

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ, СУДОРЕМОНТА
И ОРГАНИЗАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Научная статья
УДК 629.5.083.5(571.6)
<https://doi.org/10.24866/2227-6858/2025-1/89-104>

Перспективы развития судоремонта на Дальнем Востоке

Александр Захарович Рогов, Сергей Алексеевич Огай✉, Алексей Сергеевич Огай

Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского,
Владивосток, Российская Федерация
✉ ogay@msun.ru

Аннотация. Задачи по развитию судостроения и судоремонта в стране и, в частности, на Дальнем Востоке, сформулированные Стратегией развития судостроительной промышленности на период до 2035 года (далее – Стратегия), с момента её принятия объективно усложнились необходимостью решить их на основе технологического суверенитета. Развитие судоремонтного сектора судостроительного производства связано с составом и качеством флота и имеет региональные особенности. Так, флот для работы в Дальневосточном бассейне и в Восточном секторе Арктики пополняется судами с повышенной ледопроеходимостью и многофункциональностью, с экологичными энергетическими установками, с новыми пропульсивными установками, криогенным оборудованием. Соответственно, новому отечественному флоту нужен судоремонт, способный в дополнение к традиционным технологическим операциям ремонта осуществлять техническое обслуживание его инновационных составляющих. Исходя из мировых тенденций технологических новаций в судостроении, которые присущи и новому региональному флоту, анализируются технологические операции, которыми должен пополниться региональный судоремонт, чтобы на конкурентной основе осуществлять техническое обслуживание новых судов, которые постепенно заместят существующие суда. Исследование технологических новаций судостроения продиктовало необходимость новых организационных форм судоремонта, включая перевод всех этапов жизненного цикла флота, начиная с его проектирования, строительства и далее – обслуживания на судне, на судоремонтном предприятии, на единую информационную платформу, что в итоге позволит перевести флот на наиболее эффективную систему технического обслуживания по состоянию. Важнейшим аспектом такой трансформации регионального судоремонта является процесс опережающего обеспечения судоремонтного сектора кадрами, способными на качественно новом уровне решать поставленные задачи, поэтому уже сегодня следует перестроить систему подготовки специалистов для судоремонтных производств, модернизировав её с участием индустриальных партнёров, обновить её материальную и методическую базу.

Ключевые слова: судостроение, судоремонт, технологии ремонта, техническое обслуживание по состоянию, цифровизация, подготовка кадров

Для цитирования: Рогов А.З., Огай С.А., Огай А.С. Перспективы развития судоремонта на Дальнем Востоке // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2025. № 1(62). С. 89–104.

TECHNOLOGY OF SHIPBUILDING, SHIP REPAIR
AND ORGANIZATION OF SHIPBUILDING PRODUCTION

Original article

Prospects for the development of ship repair in the Far East

Alexander Z. Rogov, Sergey A. Ogay✉, Alexey S. Ogay

Admiral G.I. Nevelskoi Maritime State University, Vladivostok, Russia
✉ ogay@msun.ru

© Рогов А.З., Огай С.А., Огай А.С., 2025

Abstract. The tasks for the development of shipbuilding and ship repair in Russia and in particular in Far East Russia, as set out by the Strategy for the Development of the Shipbuilding Industry for the Period up to 2035 (hereinafter referred to as the Strategy), since its adoption have intrinsically been supplemented by the strategic task of their implementation on the basis of technological sovereignty. The development of the ship repair sector of shipbuilding industry is related to the fleet composition and quality, and has some certain regional features. Thus, the fleet to be operated in the Far Eastern basin and in the East Arctic sector is being replenished with ships of increased ice-breaking capability and multifunctionality, equipped with environment-friendly power plants, new propulsive systems, and cryogenic machinery. Consequently, new domestic fleet requires the kind of ship repairs that in addition to traditional repair process operations would provide its innovation components' repair technology operations. Based on global technological development trends in the field of shipbuilding, that are inherent to the new regional fleet as well, repair process operations to be absorbed by the regional ship repair sector have been analyzed in order to provide on a competitive basis the repair technology operations to the newly-built ships that would gradually substitute the ships currently in operation. The study of technological innovations in shipbuilding has dictated the need for new organizational forms of ship repair, including the transfer of all stages of the life cycle of the fleet, starting with its design, construction and further maintenance on the vessel, at the ship repair enterprise, to a single information platform, which will eventually make it possible to transfer the fleet to the most effective system of actual condition-based maintenance. The most important aspect of such a transformation of regional ship repair is the process of advanced provision of the ship repair sector with personnel capable of solving tasks at a qualitatively new level, therefore, it is a strategic need of the day to rebuild the system of training specialists for ship repair facilities, modernizing it with the participation of industrial partners, updating its material and methodological base.

