

УДК 656.61+629.5.016.3
EDN: SYWZQR

И.С. Онищенко¹, А.Н. Паранюк¹, И.Д. Мартынов²

¹ АО «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота», Санкт-Петербург, Россия

² ООО «Форсс Технологии», Санкт-Петербург, Россия

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УТОЧНЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ ОГРАНИЧЕННОГО РАЙОНА ПЛАВАНИЯ R3-RSN

Объект и цель научной работы. Объектом являются суда ограниченного района плавания R3-RSN Российского морского регистра судоходства. Цель исследования – расширение района плавания судов с символом ограничения R3-RSN РС при обеспечении существующего уровня безопасности эксплуатации.

Материалы и методы. Выполнена оценка безопасности плавания судов R3-RSN в Черном и Северном морях на новых маршрутах. Реализованный подход основан на сопоставлении долгосрочных обеспеченностей мореходных характеристик в новом районе по отношению к трассе-эталоноу.

Основные результаты. Выполнено обоснование возможности расширения районов эксплуатации судна пр. 1743 с символом ограничения R3-RSN в Черном и Северном морях. При этом учитывались надежность мест убежищ для судов рассматриваемого типа, запасы фактических остаточных характеристик прочности корпуса, а также вероятность развития волнения при различных направлениях ветра.

Заключение. Выполненное исследование показало, что определяющими параметрами в части назначения эксплуатационных ограничений для судов R3-RSN на рассматриваемых маршрутах являются остойчивость, а также общая и местная прочность корпуса. Данная методика может быть реализована для других судов R3-RSN при учете вышеуказанных параметров.

Ключевые слова: суда смешанного плавания, безопасность эксплуатации, Черное море, Северное море.

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

UDC 656.61+629.5.016.3
EDN: SYWZQR

I.S. Onishchenko¹, A.N. Paranyuk¹, I.D. Martynov²

¹ Central Marine Research and Design Institute, St. Petersburg, Russia

² Forss Technologies LLC, St. Petersburg, Russia

ON EXPEDIENCY OF CLARIFYING THE PERMISSIBLE CONDITIONS OF OPERATION OF SHIPS OF RESTRICTED NAVIGATION AREA R3-RSN

Object and purpose of research. The object is ships of the restricted navigation area R3-RSN of the Russian Maritime Register of Shipping. The purpose of the study is to expand the navigation area of ships with the restriction symbol R3-RSN RS while ensuring the existing level of operational safety.

Materials and methods. The safety of navigation of R3-RSN vessels in the Black Sea and the North Sea on the new routes has been assessed. The implemented approach is based on comparison of long-term maritime performance assurances in the new area in relation to the reference route.

Для цитирования: Онищенко И.С., Паранюк А.Н., Мартынов И.Д. О целесообразности уточнения допустимых условий эксплуатации судов ограниченного района плавания R3-RSN. Труды Крыловского государственного научного центра. 2023; 4(406): 166–173.

For citations: Onishchenko I.S., Paranyuk A.N., Martynov I.D. On expediency of clarifying the permissible conditions of operation of ships of restricted navigation area R3-RSN. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2023; 4(406): 166–173 (in Russian).

Main results. Justification of possibility of expansion of operation areas of Project 1743 with restriction symbol R3-RSN in Black and North seas was executed, and reliability of shelter places for ships of this type, reserves of actual residual characteristics of hull strength, as well as probability of wave development in different wind directions were taken into account.

Conclusion. The study has shown that the governing parameters in terms of assigning operational limits for R3-RSN vessels on the routes in question are stability as well as global and local hull strength. This methodology can be implemented for other R3-RSN vessels when the above parameters are taken into account.

Keywords: river-sea navigation ships, operational restrictions, operational safety, Black Sea, North Sea.

The authors declare no conflicts of interest.

В Правилах Российского морского регистра судоходства (РС) к судам ограниченных районов плавания предъявляется ряд более мягких требований по сравнению с предъявляемым к судам неограниченного района плавания. Прежде всего это касается требований к общим и местным волновым нагрузкам, к минимальным толщинам отдельных связей корпуса, а также к исходным параметрам, определяющим условия по обеспечению остойчивости по критерию погоды.

