

УДК: 629.123

DOI: 10.37890/jwt.vi72.273

Анализ главных размерений и характеристик рыболовных судов

О.Э. Суров^{1,2}

М.В. Китаев^{1,2}

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5345-6333>

Е.Е. Соловьева²

Д.В. Тюфтяев¹

В.А. Веселов¹

¹*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
г. Владивосток, Россия*

²*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия*

Аннотация. Рыболовные суда являются одним из наиболее многочисленных и востребованных типов судов промыслового флота Российской Федерации. Важную роль промысловые суда занимают при обеспечении продовольственной безопасности страны, способствуют занятости населения в областях добычи и переработки морских биоресурсов, проектировании, постройке, эксплуатации, ремонте и модернизации судов. Существующие суда рыбопромыслового флота РФ во многом морально и физически устарели. Средний возраст данного типа судов составляет 30-35 лет, что оказывает существенное влияние на продолжительность и периодичность ремонтов и снижает их технико-экономические показатели. В связи с этим становится вопрос о пополнении рыболовного флота новыми типами судов с использованием совершенных методик их проектирования. Разработка математических моделей рыболовных судов позволяет на начальных этапах их проектирования выполнять сравнительный детальный анализ их экономической эффективности в заданных условиях эксплуатации. Для разработки таких моделей, прежде всего, необходимы аналитические зависимости, связывающие их главные размерения и основные проектные характеристики, указанные в задании на проектирование. В настоящей статье приводятся результаты анализа главных размерений и основных характеристик рыболовных судов, имеющих класс Российского морского регистра судоходства (РМРС). Исходным источником информации являлась Регистровая книга судов в актуальной редакции (2022 г.), в которой содержатся сведения о морских самоходных судах валовой вместимостью 100 и более тонн, имеющих класс РМРС. Всего в исследовании проанализировано более тысячи рыбопромысловых судов с разными размерениями и характеристиками. В результате проведенного исследования выполнен анализ состава рыболовного флота по возрасту, степени автоматизации и месту постройки, ледовому классу и другим характеристикам. На основе методов статистического анализа выявлены закономерности и получены аналитические зависимости, связывающие главные размерения рыболовных судов с их характеристиками. Полученные аналитические зависимости и выявленные закономерности могут использоваться на начальных этапах проектирования при разработке математических моделей рыболовных судов.

Ключевые слова: рыболовные суда, главные размерения, характеристики, статистический анализ, регистровая книга судов

Analysis of main dimensions and characteristics of fishing vessels

Oleg E. Surov^{1,2}

Maksim V. Kitaev^{1,2}

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5345-6333>

Ekaterina E. Solovieva¹

Dmitry V. Tyuftyaev²

Vitaly A. Veselov²

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

²Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Abstract. Fishing vessels are one of the most numerous and popular types of vessels of Russian fishing fleet. Fishing vessels provide food security of the country and contribute to the employment in fishing and processing industry of marine biological resources, design, construction, operation, repair and modernization of fishery vessels. The existing fishing vessels of Russian Federation are largely morally and physically outdated. The average age of this type of vessels is 30-35 years, which influences greatly on the duration and frequency of repairs and reduces their technical and economic performances. In this regard, the question of fishing fleet replenishing with new types of vessels using advanced methods for their design arises. The development of mathematical models of fishing vessels allows, at the initial stages of their design, to perform the detailed analysis of their economic efficiency under given operating conditions. To develop such models, first of all, analytical dependencies are needed that connect their main dimensions and the main design characteristics specified in the design task. This article presents the analysis results of the main dimensions and main characteristics of fishing vessels that have the class of the Russian Maritime Register of Shipping (RMRS). The initial source of information was the Register of Vessels in the current version (2022), which contains information about sea-going self-propelled ships with a gross tonnage of 100 tons and more, having a class of RMRS. In total, the study has analyzed more than a thousand fishing vessels with different dimensions and characteristics. As a result of the study, the analysis of the composition of the fishing fleet by age, degree of automation and place of construction, ice class and other characteristics was made. Based on the methods of statistical analysis, regularities were revealed and analytical dependencies were obtained that connect the main dimensions of fishing vessels with their characteristics. The obtained analytical dependencies and the revealed patterns can be used at the initial design stages in the development of mathematical models of fishing vessels.

Keywords: fishing vessels, main dimensions, characteristics, statistical analysis, register book of the vessels

Введение

Согласно данным отраслевой системы мониторинга общий объем добычи водных биоресурсов в России по состоянию на 21 марта 2022 г. составил 1140,09 тыс. тонн, что на 34,75 тыс. тонн или на 3,1% больше уровня 2021 года [1].

Исходя из анализа данных Регистровой книги судов РМРС [2] к 2030 году находящиеся в настоящее время в эксплуатации рыбопромысловые суда достигнут среднего возраста 40 лет. Согласно требованиям Правил РМРС при проектировании нормативный срок службы принимают равным 25 годам [3]. Т.е. в настоящее время большая часть судов эксплуатируется на пределе или с превышением нормативного срока службы, принятого при их проектировании.