Keywords: shipbuilding, ship repair, repair technologies, condition-based maintenance, digitalization, personnel training

For citation: Rogov A.Z., Ogay S.A., Ogay A.S. Prospects for the development of ship repair in the Far East. *FEFU: School of Engineering Bulletin*, 2025, no. 1(62), pp. 89–104. (In Russ.).

Введение

Стратегией на перспективу до 2035 года определены приоритеты пополнения отечественного флота [1]. Акцент сделан на флот, который обоснован насущной необходимостью освоения шельфовых месторождений дальневосточных морей и арктическими проектами транспортировки полезных ископаемых (твёрдых и жидких, включая углеводороды) с арктических месторождений, обеспечения жизнедеятельности региона и безопасности мореплавания. Вместе с тем в Стратегии крайне мало внимания уделено важнейшей составляющей функционирования создаваемого флота – его судоремонту.

Целью исследования является обоснование нового облика судоремонтной отрасли в дальневосточном и арктическом регионах для комплексного и эффективного технического обслуживания создаваемого флота нового поколения.

Ставится задача проанализировать состав, объём и специфику флота как объекта судоремонта, что позволит выявить и классифицировать особенности, которые, в свою очередь, будут основой для проектирования состава и объёма судоремонта. Сделан обзор существующих судоремонтных мощностей в качестве потенциальных баз развития судоремонта нового образца. Даны концептуальные характеристики инновационных структур, которые должны быть созданы в региональной судоремонтной отрасли. Сделан обзор технологических обновлений судоремонтных производств, которые позволят осуществлять весь комплекс ремонтных работ в регионе. Намечены обязательные новации в системе подготовки кадров для судоремонтного сектора.

Для работы в Дальневосточном морском бассейне (его неарктической части) и в Восточном секторе Арктики флот должен пополниться грузовыми судами для перевозки жидких углеводородов (нефть и нефтепродукты, сжиженный природный газ) с ледовыми классами для плавания в неарктических морях и в Арктике вплоть до классов Icebreaker, ледоколами нового поколения, обладающими многофункциональностью и повышенной мощностью [2]. Для освоения шельфовых месторождений дальневосточных морей и, в частности, острова Сахалин также должны быть построены газовозы и танкеры ледового класса, многофункциональные

суда снабжения (обеспечения) с повышенным ледовым классом с системами динамического позиционирования, с функциями подводного мониторинга и производства работ под водой, заводки якорей, обеспечения доставки и снятия персонала с нефтегазодобывающих платформ и других судов (системы типа Walk to Work) [3].

Требуется обновить вспомогательный флот многофункциональными буксирами, способными работать как в качестве рейдовых (портовых), так и в качестве эскортных. Практически все морские буксиры и суда-спасатели должны иметь высокий ледовый класс [4]. Остро стоит вопрос с отечественным балкерным флотом, отсутствие которого в санкционных условиях негативно сказывается на стабильности грузовых потоков угля и зерна с портов Дальнего Востока – сухих грузов, занимающих значительную часть общей региональной грузовой базы (до 40 %) [5]. Контейнерный флот компаний Дальнего Востока надёжно закрепился на рынке фидерных перевозок в южных направлениях, но всё настойчивей проявляется интерес к контейнерным перевозкам по Северному морскому пути, что потребует наличия контейнеровозов с повышенным ледовым классом.

Рыбодобывающий флот региона сегодня наиболее активно пополняется новостроем. Удачными оказались проекты краболовов, которые доступны к производству на отечественных судостроительно-судоремонтных предприятиях с высоким уровнем технологического суверенитета [6].