Допускаемое смягчение требований к основным мореходным характеристикам судов ограниченного района плавания в общем случае компенсируется введением дополнительных эксплуатационных ограничений по допустимому удалению от места убежища (МУ) с дифференциацией для закрытых и открытых морей и разрешенному для эксплуатации режиму волнения. При этом, если ограничение по удалению судна от МУ может быть нарушено только в силу принятого судоводителем решения, то возможность выполнения ограничения по разрешенному режиму волнения связана со значимой вероятностью реализации опасной ошибки в благоприятном прогнозе волнения.

Исключения составляют суда ограниченных районов плавания R3-RSN и R3, для которых действующими Правилами РС допускается наибольшее смягчение требуемых характеристик прочности и остойчивости. Так, для судов ограниченного района плавания R3 допустимые удаления дифференцированы по конкретным морям с учетом характеристик их бурности, а не только по формальному признаку открытого или закрытого моря [1].

Для судов ограниченного района плавания R3-RSN, наряду с указанными выше ограничениями по удалению от МУ и допустимому волнению, в Правилах РС [2] приводится перечень разрешенных для эксплуатации морских бассейнов или их частей с указанием в необходимых случаях географической границы района плавания внутри бассейна, а также ограничение эксплуатации календарными сроками. При этом Правилами РС декларируется возможность использования результатов обоснований, выполненных по одобренной РС методике, для

установления ограничений судам R3-RSN с учетом ветроволновых характеристик бассейнов. Однако единая методика в настоящее время отсутствует и подобные задачи решаются проектно-конструкторскими организациями, использующими разные подходы.

Ниже предложен подход к обоснованию новых районов и сезонов эксплуатации отдельных судов ограниченного района плавания R3-RSN и проиллюстрирована возможность его практического применения на примере оценки возможности эксплуатации судна типа «Омский» пр. 1743.1.

Анализ требований РС [3] показал, что параметрами, определяющими допустимые условия эксплуатации судов с символом ограничения R3-RSN, являются мореходные характеристики судна (общая и местная прочность корпусных конструкций и остойчивость по критерию погоды).

Предлагаемый подход основан на выполнении сопоставительной оценки уровней безопасности эксплуатации основных мореходных характеристик рассматриваемого судна при эксплуатации на новых трассах и в уже освоенных условиях, для которых безопасность плавания подтверждена длительным положительным опытом эксплуатации. Описанная методология, основанная на сравнении обеспеченностей различных мореходных характеристик в новом и эталонном районах, нашла широкое применение при классификации разрядов бассейнов и при назначении эксплуатационных ограничений для судов смешанного плавания [1, 5, 6].

В этом случае вывод о возможности допуска к эксплуатации судна на новых маршрутах производится на основе анализа выполнения следующего неравенства:

$$\alpha_x = \lg Q_n(X|(y_1, y_2, \dots, y_n)) / \lg Q \cdot (X|(z_1, z_2, \dots, z_m)) \geq 1, \quad (1)$$

где $Q_n(X|(y_1, y_2, \dots, y_n))$ – долгосрочная обеспеченность (вероятность превышения) расчетного значения рассматриваемой мореходной характеристики для судна ограниченного района плавания R3-RSN при условиях эксплуатации на новой трассе, характеризующих совокупностью параметров y_1, y_2, \dots, y_n ;

$Q(X|z_1, z_2, \dots, z_m)$ – аналогичная обеспеченность для рассматриваемого судна при установленных такому судну эксплуатационных ограничениях, характеризуемых совокупностью параметров z_1, z_2, \dots, z_m в разрешенном районе и сезоне эксплуатации; X – расчетная величина рассматриваемой мореходной характеристики.

При определении $Q_n(X|(y_1, y_2, \dots, y_n))$ и $Q(X|(z_1, z_2, \dots, z_m))$ учитываются следующие факторы:

- долгосрочное распределение режимов ветра и волнения в рассматриваемом районе и сезоне эксплуатации;
- устанавливаемое ограничение по допустимому волнению;
- обеспеченность района эксплуатации МУ;
- статистические характеристики оправдываемости прогнозов волнения;
- возможность реализации опасной ошибки в благоприятном прогнозе волнения, приводящей к попаданию судна на волнение, превышающее установленное ограничение;
- снижение скорости судна в условиях развивающегося волнения при его уходе в МУ с произвольной точки трассы.

