform, the Scythian plate and the Alpine cover-folded belt and there are areas of hard rocks on the bottom. According to the information received from the masters of ships and pilots, in the waters of the Taganrog Gulf, and in the navigable canal of the Coal Harbor, there suddenly develop open water and ice currents up to 100 meters in width, moving with the speed comparable with the speed of the moving vessel, called «ice river». Just as these currents suddenly develop so also will they disappear. Near the coast of the Azov Sea, the structure of the bottom is not homogeneous, there are numerous moving grounds and deposits of rocky solids, which also creates conditions for the emergence of directed creeping currents considered in the work. With the easing of the wind load on the ice and the reduction of the pressure of solid ice on sludges, the water from the sea leaks through the jammed sludges between the protrusions of hard rock. With prolonged action of the winds of the northeastern and eastern directions, there develop flood currents, sea level and ice cover considerably decrease due to overtaking water from the Taganrog Gulf, which causes the emergence of the so-called «reverse current» in the Sea of Azov.

Keywords: ice river, resistance, ice conditions, vessel, sludge.

Постановка проблеми. Азовское море является одним из не до конца изученных морей в части обеспечения безопасности мореплавания в ледовой обстановке. Нет четкого объяснения некоторым природным явлениям, связанным с поведением ледового покрова моря. Исследования ледового режима в Азовском море в акватории Таганрогского залива позволили обнаружить ряд нетипичных ситуаций: аномальный дрейф льдов, нехарактерное их распределение по направлению движения, наличие тяжелых для судоходства ледовых переемычек, ширина полосы которых составляет до 10-15 миль и др. [1]. При этом на мелководье и по кромкам припая отмечается сжатие льда, в результате чего происходит его торошение, и подходной канал порта иногда до дна заполняется смесью битого льда и шуги [2].

Особенности льдообразования в Азовском море представляют собой определенную опасность для мореплавания [3]. По сведениям, полученным от капитанов судов и лоцманов, в акватории Таганрогского залива, в районе судоходного канала Угольной гавани, внезапно возникают открытые течения воды со льдом шириной до 100 метров со скоростью, соизмеримой с движением судна, названные ими «ледовая река». Она как внезапно появляется, так и внезапно исчезает.

В исследованиях, приведенных в лит. источнике [1], отмечается: «... чрезвычайно важное с позиции безопасности мореплавания и абсолютно не исследованное природное явление, наблюдаемое в Азовском море, которое получило наименование «ледовая река»... Об этом явлении нет никаких сведений в современной океанографической литературе... В условиях ограничения маневренности в канале «ледовая река» представляет собой реальный источник навигационной опасности. Данное явление в силу практической значимости требует дальнейшего детального исследования».

Таким образом, природное явление «ледовая река» представляет собой актуальную проблему по обеспечению безопасности мореплавания по каналам Азовского моря в ледовой обстановке.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время вопросам исследования ледового режима Азовского моря посвящен целый ряд работ [1-4]. Анализ этих работ показывает, что вопросам внезапного возникновения течений, связанных с образованием «ледовой реки», не уделено должного внимания.

Целью статьи является выявление возможных причин возникновения «ледовой реки» для последующих исследований и разработки соответствующих мероприятий по обеспечению безопасности плавания по судоходным каналам Азовского моря в ледовой обстановке.

Изложение основного материала. Практика показывает, что судоходство по каналам Азовского моря осложняется гидрометеорологическими условиями: туманами, морозами, ветрами, дрейфом льда, изменением направления течения, быстрым намерзанием льда [5] и другими природными факторами, в том числе и появлением «ледовой реки» [6].

На рис. 1 показаны каналы акватории Азовского моря, а точнее Мариупольский морской регион. Всего в этом регионе насчитывается более 15 каналов. На рисунке показаны основные подходные и межпортовые морские пути, которые также являются мелководными, что в зимний период из-за их особенностей ухудшает мореходные качества проходящего по нему судоходного трафика.