В создании этого флота, начиная с этапа предпроектных исследований, далее – при проектировании и строительстве, использовалось специальное программное обеспечение, которое на каждом этапе создания нового судна увеличивало добавочную стоимость этого продукта. Естественно предположить, что все последующие операции жизненного цикла судна уже на этапе его технической эксплуатации должны сопровождаться продолжением использования информационной модели судна экипажем, судоходной компанией и судоремонтным предприятием. Однако возникает вопрос: готовы ли судоходные компании, экипажи судов и судоремонтные предприятия сопровождать операции технического обслуживания в процессе жизненного цикла судна на этой информационной модели, развивая её организационными и технологическими операциями, и обладают ли они необходимыми компетенциями. Применительно к существующим судоремонтным предприятиям региона ответ на этот вопрос отрицательный, в лучшем случае имеются отдельные практики применения цифровой модели судна, его механизмов или систем для диагностики и ремонта.

Анализ типовых функций, единых для всех судоремонтных предприятий, позволяет сформировать модель организации судоремонтного производства на уровне региона с учётом глубокой цифровизации организационных и технологических аспектов их деятельности. Модель основана на ассоциативном объединении судоремонтных предприятий, которое, с одной стороны, сохраняет конкурентные взаимоотношения на рынке судоремонтных услуг как субъектов частного капитала, а с другой стороны, повышает конкурентные преимущества отрасли в регионе за счёт выделения отдельных функций в единые для всей ассоциации структуры. Эффективность таких выделенных структур обеспечивается высоким уровнем цифровизации их деятельности и естественным интересом каждого субъекта – судоремонтного предприятия, так как снижает их издержки, что в итоге снимает конкурентные противоречия, делает их функционирование выгодным для каждого предприятия в отдельности и для отрасли в целом.

На данном этапе такими структурами могут быть предприятия, занимающиеся поставками запасных частей для ремонта и организацией их производства, предприятия по разработке технологических новаций и организации кадрового обеспечения судоремонтной отрасли региона.

Важной составляющей судоремонтной отрасли региона как системы, взаимодействующей с судоходными компаниями через рынок судоремонтных услуг, является цифровая модель судна, как объекта судоремонта – его цифровой двойник, который интегрируется в единую информационную систему отрасли, включающую планирование, диспетчеризацию, снабжение, технологические операции, кадровое обеспечение. Цифровой двойник каждого судна как объекта судоремонта «живёт» на судне, в судоходной компании и на судоремонтном предп-

рятия и позволяет настроить систему технического обслуживания судна по технологии фактического состояния, что признаётся как наиболее эффективная система по факторам минимизации затрат на поддержание работоспособности при повышении надёжности работы машин, систем и механизмов.

Судоремонтная отрасль региона, работающая по эффективной организационной модели, должна обеспечивать восстановление всех характеристик судов нового поколения. В данном исследовании рассматриваются только те технологические возможности предприятий по ремонту строящегося флота, которых сегодня недостаёт или которых нет в достаточном объёме: особенности ремонта судов с ледовым классом, восстановление систем, машин и механизмов, обеспечивающих повышенный уровень экологичности судов, ремонт инновационных пропульсивных комплексов.

Переход на новую организационную модель региональной судоремонтной отрасли и расширение технологических возможностей судоремонтных предприятий должны быть обеспечены обновлёнными программами подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов всех уровней. В основе обновлённых программ – знания и навыки по новым технологическим операциям и владение цифровыми технологиями.

Анализ особенностей нового флота как объекта судоремонта

Проанализируем суда нового поколения, уже построенные и эксплуатирующиеся, а также запланированные для пополнения флота региона в перспективе до 2035 года, как объектов судоремонта, для технического обслуживания которых судоремонтные предприятия региона должны овладеть соответствующими технологиями на основании уже имеющегося зарубежного опыта либо организовать собственные разработки для обретения новых компетенций.

Корпуса ледоколов и судов с арктическим ледовым классом. К этим судам относятся проекты многоцелевых (многофункциональных) ледоколов, суда обеспечения (снабжения) для работы на сахалинском шельфе, нефтяные танкеры и продуктовозы, суда-газовозы для обслуживания арктических месторождений.