В состав российского рыболовного флота входят суда как отечественной, так и зарубежной постройки [2]. Обслуживание и ремонт последних в условиях санкций представляет определенные проблемы, связанные с поставкой ЗИП, комплектующих

и вспомогательного оборудования. Таким образом, проблема пополнения и обновления отечественного рыболовного флота является актуальной. Ее решение требует комплексного подхода, основанного на развитии и совершенствовании методов проектирования, постройки и эксплуатации судов.

Комплекс мероприятий, направленных на решение указанной проблемы, приведен в стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [4], в которой, в том числе, для каждого рыбохозяйственного бассейна РФ и различных видов биоресурсов указаны перспективные виды добывающих судов.

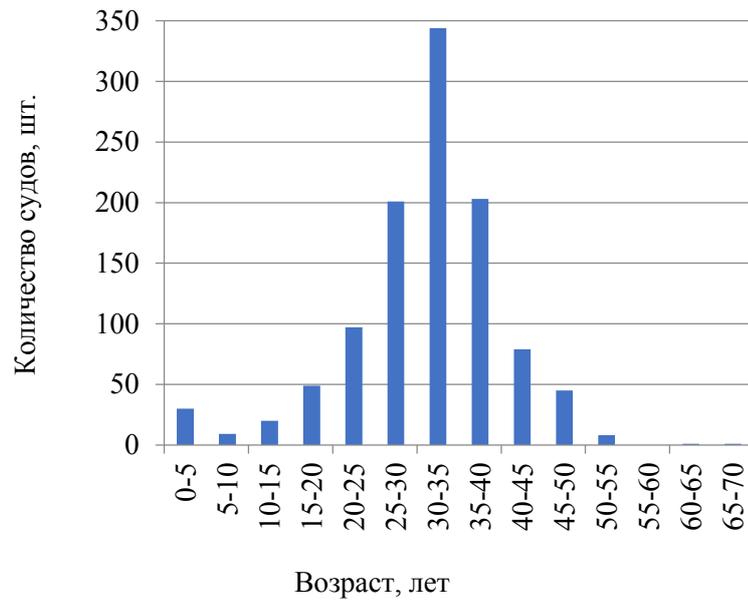
В исследовании рассматривались только рыболовные суда с валовой вместимостью 100 и более тонн, имеющие класс РМРС. Объем выборки – 1080 судов. Для оценки структуры и количественного состава отечественного рыболовного флота необходимо провести детальный анализ существующих судов и оценить их возраст, степень автоматизации, ледовый класс, район плавания, регион приписки и др.

Следующим этапом исследования является выявление закономерностей и построение аналитических зависимостей, отражающих взаимосвязь основных проектных характеристик и главных размерений, а также их безразмерных соотношений [5 - 7]. Как правило, такие зависимости составляют основу математических моделей, направленных на поиск оптимальных, с экономической точки зрения, судов [8, 9]. Теоретические и практические аспекты разработки и использования подобных моделей на начальных этапах проектирования рыболовных судов приведены в работах [10].

Анализ состава и структуры рыболовного флота

Выборка, использованная для анализа главных размерений и характеристик рыболовных судов, основана на данных, приведенных в Регистровой книге [1], и включает (объединяет без указания назначения конкретного судна) информацию по судам следующих типов: краболовы, рыболовные боты, сейнеры-траулеры, сейнеры, траулеры и ярусоловы. Возрастной состав и распределение судов по водоизмещению показаны на рис. 1.

а



б

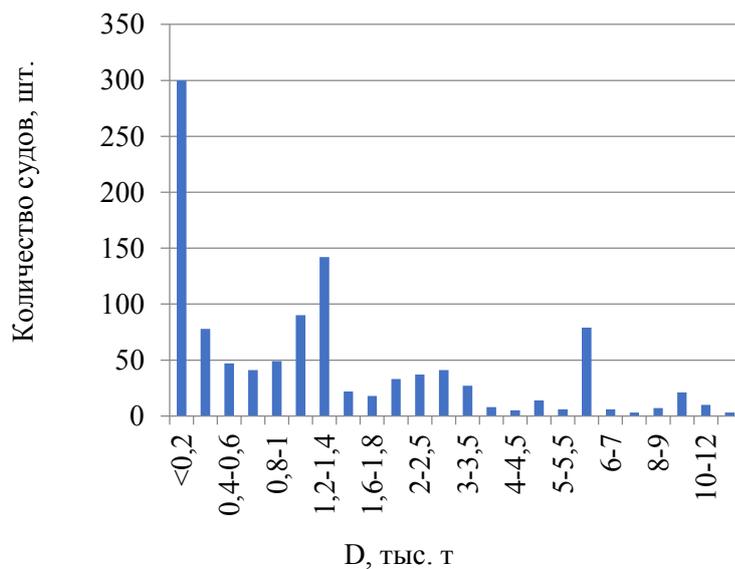


Рис. 1. Гистограммы распределения анализируемых судов по:
а – возрасту; б – водоизмещению

Из представленных диаграмм видно, что в настоящий момент времени средний возраст судов, находящихся в эксплуатации составляет 30 – 35 лет. Наиболее многочисленными являются суда с водоизмещением до 200 тонн.