В общем случае подробное описание предлагаемого алгоритма приведено в статьях [4–6]. Применительно к рассматриваемой задаче применяемый в выполненных ранее работах алгоритм расчета долгосрочной обеспеченности рассматриваемой мореходной характеристики был дополнен для возможности учета следующих параметров:

- основные размерения судна;
- особенности волнообразования в относительно мелководных акваториях;
- надежность МУ на новой трассе.

Необходимость изменения реализуемого алгоритма объясняется тем, что расстояние между МУ может быть сильно завышено ввиду географических особенностей побережья в различных морях, например, в Черном море, где место убежища не защищает от всех направлений развития волнения. В таком случае целесообразно учесть зависимость расстояний между МУ от направления развития волнения при оценке обеспеченностей $Q_n(X|(y_1, y_2, \dots, y_n))$ и $Q(X|(z_1, z_2, \dots, z_m))$.

В свою очередь, для учета индивидуальных характеристик судна полагается возможным использовать в качестве расчетной мореходной характеристики один из следующих параметров:

- волновой изгибающий момент $M_{w\text{огр}}$ и волновой коэффициент $c_{w\text{огр}}$, регламентируемые Пра-

вилами РС для рассматриваемого судна ограниченного района плавания R3-RSN;

- волновой изгибающий момент M_w' и волновой коэффициент c_w' , при которых условия общей и местной прочности корпуса, предъявляемые Правилами РС к судну в эксплуатации, реализуются без какого-либо сверхнормативного запаса с учетом фактического технического состояния корпуса на момент выполнения обоснования;
- высота волны h в диапазоне, превышающем установленное ограничение по высоте волны.

При выполнении обоснований возможности эксплуатации судна R3-RSN в новых условиях проверка выполнения критерия (1) выполняется как для ветроволновых условий, характерных для наиболее тяжелого по волновым нагрузкам месяца, так и для всего рассматриваемого сезона эксплуатации. Это позволяет оценить безопасность эксплуатации в новых районах из условия обеспечения общей и местной прочности как при воздействии экстремальных нагрузок (предельная прочность), так и при накоплении волновых нагрузок за длительный период (усталостная долговечность).

В зависимости от используемой мореходной характеристики возможны различные варианты практической реализации выполняемых обоснований при выполнении неравенства (1). Так, при использовании в обоснованиях характеристик $M_{w\text{огр}}$ и $c_{w\text{огр}}$ общая и местная прочность корпуса судна достаточны для эксплуатации в новых условиях. В таком случае при проведении последующих очередных освидетельствований не требуется дополнительное подтверждение возможности продолжения эксплуатации в новых районах и сезонах, т.к. волновые нагрузки соответствуют регламентированным Правилами РС. В то же время для практической организации такой эксплуатации дополнительно требуется проверка остойчивости по критериям, применимым для класса судна, соответствующего новому району плавания.

Использование характеристик M_w' и c_w' позволяет учесть наличие сверхнормативных запасов фактической и местной прочности. Однако при этом необходимо подтверждать расчетом возможность продолжения эксплуатации в новых условиях при проведении очередных освидетельствований с учетом изменяющихся фактических характеристик прочности корпуса.

Наиболее универсальный результат может быть получен при использовании в обоснованиях характеристики h . В этом случае подтверждение

критериального неравенства (1) свидетельствует, что безопасность эксплуатации в новых условиях обеспечивается не только по основным мореходным характеристикам (прочность, остойчивость), требования к которым приведены в Правилах РС, но и по таким, не нормируемым в явном виде характеристикам, как заливаемость корпуса, влияние ускорений при качке на обитаемость. Однако применение этой характеристики связано, по всей видимости, с возможностью занижения расчетного значения параметра α_x для некоторых значений h , находящихся в анализируемом диапазоне высот волн.