После прохождения ледокола и следующего за ним каравана судов происходит дробление крупного льда на более мелкие частицы, называемые шуга. Кроме того из-за действия «ледовой реки» со дна поднимается мелкобитый лед, в том числе и шуга, которые значительно ухудшают безопасность движения вышеуказанных судов по каналам Мариупольского морского региона [3].

На рис. 2 показан зафиксированный на фото момент зарождения «ледовой реки» в судоходном канале перед судном. Необходимо отметить, что время появления «ледовой реки» точно вычислить практически невозможно, развитие ее сравнительно быстрое (рис. 3). На рис. 4 показано полное развитие «ледовой реки». При этом ледовый покров полностью разрушается стремительными потоками воды. На рис. 5 показан фрагмент полного развития «ледовой реки». В этот период в канале образуется сильное течение с хаотичным движением льдин с шугой.

В этих условиях судно попадает под действие поперечного течения, которое может вызывать внезапное изменение направления движения судна, а иногда и посадку его на бровку канала. Такое поведение «ледовой реки», показанное на рис. 2-5, приводит к снижению крите-

рия навигационной опасности и уровня безопасности мореплавания судов по каналам Азовского моря. За последние десятилетия более 12 иностранных судов сели на мель.

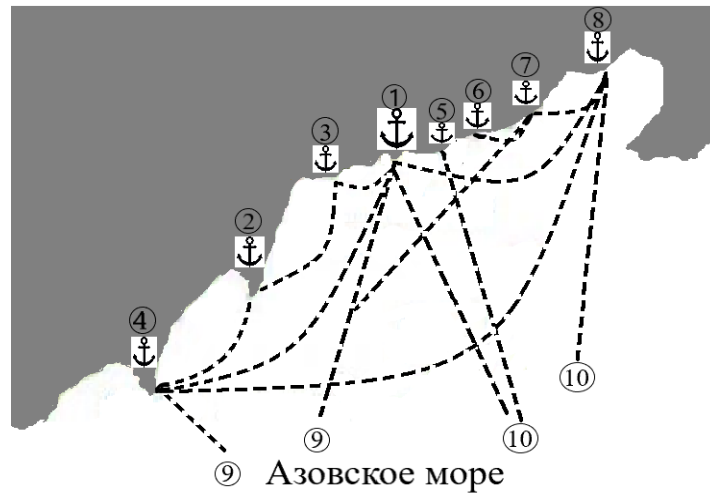


Рис. 1 – Каналы Мариупольского морского региона: 1 – Мариупольский морской торговый порт; 2 – рыбный порт (пос. Мелекино); 3 – АСРЗ-порт «Азовмаш»; 4 – порт Бердянск; 5 – порт ММК им. Ильича; 6 – порт МК «Азовсталь»; 7 – рыбный порт (пос. Безыменное); 8 – порт Таганрог; 9 – морское направление – порт Керчь; 10 – морское направление – порт Ейск



Рис. 2 – Момент зарождения «ледовой реки» в канале Азовского моря



Рис. 3 – Процесс развития «ледовой реки» в канале Азовского моря



Рис. 4 – «Ледовая река» в период ее полного развития в канале Азовского моря



Рис. 5 – Вид потока «ледовой реки» в период ее активного развития в канале Азовского моря

Учитывая, что грунт на бровке канала сравнительно мягкий, с течением времени нахождения судна на мели продолжается его погружение в грунт, что впоследствии создает значительные трудности по снятию судна с мели [7]. На судно, выдавленное на бровку канала, действуют силы, разные по своим значениям и направлениям, в том числе: действие усилия, развиваемого течением «ледовой реки»; давление веса судна на грунт; проседание самого грунта, вызванное продавливанием его судном; удары волны совместно с ледовой шугой (кусками льдин); ветра, дующего на судно; другие силы, связанные, например, с плотностью шуги, и тому подобное.