Распределение рыболовных судов по ледовым классам (по правилам РМРС [1]) и вместимости в рамках каждого ледового класса показано на рис. 2, а по районам плавания – на рис. 3.

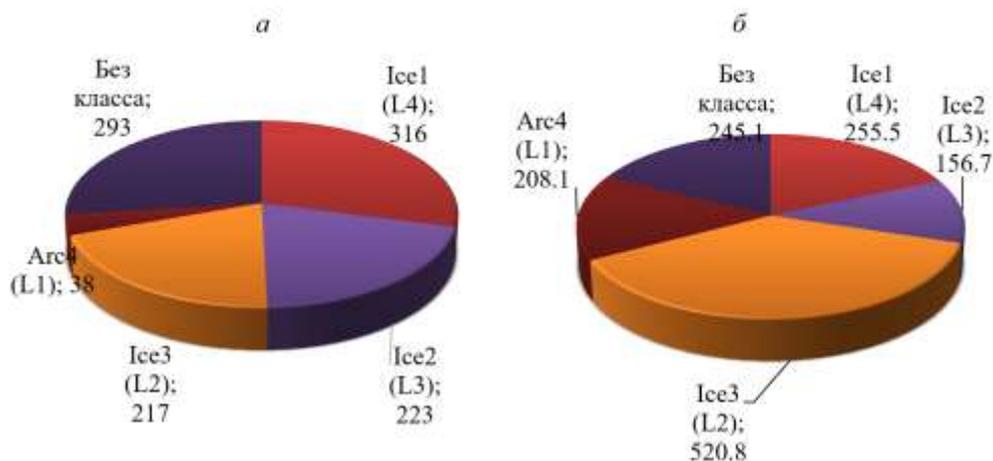


Рис. 2. Распределение рыболовных судов по ледовым классам:
а - количество, шт.; б – суммарная валовая вместимость в тыс. тонн

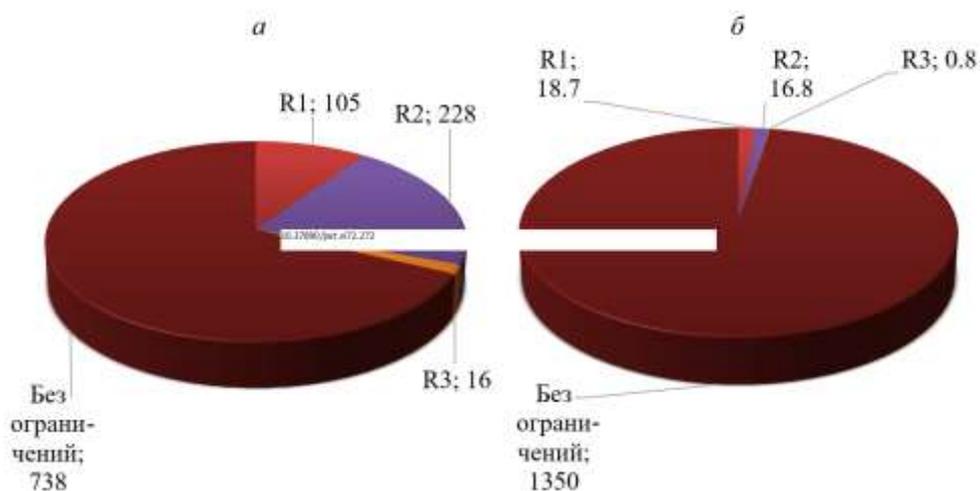


Рис. 3. Распределение рыболовных судов по районам плавания:
а - количество, шт.; б – суммарная валовая вместимость в тыс. тонн

Из анализа вышеприведенных диаграмм видно, что наиболее многочисленной группой являются суда с ледовым классом Ice1, на втором месте – суда без ледового класса, что вполне согласуется с данными, приведенными на рис. 1б (наиболее многочисленная группа судов имеет водоизмещение до 200 тонн).

Распределение судов по степени автоматизации показано на рис. 4, а по регионам приписки – на рис. 5.

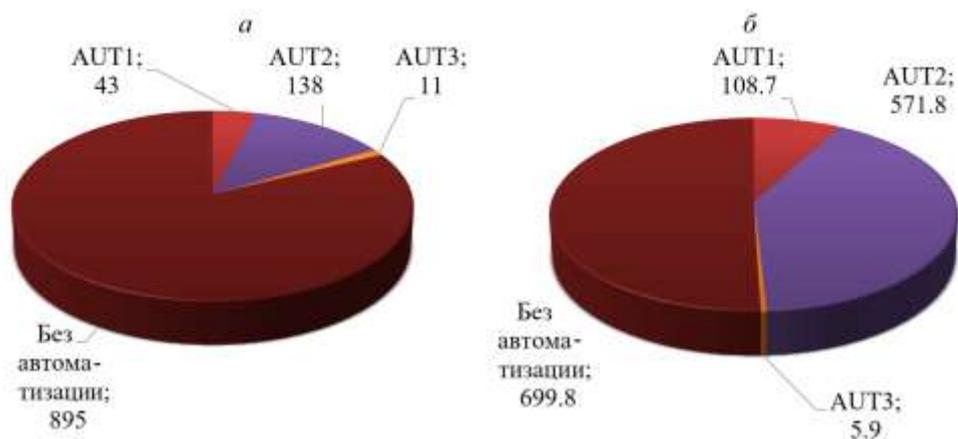


Рис. 4. Распределение рыболовных судов по степени автоматизации: а - количество, шт.; б – суммарная валовая вместимость в тыс. тонн