В качестве примера практического применения предложенного подхода выполнена оценка возможности допуска судна пр. 1743.1, не имеющего значительного сверхнормативного запаса прочности корпуса по отношению к требованиям предъявляемым нормативными документами РС для судна ограниченного района плавания R3-RSN, на новых трассах в Черном и Северном морях.

Основные характеристики судна пр.1743.1, принятые при выполнении расчетов:

- длина габаритная $L_{гб}$ – 108,4 м;
- длина расчетная L – 102,23 м;
- ширина расчетная B – 14,80 м;

- высота борта H – 5,00 м;
- высота комингса h_k – 1,04 м;
- коэффициент общей полноты Cb – 0,831;
- спецификационная скорость V_0 – 10 уз;
- летний надводный борт – 1,746 м.

В Черном море рассмотрена трасса от пролива Босфор вдоль южного побережья с пересечением моря от п. Эрегли до п. Батуми, эксплуатация судна на которой осуществляется в течение всего года. В Северном море расчет выполнен для трассы, проходящей вокруг полуострова Ютландия от устья р. Эльбы (юго-восточная часть Северного моря) до п. Скаген (пролив Скагеррак), применительно к сезону май – август.

Выбор указанных трасс в качестве расчетных обусловлен вводимыми в последнее время ограничениями на прибрежное плавание судов в Черном море и на эксплуатацию в Кильском канале. Также необходимо отметить, что в 2022 г. было обосновано расширение разрешенного района эксплуатации т/х типа «Омский» в Черном море применительно к маршруту п. Сулина (м. Сфынту-Георге) – м. Тарханкут [3].

Схемы рассматриваемых трасс представлены на рис. 1 и 2, где штриховкой отмечены разрешенные районы эксплуатации судов R3-RSN.