Многофункциональность проектов всех неатомных ледоколов подтверждается набором функций, которые в дополнение к основной – ледопроеходимости для обеспечения навигационных операций – имеют эти суда: перевозка грузов, пассажиров, спасательные операции, пожаротушение, научные экспедиции и др. Известны проекты таких ледоколов, которые на рассматриваемую перспективу пополнят флот Дальневосточного и Арктического регионов: проект № 22600 (www.rosmorport.ru); проект № 21900М (www.rosmorport.ru); проект № 21900 (<http://fleetphoto.ru/>); проект № 21180 (<http://nevskii-bastion.ru/>); проект Aker ARC 130A (a, <https://akerarctic.fi/>); портовый ледокол «Обь» (<https://sdelanounas.ru/>) по проекту Aker ARC 124. Особое место занимает проект универсального ледокола № 22220 (ЛК-60Я) с ядерной энергетической установкой (<http://sdelanounas.ru/>).

Работа шельфовых нефтегазодобывающих платформ обеспечивается многофункциональными судами снабжения (обеспечения). Они имеют высокие ледовые классы и пропульсивные комплексы с системами динамического позиционирования (многоцелевое арктическое судно проекта № R-70201; многоцелевое судно ледового плавания проекта Aker ARC 121).

Наряду с арктическими танкерами и судами-газовозами логистическую цепочку добычи и перевозки углеводородов из Арктического региона обеспечивают танкеры-хранилища, базирующиеся в районах ледовых плаваний. Танкеры-хранилища используют для организации хабов при перевозке жидких углеводородов с арктических и дальневосточных шельфовых месторождений в южные регионы, сначала на танкерах с ледовым классом, а затем – без такого класса. Основными отечественными владельцами танкеров и судов-газовозов, работающих на дальневосточном и арктическом направлениях, являются компании ПАО «Совкомфлот» (<https://www.scf-group.com/>), ООО «Газпром флот» (<https://flot.gazprom.ru/fleet/>), АО «Роснефтефлот» (<https://rosnefteflot.ru/flot/>). Примерами проектов танкеров и судов-газовозов с ледовым классом, составляющих основу флота этих компаний, являются: арктический LNG-танкер по проекту «Ямал» (<http://martechpolar.com/>), LNG-танкер арктического DA-класса (<http://lngas.ru/>),

LNG-танкер по линейке проектов ПКБ «Северное» (<http://www.nt-magazine.ru/>), LNG-танкер «Гранд Анива» (<http://www.sovcomflot.ru/>), арктический танкер для перевозки нефтепродуктов «Капитан Готский» (<http://www.sovcomflot.ru/>), арктический танкер для перевозки нефтепродуктов «Енисей» (<http://izvestia.ru/>).

К исследуемому классу судов отнесём также буксиры типа вспомогательного буксира ледокольного класса «Тобой», многоцелевой ледокольный буксир проекта Aker ARC 125 (<https://akerarctic.fi/>).

Федеральное агентство морского и речного транспорта (Росморречфлот) в поиске наиболее востребованного решения для отраслевого учебно-производственного судна сделало акцент на проект с усиленным ледовым классом, способного работать в Дальневосточном и Арктическом регионах. Судно по проекту 991С (проектант – АО ЦНИИМФ, заказчик – Росморречфлот) является многофункциональным учебно-производственным, способным перевозить генеральные и навалочные грузы, контейнеры, брать на борт до 150 курсантов, проводить научно-исследовательские работы, имеет ледопробитность, соответствующую классу ледовых усилений Arc4 (рис. 1а).

Научно-исследовательский флот России уже пополняется судами для комплексных исследовательских работ в морях Дальневосточного и Арктического регионов. Например, научно-экспедиционное судно «Академик Трешников» (рис. 1б), построенное в 2011 году, имеет арктический ледовый класс Ark7.