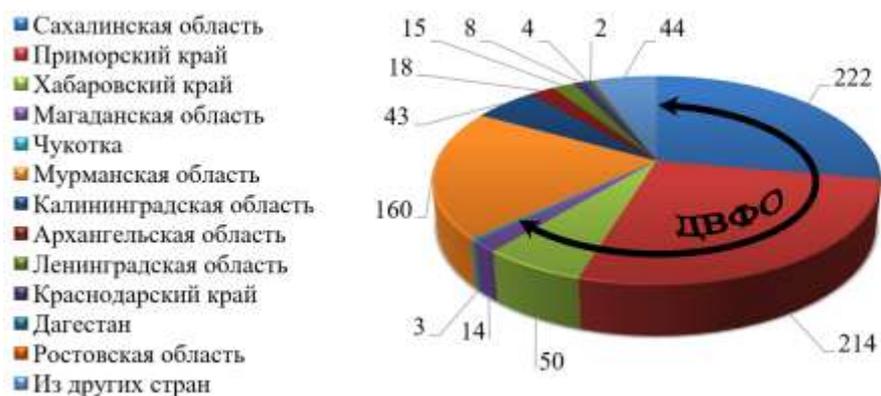


Рис. 5. Распределение рыболовных судов по региону приписки

Из диаграмм, представленных на рис. 4, 5, видно, что большая часть рыбопромысловых судов зарегистрирована в Дальневосточном федеральном округе РФ (ДФО), занимающем территорию Дальнего Востока России и Восточной Сибири.

Распределение валовой вместимости судов с учетом региона приписки показано на рис. 6, а страны их постройки на рис. 7.

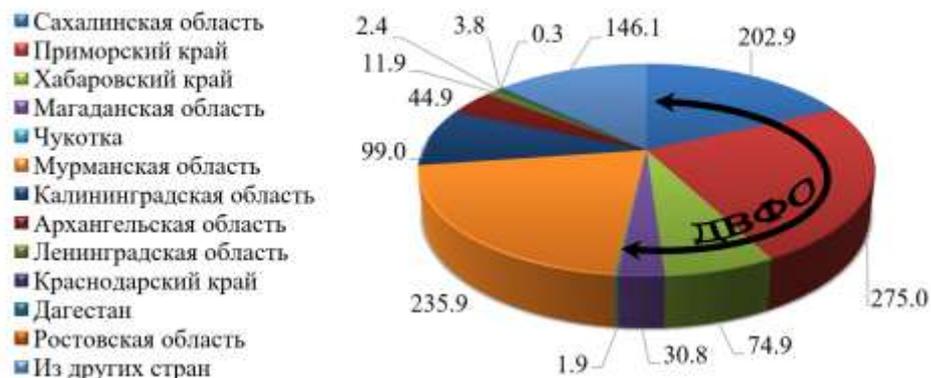


Рис. 6. Валовая вместимость рыболовных судов с учетом региона приписки

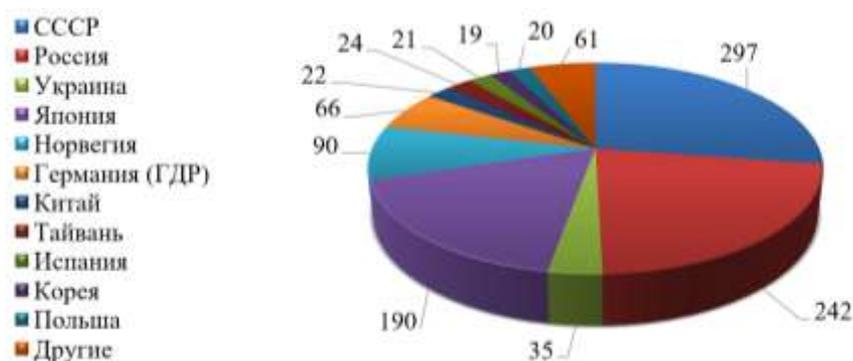


Рис. 7. Распределение рыболовных судов по странам постройки

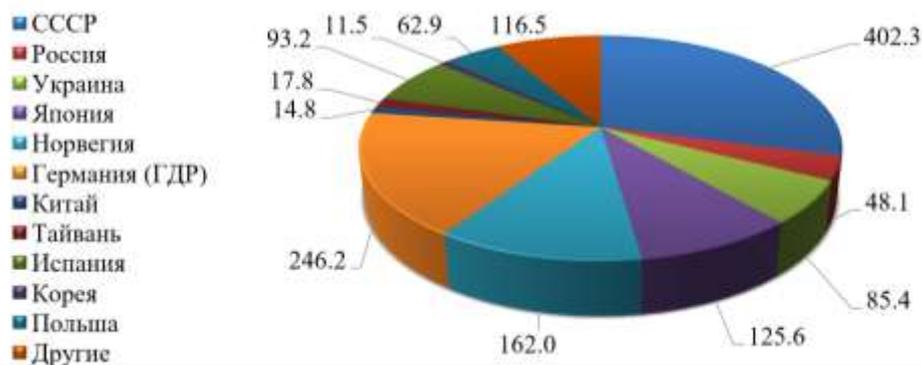


Рис. 8. Распределение рыболовных судов по валовой вместимости с учетом страны постройки

Из анализа вышеприведенных диаграмм видно, что большая часть судов, находящихся в эксплуатации, построена в СССР, РФ и Японии.