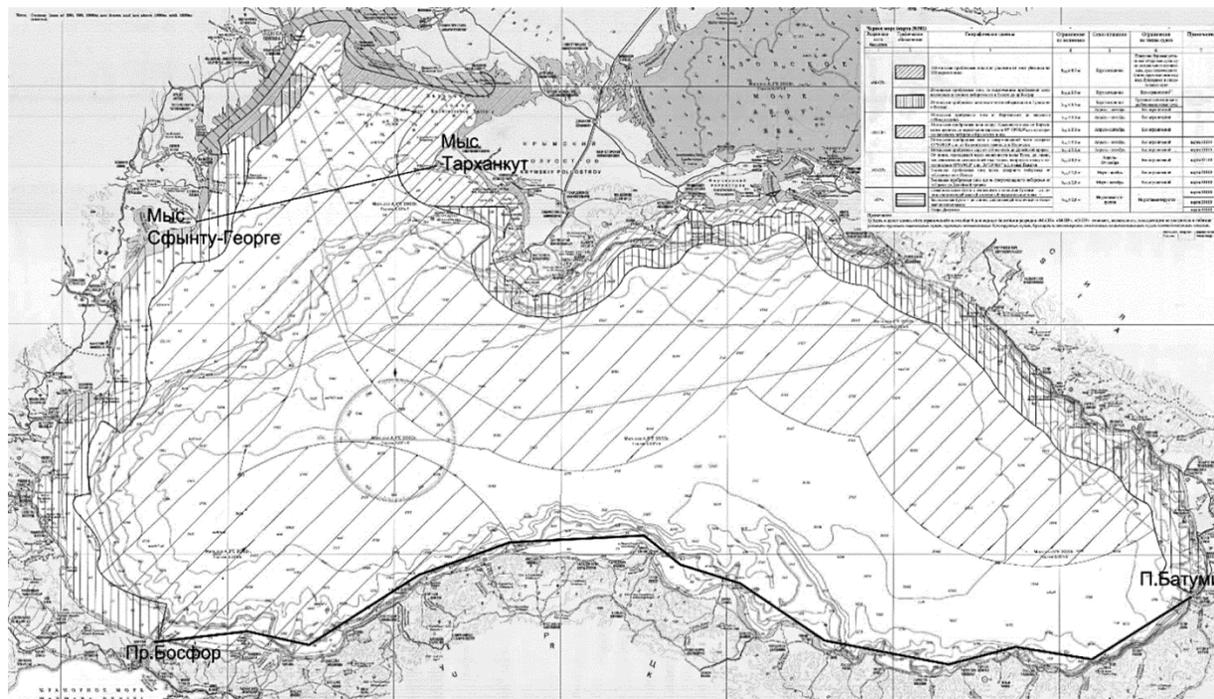


Рис. 1. Схема эксплуатации судов в Черном море

Fig. 1. Diagram of ship operation in the Black Sea

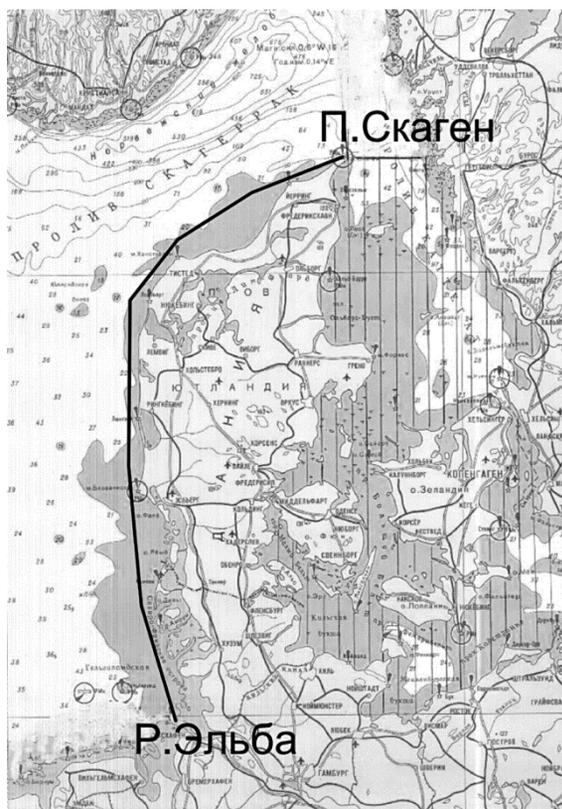


Рис. 2. Схема эксплуатации судов в Северном море
Fig. 2. Diagram of ship operation in the Northern Sea

В качестве исходных данных использованы сведения по долгосрочным распределениям режимов волнения, аппроксимированных логарифмическим нормальным законом с параметрами $h_{0,5}$ и s , режимных характеристик ветра¹, полученные для Черного моря по данным [7], а для Северного моря и пролива Скагеррак – по данным [7] и [8]. Обеспеченность трасс местами убежища и расстояния между ними для рассматриваемых трасс определены с использованием данных лотий [9] и [10].

В качестве эталонных условий эксплуатации судна R3-RSN принята трасса, проходящая в центральной части Балтийского моря, на которой длительное время круглогодично успешно эксплуатируются суда этого класса, а также однотипные суда класса «М-СП» Российского классификационного общества. Расстояние между местами убежища приняты равными 100 милям (удаление от места

¹ Используются средние скорости ветра, вероятность превышения которых в рассматриваемых районе и сезоне эксплуатации составляет 5 %.

убежища 50 миль), что соответствует ограничению, оговоренному для этого класса судов в [1]. Сведения по ветроволновым условиям на эталонной трассе определены по данным [5].

Исходные данные, использованные в расчете при проверке выполнения критерия (1) для условий плавания на новой трассе Черного и Северного морей, приведены в табл. 1. Рассматриваемые трассы разбиваются на следующие участки:

Черное море:

- 1.1. пр. Босфор – п. Эрегли;
- 1.2. п. Эрегли – п. Зонгулдак;
- 1.3. п. Зонгулдак – п. Синоп;
- 1.4. п. Синоп – п. Гиресун;
- 1.5. п. Гиресун – п. Батуми;

Северное море:

- 2.1. р. Эльба – о. Зильт;
- 2.2. о. Зильт – п. Эсбьерг;
- 2.3. п. Эсбьерг – Тюборен;
- 2.4. п. Тюборен – п. Ханстхольм;
- 2.5. п. Ханстхольм – п. Скаген.