Рис. 1. Суда арктического класса:
а – учебно-производственное судно проекта 991С;
б – арктическое научно-исследовательское судно «Академик Трешников»
 (<http://bastion-karpenko.narod.ru/>)

Fig. 1. Arctic class vessels:
 a – training and production vessel of project 991C; b – Arctic research vessel *Akademik Treshnikov*
 (<http://bastion-karpenko.narod.ru/>)

Корпуса судов с ледовым классом имеют обшивки больших толщин и усиленный набор, особенно в районе ледовых поясов, что при проведении доковых работ требует использования оснастки с повышенными усилиями для гибки пластин и балок при обеспечении высокой точности кривизны. Ледостойкие покрытия для подводной части корпусов ледового класса на основе двухкомпонентных смол с пластификаторами обладают высокой прочностью к ударным нагрузкам при низких температурах, надёжно работают на протяжении 3–5 лет, но их нанесение требует обеспечения климатических условий с устойчивой положительной температурой не менее 10 °С при влажности воздуха не выше 60 % [7]. Такие условия практически недостижимы на открытых площадках дальневосточных судоремонтных предприятий даже в южных районах Приморского края. Поэтому особенностью корпусного ремонта ледоколов и судов с арктическим ледовым классом является необходимость создания микроклимата у поверхностей корпусов, на которые наносится ледостойкое покрытие.

Винторулевые комплексы и подруливающие устройства. Суда рассматриваемой группы оснащают традиционными винторулевыми комплексами как с винтами регулируемого

и фиксированного шага, так и с винторулевыми колонками, включая колонки с расположением электродвигателя в герметичной гондоле (типа Azipod®) (рис. 2). Ремонт винторулевых колонок типа Azipod® требует новых компетенций по всем конструктивным составляющим: механизмов рулевого модуля, механизмов движительного модуля, высоковольтного оборудования, уплотнений, винтов. Винторулевые колонки типа Azipod являются высокотехнологичным патентозащищённым оборудованием, ремонт элементов такого оборудования затруднён без поставки оригинальных запасных частей. Компания ABB – производитель систем Azipod® – на основании наблюдений с 1990 года по 2018 год (суммарная наработка установленного оборудования за этот период составила 15 миллионов часов) даёт значение отказоустойчивости 99,8 %. За время эксплуатации судов обеспечения на сахалинском шельфе («Геннадий Невельской», «Алексей Чириков», «Витус Беринг») поломка винторулевой колонки, которая вынужденно вывела судно «Алексей Чириков» из эксплуатации и потребовала докового ремонта, была связана с потерей герметичности уплотнения гондолы (<https://www.aosk.ru/press-center/news/ledokolnyu-snabzhenets-aleksey-chirikov-otremontirovan-na-zvezde-/>). Винторулевые колонки в совокупности с подруливающими устройствами, управляемые дифференциальными навигационными системами, обеспечивают позиционирование этих судов в заданной точке с высокой степенью точности, а системы управления должны проходить периодические настройки и освидетельствования. Силовой агрегат винторулевых колонок типа Azipod® работает с высокими напряжениями. Диагностика и испытания электромеханической части винторулевых колонок и их органов управления после ремонтов требует от персонала компетенций по работе с высоковольтным оборудованием.