Анализ соотношения главных размерений и основных характеристик судов

Соотношения главных размерений и их зависимость от основных характеристик рыболовных судов показаны на рис. 9 – 14. На графиках приведены аналитические зависимости, указаны диапазоны их применения и доверительные интервалы.

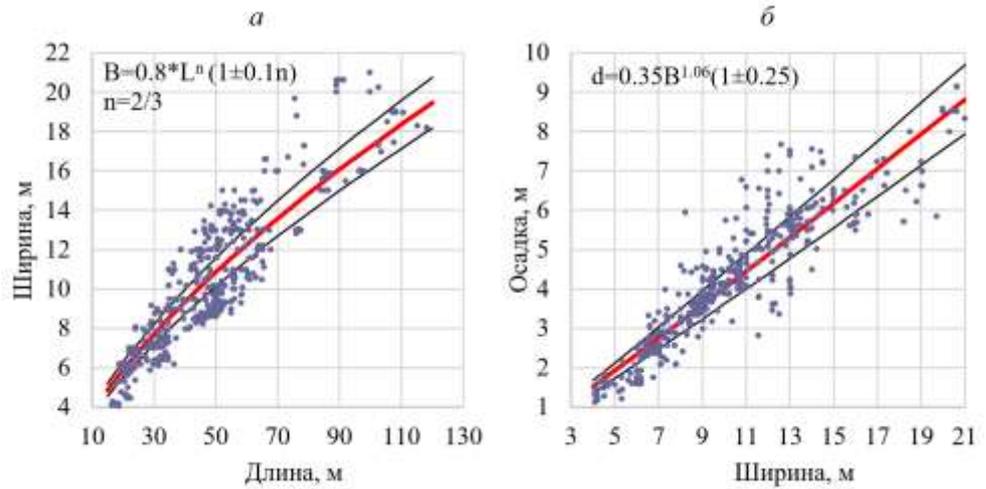


Рис. 9. Зависимость главных размерений: а – ширины от длины; б – осадки от ширины

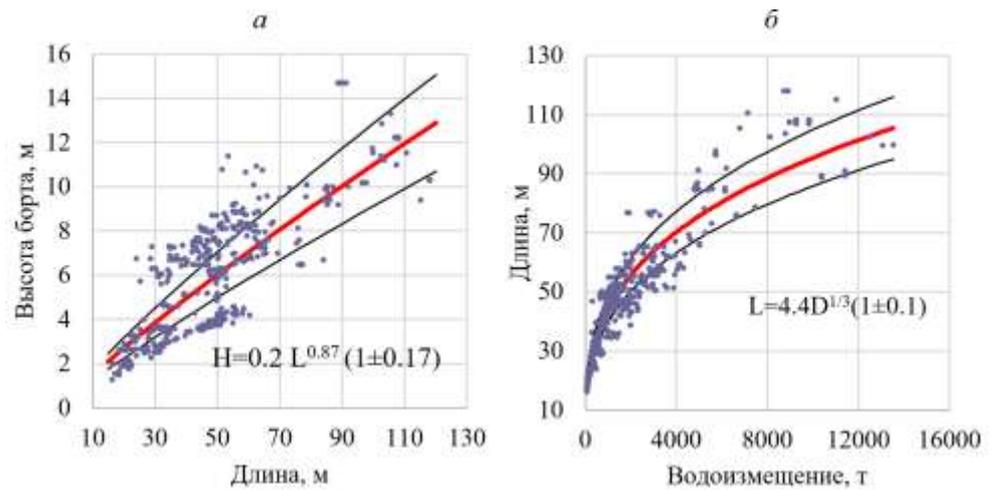


Рис. 10. Зависимость главных размерений: а – высоты борта от длины; б – длины от водоизмещения