Результаты проверки критериального неравенства (1) при $X = M_{w\text{огр}}$ (коэффициент α_m) и $X = c_{w\text{огр}}$ (коэффициент α_{cw}) приведены в табл. 2.

Проверка выполнения неравенства (1) для рассматриваемых трасс выполнялась с учетом формулы полной вероятности, учитывая отношение расчетного расстояния между местами убежищ на каждом рассматриваемом участке к суммарной протяженности трассы.

Как следует из табл. 2, при $X = M_{w\text{огр}}$ для всех рассмотренных случаев критериальное неравенство (1) выполняется. Таким образом, вероятность превышения общих волновых нагрузок, регламентируемых Правилами РС для судна ограниченного района плавания R3-RSN, для условий эксплуатации судна пр. 1743.1 на рассматриваемых трассах в Северном и Черном морях не превышает значений, характерных для разрешенных условий эксплуатации судов этого класса. Полученный результат подтверждает достаточный уровень безопасности эксплуатации судна пр. 1743.1 при эксплуатации на новых трассах в рассматриваемые календарные сроки из условия обеспечения общей прочности корпуса.

Для рассматриваемых условий плавания в Северном и Черном морях при $X = c_{w\text{огр}}$ условие (1) выполняется как для наиболее тяжелого по волновым условиям месяца, так и в целом за рассматриваемые в работе сезоны эксплуатации. Исключение составляют значения коэффициента $\alpha_{cw} = 0,96$, полученные для трассы р. Эльба – п. Скаген, про-

Таблица 1. Исходные данные для расчетной оценки уровня безопасности эксплуатации т/х типа «Омский» в Черном и Северном морях
Table 1. Initial data for estimating the safety operation level of m/v Omsky-type ship in the Black Sea and Northern Sea

Параметр	Обозначение	Размерность	Рассматриваемый район (Черное море)					Рассматриваемый район (Северное море)					Эталонные условия плавания
			1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	
Рассматриваемая трасса	–	–	102	23	171	160	157	59	59	85	29	78	Центральная часть Балтийского моря
Расчетное расстояние между местами убежища	S_{max}	мили	102	23	171	160	157	59	59	85	29	78	100
Допустимая высота волны	$[h_{3\%}]$	м	3,5					3,5					3,5
Рассматриваемый сезон эксплуатации			год					май – август					год
Долгосрочные характеристики волнения	$h_{0,5}$	м	0,954					1,961					1,365
	s	–	1,634					1,620					1,316
Режимные характеристики волнения	h^*	м	2,5					5,2					4,2
Расчетная скорость ветра	w^*	м/с	12,4					16,0					16,4
Наиболее неблагоприятный месяц в рассматриваемый сезон эксплуатации													
Сезон эксплуатации	–	–	декабрь					июнь					январь
Долгосрочные характеристики волнения	$h_{0,5}$	м	1,214					1,931					1,787
	s	–	1,446					1,579					1,413
Режимные характеристики волнения	h^*	м	3,80					5,4					5,1
Расчетная скорость ветра	w^*	м/с	14,7					16,1					18,9

Таблица 2. Результаты исследования
Table 2. Study results

Сезон / Волновой момент		Северное море			Черное море		
		α_m		$\alpha_{св}$	α_m		$\alpha_{св}$
		груз	балласт		груз	балласт	
Рассматриваемый сезон	$M_{w\text{ орг}} = +100877 \text{ кН}\cdot\text{м}$	1,06 > 1	1,03 > 1	0,96 < 1	1,26 > 1	1,22 > 1	1,16 > 1
	$M_{w\text{ орг}} = -107602 \text{ кН}\cdot\text{м}$	1,09 > 1	1,06 > 1		1,31 > 1	1,25 > 1	
Наиболее неблагоприятный месяц	$M_{w\text{ орг}} = +100877 \text{ кН}\cdot\text{м}$	1,21 > 1	1,16 > 1	1,05 > 1	1,28 > 1	1,21 > 1	1,12 > 1
	$M_{w\text{ орг}} = -107602 \text{ кН}\cdot\text{м}$	1,24 > 1	1,20 > 1		1,34 > 1	1,26 > 1	

ходящей в прибрежной зоне вдоль западного побережья п-ова Ютландия применительно к сезону май – август.