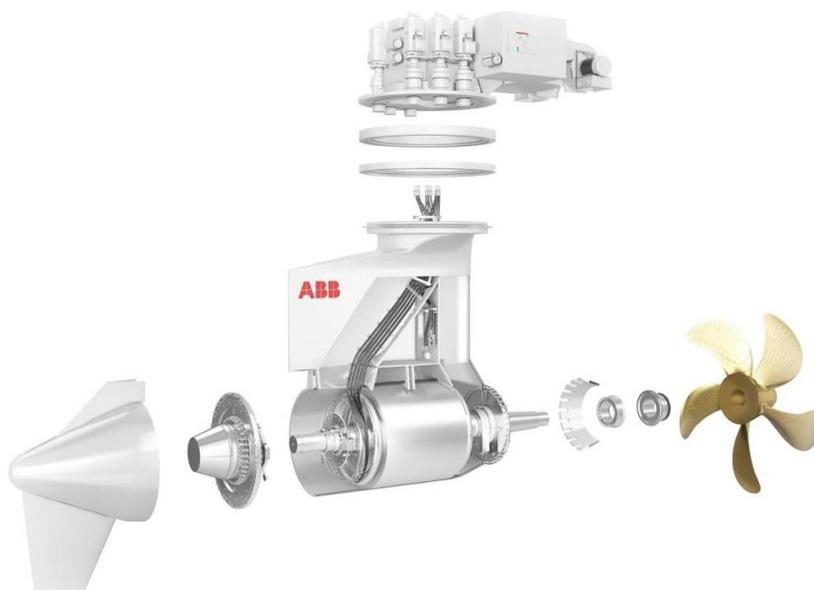


Рис. 2. Винторулевая колонка типа Azipod

Fig. 2. Rudder propeller of Azipod type

Ремонт винтов винторулевых колонок судов ледового класса, также винтов фиксированного шага и с регулируемым шагом, работающих в сложных ледовых условиях, связан с исправлением формы лопастей и восстановлением их целостности. Добиться высокой точности геометрических параметров восстанавливаемых гребных винтов (шага, диаметра, профилей сечений) и сокращения времени на их ремонт и балансировку можно с использованием технологий сканирования их формы и обработки на станках и с использованием оснастки, управляемых на основе цифровых моделей.

Двухтопливная судовая энергетика. Неядерная судовая энергетика рассматриваемых типов судов представлена двигателями внутреннего сгорания, но с двухтопливной системой. Активно разрабатываемые и единично используемые на флоте топливные системы, альтернативные работающим на мазутах и дизельном топливе – на водороде, аммиаке, биотопливе и

др., пока не рассматриваются перспективными для региона, но двухтопливные системы, сочетающие традиционное углеводородное топливо и природный газ, уже устанавливаются на строящихся транспортных судах и получают широкое распространение (<https://www.sskzvezda.ru/index.php/8-news/572-sudoverf-zvezda-nachala-stroitelstvo-tretego-tankera-gazovoza-spg-klasa-arc-7>; <https://sskzvezda.ru/index.php/news/8-news/705-na-sudoverfi-zvezda-spustili-na-vo-du-vto-roj-tanker-tipa-aframaks>). На рассматриваемой группе судов установлены двухтопливные двигатели финского производителя Wartsila, работающие на мазуте и на СПГ в паре с дизельным (запальным) топливом. Работа на таких видах топлива обеспечена двумя разделёнными топливными системами, которые в случае необходимости могут быть взаимозаменяемыми, но для их ремонта требуется комплект сменно-запасных частей для каждой системы. Кроме того, на судне устанавливаются дополнительные ёмкости для СПГ с обслуживающими их криогенными системами. Если на судах-газовозах используется в качестве топлива отпарной газ, то ремонт топливного оборудования также связан с криогенными системами.

Для ремонта судов с двухтопливными главными энергетическими установками необходимы комплектующие системы подачи газа, которые работают в широком диапазоне давлений, включая высокие (рис. 3). Изготовление комплектующих систем подачи газа составляет высокотехнологичный процесс, поэтому ремонт газового топливного оборудования в основном осуществляется заменой трубопроводов, клапанов, регуляторов, фильтров, штуцерных соединений и т.д. Газовые топливные системы оснащаются многопараметрическими датчиками, неисправность которых требует компетенций по ремонту электронного оборудования. Ремонт традиционных топливных систем двухтопливных ДВС требует станочного оборудования для восстановления и изготовления деталей с высокими прецизионными характеристиками либо заменой форсунок или их элементов.