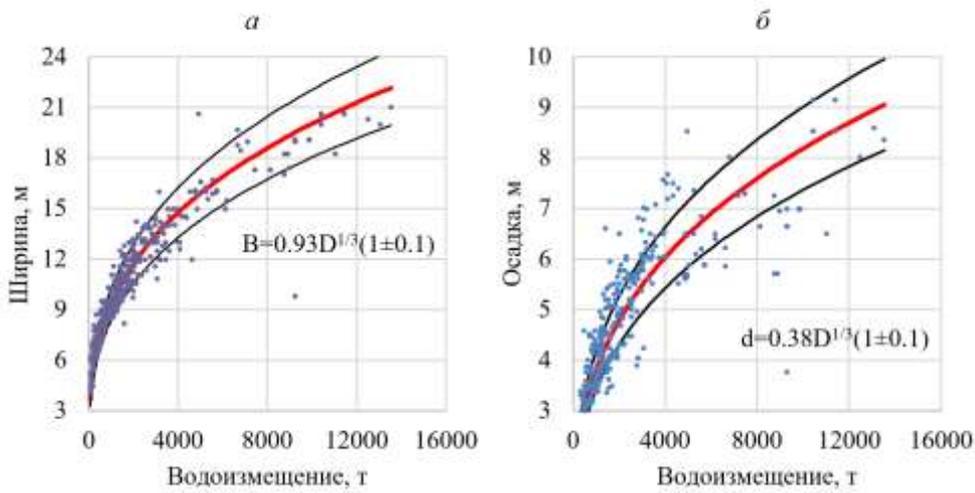


Рис. 11. Зависимость главных размерений:
а – ширины от водоизмещения; б – осадки от водоизмещения

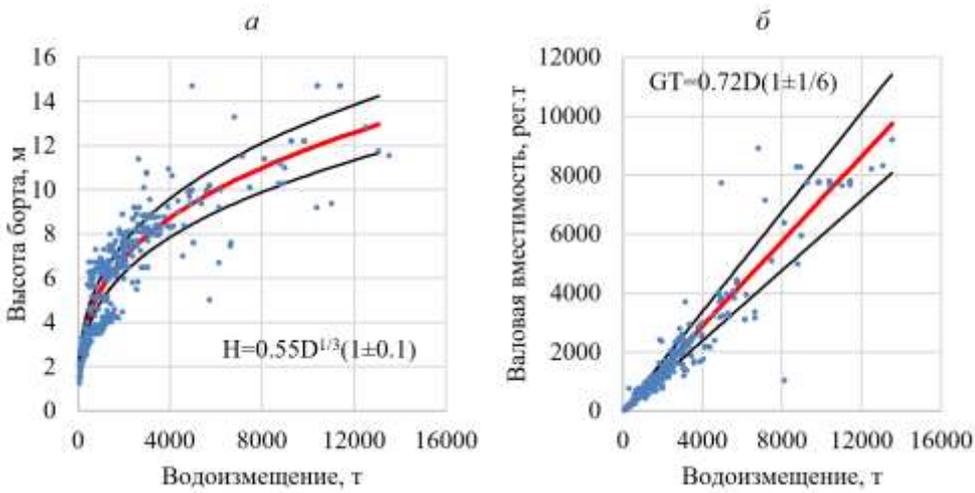


Рис. 12. Зависимость главных размерений:
а – высоты борта от длины; б – длины от водоизмещения

Валовая вместимость судов (GT) (см. рис. 12 б) согласно Конвенции [11] определяется по следующей формуле:

$$GT = K \cdot V \quad (1)$$

где V — общий объем всех закрытых пространств на судне в кубических метрах.

Значение коэффициента K рассчитывается по формуле:

$$K = 0,20 + 0,02 \cdot \lg(V) \quad (2)$$

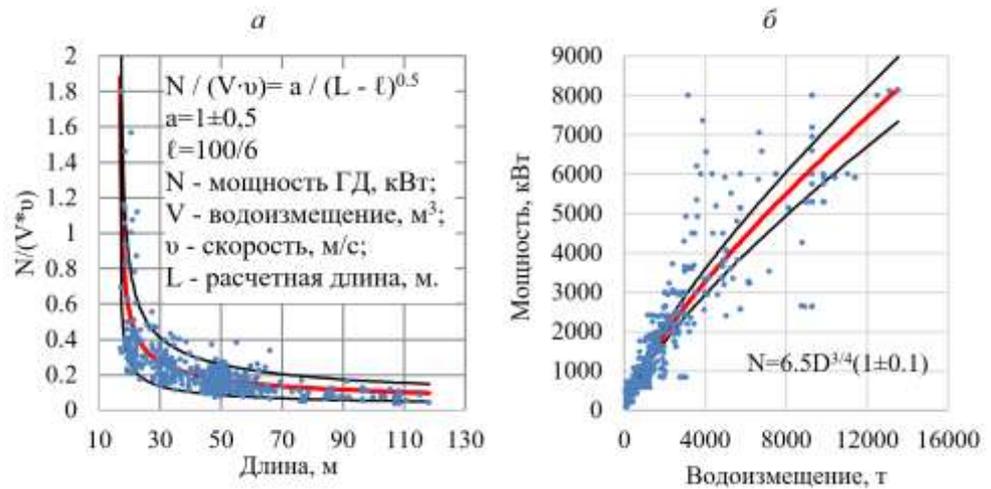


Рис. 13. Зависимость характеристик судов:
 а – энерговооруженности от длины; б – мощности от водоизмещения