Однако такое отступление от нормативного значения $\alpha_{св} = 1,0$ в данном случае представляется допустимым, т.к. расчеты для Северного моря выполнены с безопасным допущением. Использованные сведения по долгосрочным распределениям режимов волнения приняты по [7] для центральной части Северного моря из-за отсутствия в открытых источниках необходимых сведений для прибрежной восточной части моря. В то же время имеющиеся сведения по южной части Северного моря, приведенные в [8], свидетельствуют о существенном смягчении волнения в прибрежной зоне по сравнению с описанной в официальных данных РС [7] открытой частью моря.

Дополнительно выполненная проверка показала, что характеристики остойчивости судна пр. 1743.1 удовлетворяют требованиям Правил РС, предъявляемым к судам ограниченного района плавания R2-RSN(4,5), которые могут осуществлять плановую эксплуатацию на рассматриваемых трассах.

Таким образом, использование предлагаемого подхода к обоснованию возможности эксплуатации судов ограниченного района плавания R3-RSN на трассах позволит расширить районы плавания в Северном и Черном морях судов пр. 1743.1, не имеющих сверхнормативных запасов прочности корпуса. Аналогичное обоснование может быть выполнено для других судов классов R3-RSN или на других трассах рассматриваемых морей. В случае заинтересованности РС возможность расширения районов плавания может быть реализована при классификации Черного моря при движении в его южной части.

Список использованной литературы

1. Ефименков Ю.И., Онищенко И.С., Дидковский А.В. Нормирование допускаемых эксплуатационных ограничений судов ограниченного района плавания R3 // Труды Крыловского государственного научного центра. 2020. Спецвып. 1. С. 40–46. DOI: 10.24937/2542-2324-2020-1-S-I-40-46.
2. Правила классификации и постройки морских судов : НД № 2-020101-174. Ч. I Классификация / Российский морской регистр судоходства. Санкт-Петербург, 2023. 246 с.
3. Онищенко И.С., Паранюк А.Н. Расширение района эксплуатации судов смешанного плавания в Черном море // Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России : материалы межвузовской научно-практической конференции. Санкт-Петербург : Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2022. Ч. 1. С. 262–271.
4. Основные результаты разработки требований к судам ограниченного района плавания R2-RSN(4,5) / Ю.И. Ефименков, М.А. Кутейников, Г.В. Маркозов, С.А. Сотсков // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2013. № 36. С. 41–53.
5. Ефименков Ю.И., Онищенко И.С. Требования к допустимым условиям эксплуатации судов класса «М-СП4, 5» и возможность их уточнения на примере Черного и Каспийского морей // Труды Крыловского государственного научного центра. 2019. Спецвып. 1. С. 53–58. DOI: 10.24937/2542-2324-2019-1-S-I-53-58.
6. Ефименков Ю.И., Онищенко И.С., Дидковский А.В. Разработка требований к допускаемым условиям эксплуатации судов ограниченного района плавания R3 // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2020. № 60/61. С. 22–28.

7. Справочные данные по режиму ветра и волнения Балтийского, Северного, Черного, Азовского и Средиземного морей / Российский морской регистр судоходства. Санкт-Петербург, 2006. 450 с.
8. Справочные данные по режиму волнения в прибрежных морских районах на трассах эксплуатации судов смешанного плавания / СПО ГОИН; рук. работы *Лопатухин Л.И.* Санкт-Петербург, 1994.
9. Лоция восточного берега Северного моря. Вып. 1 / Главн. Упр. навигации и океанографии. Санкт-Петербург, 1993. 388 с. (ГУНиО; адм. № 1211).
10. Лоция Черного моря / Упр. навигации и океанографии МО РФ. Санкт-Петербург, 2008. 575 с. (УНиО МО РФ; адм. № 1244).
7. Reference data on wind and sea conditions in the Baltic Sea, Northern Sea, Mediterranean Sea and the Sea of Azov / Russian Maritime Register of Shipping. St. Petersburg, 2006. 450 p. (*in Russian*).
8. Reference data on wind and sea conditions in coastal areas on shipping lines of sea-river vessels / SPO GOIN; Project Manager Lopatukhin L.I., St. Petersburg, 1994 (*in Russian*).
9. Pilot chart for the Northern Sea eastern coast. Vol. 1 / Chief Directorate for Navigation & Oceanography. St. Petersburg, 1993. 388 p. (GUNiO; adm. No.1211) (*in Russian*).
10. Pilot chart for the Black Sea / Chief Directorate for Navigation & Oceanography. St. Petersburg, 2008. 575 p. (*in Russian*).