Многолетние наблюдения показывают, что «ледовая река» возникает при определенных условиях: ледовый покров должен покрывать весь Таганрогский залив и как минимум доходить до широты $46^{\circ}10'$; наличие прочного припая на всем протяжении ледового покрова; длительное действие северо-восточных и восточных ветров.

Можно предположить, что причина появления «ледовой реки» связана с рельефом дна, на котором имеются области, состоящие из каменистых твердых пород, так как акватория Азовского моря в этом районе расположена на Восточно-Европейской платформе, Скифской плите и сооружениях Альпийского покровно-складчатого пояса [8]. По результатам исследований, приведенным в лит. источнике [9], в этих местах дно состоит в основном из ила, переходящего в каменистые породы, что создает направленное движение воды между выступами этих пород. У побережья Азовского моря структура породы дна неоднородная, наблюдаются многочисленные сбросы и надвиги каменистых твердых пород, что также создает условия для возникновения направленных подледных течений, рассмотренных в работе [10].

Ледовый режим мелководного Азовского моря определяется, в основном, режимом температуры воздуха, направлением и силой ветра над акваторией моря. По одной из версий появление «ледовой реки» связано также с наличием теплого источника сливных вод городского коллектора, окончание которого находится в пределах рассматриваемой зоны [11]. Кроме того, одной из причин образования «ледовой реки» могут быть подземные реки, которые впадают в Азовское море в районе Угольной гавани.

В совокупности все эти факторы обуславливают чрезвычайно сложную картину изменчивости ледовых условий во времени и пространстве [5]. На основании многофакторного исследования авторами предлагается следующая версия появления «ледовой реки».

В районе канала, когда весь Таганрогский залив покрыт льдом и стоит полный припай, канал полностью забивается шугой до дна, в том числе и по кромкам канала. При длительном действии ветров северо-восточного и восточного направлений возникают сгонные течения, уровень моря и ледового покрова значительно понижается из-за сгона воды из Таганрогского залива, что вызывает появление в Азовском море так называемого «обратного течения» [12]. Это течение, доходя до 5-метровой изобаты, частично меняет свое направление на запад или северо-запад. На рис. 6 приведена схема предполагаемой ситуации возникновения «ледовой реки».