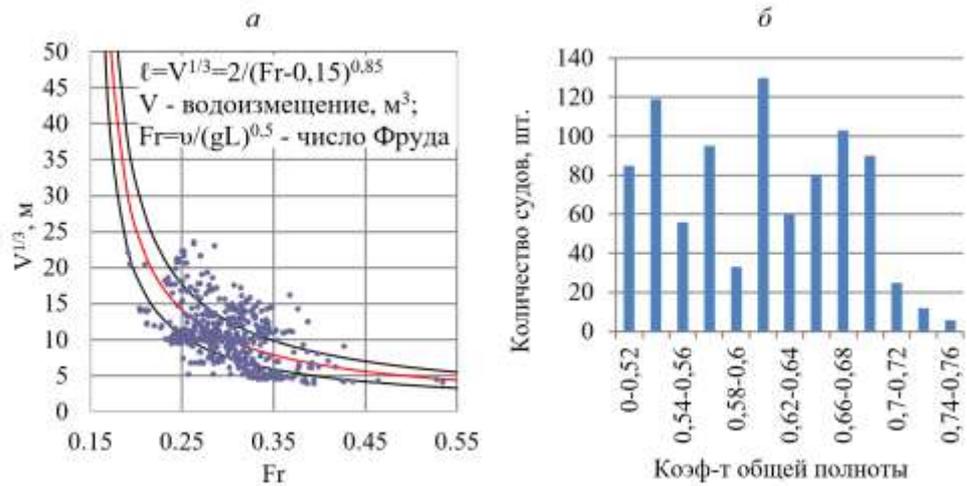


Рис. 14. Зависимость характеристик судов:
 а – относительной длины от числа Фруда;
 б – диапазоны изменения коэффициентов общей полноты анализируемых судов

В результате проведенного статистического анализа рыболовных судов, находящихся в эксплуатации и имеющих класс РМРС, получены формулы, определяющие общие закономерности и зависимости главных размерений от основных проектных характеристик:

$$B = (0,8 \pm 0,050) L^{2/3} \quad (3)$$

$$d = (0,35 \pm 0,088) B^{1,06} \quad (4)$$

$$H = (0,2 \pm 0,035) L^{0,87} \quad (5)$$

$$L = (4,4 \pm 0,050) D^{1/3} \quad (6)$$

$$B=(0,93\pm 0,090) D^{1/3} \quad (7)$$

$$d=(0,38\pm 0,035) D^{1/3} \quad (8)$$

$$H=(0,55\pm 0,055) D^{1/3} \quad (9)$$

$$GT=(0,72\pm 0,100) D \quad (10)$$

$$N/(V \cdot v) = a / (L - \ell_c)^{0,5}, \quad (11)$$

где $a = 1 \pm 0,5$; $\ell_c = 100/6$; N - мощность ГД, кВт; V - водоизмещение судна, м³

$$N=(6,5\pm 0,650) D^{3/4} \quad (12)$$

$$\ell = V^{1/3} = 2 / (Fr - 0,15)^{0,85}, \quad (13)$$

где $Fr = v / (gL)^{0,5}$ - число Фруда.

Заключение

В статье представлены результаты анализа главных размерений и основных характеристик рыболовных судов, имеющих класс РМРС. На основе методов статистического анализа выявлены закономерности и получены аналитические зависимости, связывающие главные размерения с их характеристиками, которые могут использоваться на начальных этапах проектирования при разработке математических моделей рыболовных судов.

В результате проведенного анализа выявлены следующие факты и закономерности:

- средний возраст рыболовных судов, находящихся в эксплуатации составляет 30 – 35 лет;
- наиболее многочисленными являются суда водоизмещением до 200 тонн;
- большая часть рассматриваемых в исследовании судов имеет ледовые категории Ice1 - Ice 3 (при этом большая часть (суда малого водоизмещения – до 200 тонн) не имеют ледовых усилений вовсе).
- основное количество рыбопромысловых судов, находящихся в эксплуатации, зарегистрировано в Дальневосточном федеральном округе РФ;
- более половины судов построены в СССР, РФ и Японии.

Работа выполнена согласно тематическому плану прикладных научных исследований, проводимых в 2022 году федеральными государственными бюджетными образовательными учреждениями высшего образования, подведомственными Росрыболовству, в рамках государственного задания на выполнение государственных работ (НИР № 817/2022 «Оценка влияния формы корпуса и распределения груза на качку, волновые изгибающие моменты и продольную прочность морских рыболовецких судов»).

Список литературы

1. Российский морской регистр судоходства. URL: <http://www.rs-class.org> (дата обращения: 13.05.2022).
2. Федеральное Агентство по Рыболовству. URL: <https://fish.gov.ru> (дата обращения: 13.05.2022).
3. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II Корпус. СПб.: ФАУ «Российский морской регистр судоходства», 2022. 337 с.

4. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. – М.: ФГБНУ «Роинформагротех», 2019. 68 с.
5. Едророва В.Н. Общая теория статистики /В.Н. Едророва, М.В. Едророва. - М.: ЮРИСТЪ, 2017. 511 с.
6. Мойзес Б.Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных /Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова, Л.А. Редько. - М.: Юрайт, 2019. 118 с.
7. Дятченко С.В. Определение основных элементов и характеристик средних рыболовных траулеров на начальных этапах проектирования/ С. В. Дятченко, Н. Х. Лыонг // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Морская техника и технология, № 1, 2009, с. 38-43.
8. Иванов, В.П. Техничко-экономические основы создания рыболовных судов: учебник / В.П. Иванов – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. 275 с.
9. Войлошников М.В. Морские ресурсы и техника: эффективность, стоимость, оптимальность/М.В. Войлошников. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. 587с.
10. Раков, А.И. Проектирование промысловых судов / А.И. Раков, Н.Б. Севастьянов. – Ленинград: Судостроение, 1981. 376 с.
11. Международная Конвенция по обмеру судов 1969 г. (КОС-69). - СПб.: ЦНИИМФ, 2000. 79 с.