References

1. *Efimenkov Yu.I., Onishchenko I.S., Didkovsky A.V.* Regulation of permissible operating restrictions for vessels with a specified operating area service R3 // Transactions of Krylov State Research Centre. 2020. Special Ed. 1. P. 40–46. DOI: 10.24937/2542-2324-2020-1-S-I-40-46 (*in Russian*).
2. Rules of classification and construction of sea vessels : ND No. 2-020101-174. Part. I. Classification / Russian Maritime Register of Shipping. St. Petersburg, 2023. 246 p. (*in Russian*).
3. *Onishchenko I.S., Paranyuk A.N.* Expansion of the operating area for river-sea ships in the Black Sea // Modern trends and prospects for development of Russian water transport: materials of the interuniversity science & practice conference. St. Petersburg: GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2022. Part 1. P. 262–271 (*in Russian*).
4. Main results of developing the requirements for ships of restricted navigation R2-RSN(4,5) / *Yu.I. Efimenkov, M.A. Kuteinikov, G.V. Markozov, S.A. Sotskov* // Science & Technical Collection of Russian Maritime Register of Shipping. 2013. No. 36. P. 41–53 (*in Russian*).
5. *Efimenkov Yu.I., Onishchenko I.S.* Requirements regarding allowable operating conditions of M-SP 4, 5 ships and their possible updates using the Black Sea and Caspian Sea as an example // Transactions of Krylov State Research Centre. 2019. Special Ed. 1. P. 53–58. DOI: 10.24937/2542-2324-2019-1-S-I-53-58 (*in Russian*).
6. *Efimenkov Yu.I., Onishchenko I.S., Didkovsky A.V.* Development of requirements regarding allowable operating conditions for ships of restricted navigation area R3 // Collection of Russian Maritime Register of Shipping. 2020. No. 60/61. P. 22–28 (*in Russian*).

Сведения об авторах

Онищенко Ирина Станиславовна, магистр, заведующий сектором судов внутреннего и смешанного плавания АО «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота». Адрес: 191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., д. 6, лит. А. Тел.: +7 (812) 271-12-70. E-mail: OnishchenkoIS@cniimf.ru.

Паранюк Алина Николаевна, инженер 1-й категории АО «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота». Адрес: 191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., д. 6, лит. А. E-mail: ParaniukAN@cniimf.ru.

Мартынов Иван Дмитриевич, инженер-конструктор 3-й категории ООО «Форсс Технологии». Адрес: 190013, Россия, Санкт-Петербург, Бронницкая ул., д. 44. E-mail: martynov@forss.ru.

About the authors

Irina S. Onishchenko, M.Sc., Head of Sector for Inland and River – Sea Navigation, Central Marine Research and Design Institute. Address: 6a, Kavalergardskaya st., St. Petersburg, Russia, post code 191015. Tel.: +7 (812) 271-12-70. E-mail: OnishchenkoIS@cniimf.ru.

Alina N. Paraniuk, 1st Category Engineer, Central Marine Research and Design Institute. Address: 6a, Kavalergardskaya st., St. Petersburg, Russia, post code 191015. E-mail: ParaniukAN@cniimf.ru.

Ivan D. Martynov, 3rd category design engineer, Forss Technologies LLC. Address: 44, Bronnitskaya st., St. Petersburg, Russia, post code 190013. E-mail: martynov@forss.ru.

Поступила / Received: 29.08.23

Принята в печать / Accepted: 28.11.23

© Онищенко И.С., Паранюк А.Н., Мартынов И.Д., 2023