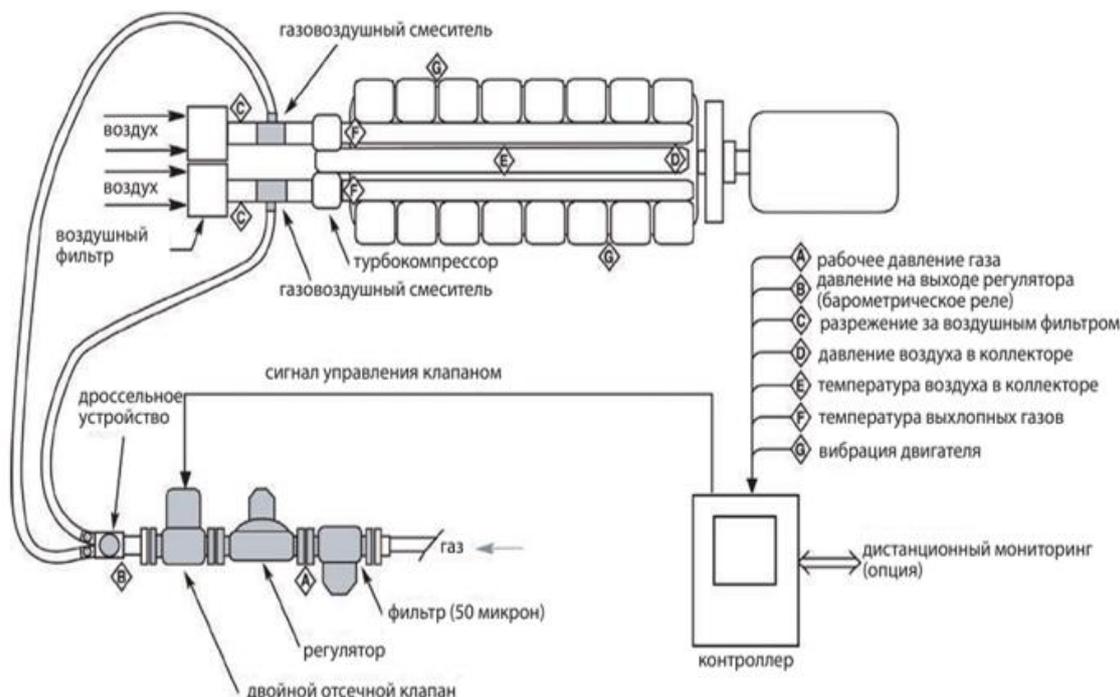


Рис. 3. Схема топливной системы дизеля на газе

Fig. 3. Arrangement of the gas diesel engine fuel injection system

Мембранные грузовые ёмкости. Суда-газовозы являются инновационными объектами отечественного флота, строятся по заказу российских судоходных или нефтегазодобывающих компаний на зарубежных верфях и на судостроительном комплексе «Звезда» в Большом Камне, но по зарубежным проектам. Современные газовозы в подавляющем большинстве имеют мембранные грузовые ёмкости, перспективные проекты также ориентируются на мембранные технологии. Наибольшее распространение получили мембранные технологии компа-

нии GTT (GTT Mark III, GTT NO96) и KOGAS (KC-1), меньшую долю рынка освоила компания DSME (DSME Solidus) (рис. 4). Наибольшую сложность монтажа составляют мембраны первого и второго барьеров, которые испытывают большие тепловые напряжения, но должны без потери формы сохранять достаточную прочность. Мембранные технологии имеют ограничения по заполнению грузовых танков – из соображений достаточной прочности мембраны не допускается частичное заполнение ёмкостей. Характерными неисправностями мембран грузовых танков являются повреждения от динамических нагрузок при плескании сжиженного природного газа в частично заполненных танках во время качки [8]. Устранение возникающей при этом потери герметичности первичного или вторичного барьера осуществляют заменой повреждённых участков мембраны из высоколегированных сталей, что требует навыков сварки сверхтонких пластин.

Системы газозовов. Таким же инновационным объектом судоремонта являются системы газозовов. Системы закачки и выгрузки СПГ, поддержания безопасных параметров груза обеспечивают поддержание температурного режима, давления отпарного газа, замещения инертным газом. Оборудование систем криогенное, с высокой степенью точности сопрягаемых элементов. С наименьшим сроком эксплуатации (наиболее часто заменяемыми) элементами систем являются уплотнительные соединения. Все системы имеют высокий уровень автоматизации, оснащены датчиками с дублирующим контролем.



Рис. 4. Внутреннее пространство грузовой мембранной ёмкости по технологии GTT

Fig. 4. Internal space of cargo membrane tank by GTT technology

Системы контроля за балластными водами. Вступившие в полном объёме требования Международной конвенции по безопасному управлению балластными водами [9] добавили в состав традиционного оборудования балластных систем судов специальные установки по обработке балластных вод с целью исключения переноса инвазивных включений чужеродных акваториям портов, в которых происходит необходимая смена балласта. Помимо механических этапов очистки балластных вод в этих установках содержатся элементы для обработки ультрафиолетовым излучением.