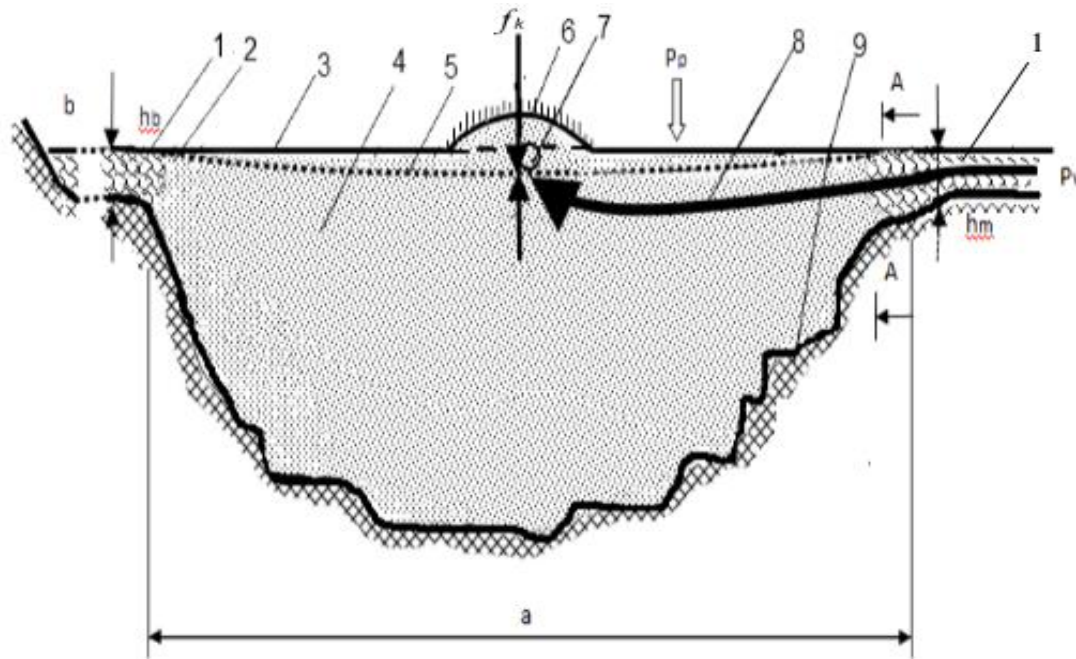


Рис. 6 – Семантическая схема возникновения «ледовой реки» по сечениям канала: 1 – пробка из зазора (скопление шуги, донного льда и других видов внутриводного льда) между льдом и бровкой канала; 2 – бровка канала; 3 – лед; 4 – зазор в канале; 5 – линия прогиба льда; 6 – вспучивание льда в момент появления «ледовой реки»; 7 – место появления «ледовой реки»; 8 – направление течения под слоем льда; 9 – дно канала; hb – глубина между бровкой канала и льдом со стороны берега; hm – глубина между бровкой канала и льдом со стороны моря; f_k – стрела прогиба льда под действием погодных условий; P_p – суммарное давление; P_v – давление воды со стороны глубины моря; a – ширина канала; b – берег; А-А – сечение вдоль бровки канала

На бровке канала образуются ледяные пробки из зазора 1, которые под действием ветровой нагрузки прижимаются льдом ко дну. При ослаблении ветровой нагрузки на лед и уменьшении давления сплошного льда на зазор течение воды со стороны моря просачивается сквозь толщу зажатого зазора в ложбине между выступами твердых пород на бровке канала. Ослабляется давление ветра на лед и вода через пробку 1 (рис. 6) со стороны моря течением 8 прорывается в канал в поисках выхода из-под льда и находит более слабое место 6 во льду. Такими местами в ледовом канале могут быть: тонкий лед, трещины, которые возникают перед плывущим судном или в районе наибольшей стрелы прогиба льда f_k , образовавшейся вследствие давления ветра P_p на лед. Увеличение уровней воды и льда в местах 1, 10 и 12 освобождают шугу от давления льда на нее сверху и в шуге образуются потоки воды. Вырвавшаяся наружу река стремительно разрушает лед, образуя направленные течения, которые выдавливают судно на бровку канала.

Эта версия подтверждается исследованиями, частично проводимыми в опытовом бассейне кафедры «Морские перевозки» Азовского морского института (г. Мариуполь) Национального университета «Одесская морская академия».

Образование полыньи с течениями в ледяных массивах, а также внезапный разрыв льда, приводят к его раздроблению, которое можно определить по формуле [6]

$$\rho = f(W_r, |w|, t_w, \delta h),$$

где ρ – раздробленность льда, кг/м³; W_r – угол вектора и направления границы массива, м/с; $|w|$ – сила ветра, м/с; t_w – длительность действия ветра, час; δh – толщина льда, мм.

Внезапный разрыв льда также имеет большое влияние на образование «ледовой реки», так как малые льдины стремительнее вовлекаются в нарастающее движение зазора [13]. При

наличии сплошного ледяного покрова и с увеличением параметра его шероховатости увеличивается ветровой коэффициент дрейфа льдин (за счет уменьшения размеров льдин), увеличивая его скорость.

Выводы

Впервые рассмотрены возможные причины возникновения «ледовой реки» в судоходных каналах мелководного Азовского моря, требующие проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований в направлении разработки мероприятий по обеспечению безопасности мореплавания в ледовой обстановке в этом регионе.