References

1. “Rossijskij morskoy registr sudoxodstva” (Russian Maritime Register of Shipping). URL: <http://www.rs-class.org> (data obrashheniya: 13.05.2022).
2. “Federal’noe Agentstvo Po Ry’bolovstvu” (Federal Agency for Fishery (Russia)). URL: <https://fish.gov.ru> (data obrashheniya: 13.05.2022).
3. “Pravila klassifikacii i postrojki morskix sudov. Chast` II Korpus”. (Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships, Part II Hull) SPb.: FAU «Rossijskij morskoy registr sudoxodstva», 2022. 337 p.
4. “Strategiya razvitiya ry`boxozyajstvennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda” (Strategy for the development of the fishery complex of the Russian Federation for the period up to 2030). – М.: FGBNU «Roinformagrotex», 2019. 68 p.
5. Edronova V.N. “Obshchaya teoriya statistiki” (General theory of statistics) /V.N. Edronova, M.V. Edronova. - М.: YURIST", 2017. 511 p.
6. Mojzes B.B. “Statisticheskie metody kontrolya kachestva i obrabotka eksperimental'nyh dannyh” (Statistical methods of quality control and processing of experimental data) /B.B. Mojzes, I.V. Plotnikova, L.A. Red'ko. - М.: YUrajt, 2019. 118 p.
7. Dyatchenko S.V. “Opredelenie osnovnyh elementov i harakteristik srednih rybolovnyh traulerov na nachal'nyh etapah proektirovaniya” (Determination of the main elements and characteristics of medium-sized fishing trawlers at the initial stages of design) / S.V. Dyatchenko, N. H. Lyong // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Morskaya tekhnika i tekhnologiya, № 1, 2009, pp. 38-43.
8. Ivanov V.P. “Tekhniko-ekonomicheskie osnovy sozdaniya rybolovnykh sudov”: uchebnik (Technical and economic basis for the creation of fishing vessels: a textbook). Kaliningrad, izd-vo BGARF, 210. 275 p.
9. Vojloshnikov M.V. “Morskie resursy i tekhnika: effektivnost', stoinost', optimal'nost'” (Marine resources and technology: efficiency, cost, optimality) /M.V. Vojloshnikov. - Vladivostok: Izd-vo DVG TU, 2002. 587 p.
10. Rakov A. I., “Sevast'yanov N. B. Proektirovanie promyslovykh sudov” (Design of fishing vessels). L., Sudostroenie, 1981. 376 p.

11. “Mezhdunarodnaya Konvenciya po obmeru sudov 1969 goda” (International Convention on the measurement of ships 1969 year). (KOS-69). - SPb.: CzNIIMF, 2000. 79 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Суров Олег Эдуардович, к.т.н., старший научный сотрудник научного управления, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б; к.т.н., доцент Департамента морской техники и транспорта, Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: surov-oe@rambler.ru

Китаев Максим Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник научного управления, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б; к.т.н., доцент Департамента морской техники и транспорта, Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: maxkit@mail.ru

Соловьева Екатерина Евгеньевна, младший научный сотрудник научного управления научного управления, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б, e-mail: pillers@mail.ru

Веселов Виталий Алексеевич, аспирант Департамента морской техники и транспорта, Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: veselov.va@dvfu.ru

Тюфтяев Дмитрий Васильевич, студент Департамента морской техники и транспорта, Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: tyuftyaev.dv@students.dvfu.ru

Oleg E. Surov, PhD of Engineering senior researcher of scientific department, Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Vladivostok, st. Lugovaya, d. 52 B, PhD of Engineering, Associate professor of the Department of Marine Engineering and Transport, Far Eastern Federal University, 690922, Vladivostok, Russkiy, Ayaks, 10

Maksim V. Kitaev, PhD of Engineering senior researcher of scientific department, Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Vladivostok, st. Lugovaya, d. 52 B, PhD of Engineering, Associate professor of the Department of Marine Engineering and Transport, Far Eastern Federal University, 690922, Vladivostok, Russkiy, Ayaks, 10

Ekaterina E. Solovieva, junior researcher of scientific department, Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Vladivostok, st. Lugovaya, d. 52 B

Vitaly A. Veselov, postgraduate student of the Department of Marine Engineering and Transport, Far Eastern Federal University, 690922, Vladivostok, Russkiy, Ayaks, 10

Dmitry V. Tyuftyaev, student of the Department of Marine Engineering and Transport, Far Eastern Federal University, 690922, Vladivostok, Russkiy, Ayaks, 10

Статья поступила в редакцию 20.05.2022; опубликована онлайн 20.09.2022.

Received 20.05.2022; published online 20.09.2022.