Список использованных источников:

1. Боровская Р.В. Океанографические исследования ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне с использованием информации с ИСЗ / Р.В. Боровская // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Керчь, 2009. – С. 41-44.
2. Гоптарев Н.П. Ледовые условия / Н.П. Гоптарев, Б.М. Таран // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. – Том 5 : Азовское море. – СПб, 1991. – С. 59-73.
3. Боровская Р.В. Исследование ледового режима Азовского моря и Керченского пролива в зимний период 2005-2006 гг. / Р.В. Боровская, Л.А. Лексикова // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна : материалы II междунар. конф. (Керчь, 26-27 июля 2006 г.). – Керчь, 2006. – С. 60-64.
4. Боровская Р.В. Особенности ледового режима Керченского пролива за последние 20 лет на базе спутниковых наблюдений в сравнении с климатическими данными / Р.В. Боровская // Фундаментальные исследования важнейших проблем естественных наук на основе интегральных процессов в образовании и науке : тез. докл. междунар. конф. МГИ НАН Украины. – Севастополь, 2006. – С. 13.
5. 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 ім. Володимира Даля. – 2011. – № 5 (159), ч. 1. – С. 94-99.
6. Берестовой А.М. / Возникновение и развитие «ледовой реки» влияющей на безопасность мореплавания в подходном канале порта Мариуполь / А.М. Берестовой, С.Н. Перепечаев, Е.И. Ткаченко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – 2011. – № 5 (159), ч. 1. – С. 44-49.
7. Гидрогеология [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://geohydrology.ru/gidrologicheskie-i-gidrogeologicheskie-metodyi.html>. – Название с экрана.
8. Азовское море – геология [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://azovskoe.com/geolog2.php>. – Название с экрана.
9. Азовское море и Приазовье [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/istoriceskijtaganrog/home/raznoe/azovskoe-more-i-priazove>. – Название с экрана.
10. Сазонов К.Е. Теоретические основы плавания судов во льдах / К.Е. Сазонов. – СПб. : ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2010. – 274 с.
11. Анализ работы и перспективы усовершенствования станции очистки сточных вод города Мариуполя / Л.Б. Назюта, В.Д. Малыхин, Г.В. Корнев, С.В. Рубан // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Экология 2004 – море и человек». – 2004. – № 5 (40). – С. 186-190.
12. Алекшин В.Г. Практическое судовождение / В.Г. Алекшин, В.Т. Долгочуб. – Одесса : ОНМА, 2008. – 376 с.
13. Проблемы Арктики и Антарктики [Электронный ресурс] // Доклады итоговой сессии ученого совета ГИЦ РФ ААНИИ. – № 1 (81). – СПб., 2009. – 160 с. – Режим доступа : http://elibrshu.ru/files_books/pdf/ПAA-81.pdf.

References:

1. Borovskaya R.V. Okeanograficheskiye issledovaniya YugNIRO v Azovo-Chernomorskom basseyne s ispol'zovaniyem informatsii s ISZ [Oceanographic research of YugNIRO in the Azov-Black Sea basin using information from ISZ]. *Trudy Iuzhnogo nauchno-issledovatel'skogo insti-*

- tuta rybnogo khoziaistva i okeanografii – Proceedings of Southern Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (YugNIRO Proceedings)*. Kerch', 2009, pp. 41-44. (Rus.)
2. Goptarev N.P., Taran B.M. Ledovyie usloviya [Ice conditions]. *Gidrometeorologiya i gidrokhiimiya morey SSSR – Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR*, 1991, vol. 5 (Sea of Azov), pp. 59-73. (Rus.)
 3. Borovskaya R.V., Leksikova L.A. Issledovaniye ledovogo rezhima Azovskogo morya i Kerchenskogo proliva v zimniy period 2005-2006 godov. *Materialy II Mezhd. conf. «Sovremennyye problemy ekologii Azovo-Chernomorskogo basseina»* [Study of the ice regime of the Sea of Azov and the Kerch Strait in the winter period of 2005-2006. Proceedings of II-nd Int. conf. «Modern problems of ecology of the Azov-Black Sea basin»]. Kerch', 2006, pp. 60-64. (Rus.)
 4. Borovskaya R.V. Osobennosti ledovogo rezhima Kerchenskogo proliva za posledniye 20 let na baze sputnikovykh nablyudeniy v sravnenii s klimaticheskimi dannymi. *Tezi dokladov mezhdunarodnoy konferentsii MGI NAN Ukrainy «Fundamental'nyye issledovaniya vazhneyshikh problem yestestvennykh nauk na osnove integral'nykh protsessov v obrazovanii i nauke»* [Features of the ice regime of the Kerch Strait over the past 20 years on the basis of satellite observations in comparison with climate data. Proceedings of Int. conf. «Fundamental research of the most important problems of the natural sciences on the basis of integral processes in education and science»]. Sevastopol', 2006, p. 13. (Rus.)
 5. Berestovoy A.M., Perepechayev S.N., Patlay A.A. Sostoyaniye i osnovnyye problemy ledovoy provodki sudov v Azovskom more [State and main problems of ice pilotage in the Sea of Azov]. *Visnik Skhidnoukraïns'kogo natsional'nogo universitetu im. Volodimira Dalya – Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university*, 2011, no. 5 (159), vol. 1, pp. 94-99. (Rus.)
 6. Berestovoy A.M., Perepechayev S.N., Tkachenko Ye.I. Vozniknoveniye i razvitiye «ledovoy reki» vliyayushchey na bezopasnost' moreplavaniya v podkhodnom kanale porta Mariupol' [The emergence and development of the «ice river» affecting the safety of navigation in the approach channel of the port of Mariupol]. *Visnik Skhidnoukraïns'kogo natsional'nogo universitetu im. Volodimira Dalya – Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian national university*, 2011, № 5(159), vol. 1, pp. 44-49. (Rus.)
 7. *Gidrogeologiya (Hydrogeology)* Available at: <http://geohydrology.ru/gidrologicheskie-i-gidrogeologicheskie-metodyi.html> (accessed 23 June 2018). (Rus.)
 8. *Azovskoye more – geologiya (Sea of Azov – geology)* Available at: <http://www.azovskoe.com/geolog2.php> (accessed 10 March 2018). (Rus.)
 9. *Azovskoye more i Priazov'ye (Sea of Azov and Priazovie)* Available at: <https://sites.google.com/site/istoriceskijtaganrog/home/raznoe/azovskoe-more-i-priazove> (accessed 15 May 2018). (Rus.)
 10. Sazonov K.Ye. *Teoreticheskiye osnovy plavaniya sudov vo l'dakh* [Theoretical bases of navigation in ice]. Saint Petersburg, TSNII im. akad. A.N. Krylova Publ., 2010. 274 p. (Rus.)
 11. Nazyuta L.Yu., Malykhin V.D., Kornev G.V., Ruban S.V. Analiz raboty i perspektivy usovershenstvovaniya stantsii ochistki stochnykh vod goroda Mariupolya [Analysis of the work and prospects for improving the wastewater treatment plant of the city of Mariupol]. *Izvestiia TRTU. Tematicheskii vypusk «Ekologiya 2004 – more i chelovek» – News of TSURE. Thematic issue «Ecology 2004 - the sea and man»*, 2004, no. 5 (40), pp. 186-190. (Rus.)
 12. Alekshin V.G., Dolgichub V.T. *Prakticheskoye sudovozhdeniye* [Practical navigation]. Odessa, ONMA Publ., 2008. 376 p. (Rus.)
 13. *Problemy Arktiki i Antarktiki [Problems of the Arctic and Antarctic]. Doklady itogovoy sessii uchenogo soveta GNTS RF AANII – Reports of the final session of the Scientific Council of the SSC RF AARI*, 2009, no. 1 (81), 160 p. Available at: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/PAA-81.pdf (accessed 15 May 2018). (Rus.)

Рецензент: В.П. Литвиненко
канд. техн. наук, доцент, АМИ НУ «ОМА»

Статья поступила 14.09.2018