Описанные новации современного флота, которые уже поступают в регион с нарастающим объёмом по мере интенсификации освоения шельфа дальневосточных морей и Арктики, определяют новые комплексные задачи судоремонта по организации производства и по технологии ремонта корпусов, механизмов, систем и оборудования. Эффективность решения

этих задач будет зависеть от правильности выбора стратегии развития судоремонтного производства в регионе. Далее, на основании полученных данных об особенностях современного флота региона делаются предположения о перспективных направлениях развития судоремонтных производств на Дальнем Востоке страны.

Направления развития судоремонтной отрасли в регионе

Новации судоремонтных производств для удовлетворения потребности в ремонте современного флота региона включают коренные изменения в организации, технологическом перевооружении, глубокой цифровизации процессов и обновлении кадров.

Новая организационная модель судоремонтной отрасли региона. Стратегией предложено развивать и повышать эффективность судоремонтных и судостроительных производств в регионах на основе кластеризации [1]. Однако в документе конкретные организационно-правовые и финансовые формы и даже принципы создания таких кластеров не определены. В исследовании [10] предлагается «...использовать кластеры как систему взаимосвязей фирм и организаций в качестве объектов управления. В соответствии со структурированным подходом к построению технической, управленческой, социальной и маркетинговой стратегий и политики кластерного развития автором предлагается создание замкнуто-центрального контакта участников кластера, замкнутых на единый Центр ответственности».

Авторы настоящей статьи, исследовавшие кластерный подход к реорганизации судоремонтной отрасли в регионе сразу после выхода в свет Стратегии, также придерживались идеи создания в регионе территориального производственного судоремонтного кластера (далее – ТПСК) [11]. Предлагался подобный [10] вариант с определённой централизацией управления в кластере. Основные задачи по созданию ТПСК, которые были сформулированы в исследовании, сохраняют свою актуальность:

- организация единого поставщика материалов, механизмов и запасных частей в структуре ТПСК;
- разработка технико-экономической модели ТПСК на основе создания цифрового инструментария функционирования системы централизованного обслуживания поставками всех предприятий кластера;
- создание центра проектных и технологических разработок ТПСК, целевая ориентация которого – на состав ремонтируемого флота, технологическое оснащение судоремонтных предприятий, что позволит минимизировать затраты каждого отдельного предприятия на технологическое довооружение и перевооружение своих производств;
- кадровое обеспечение предприятий кластера специалистами нового поколения, включая систему переподготовки и повышения квалификации персонала предприятий от рабочих до инженерно-технических работников и управленческих кадров.

За время, прошедшее с момента принятия Стратегии, не зафиксировано конкретных шагов по стремлению судоремонтных предприятий региона к объединению в кластер с «единым Центром ответственности», что, очевидно, объясняется наличием объективных противоречий в системе частнособственнических отношений в этой отрасли. Предприятия функционируют на рынке судоремонтных услуг на конкурентной основе и при ограниченности собственных ресурсов вынужденно дублируют ряд весьма капиталоемких функций: нарабатывают свои цепочки поставок запасных частей и комплектующих, но закрывают информацию о них; выстраивают стратегии освоения новых технологических операций без учёта опыта подобных решений на других судоремонтных предприятиях; организуют собственные системы привлечения, переподготовки и удержания кадров; нет системы сетевого сотрудничества предприятий по отдельным видам работ. Закрытие информации обосновывается сохранением коммерческой тайны своей деятельности.

Вместе с тем добиться возрождения судоремонтной отрасли в регионе до уровня её конкурентоспособности с соседними зарубежными верфями и предприятиями на существующей организационной основе, когда каждый субъект «сам по себе», весьма проблематично. Необходима форма организации судоремонтной отрасли в регионе как системы, состоящей из

предприятий со своими системами организации производства, функционирующей на рынке судоремонтных услуг во взаимодействии с заинтересованными судовладельцами. Новая организационная форма судоремонтной отрасли должна снять или уменьшить объективные противоречия между конкурирующими судоремонтными предприятиями, не нарушая их организационно-правовой и финансовой самостоятельности. Учитывая частнособственнический характер организации предприятий судоремонтной отрасли региона, поставленная задача является сложной. В определённой степени в новых социально-экономических условиях требуется приблизиться к модели функционирования судоремонтной отрасли в советское время, когда судоремонтные предприятия были подразделениями крупных пароконств и рыбодобывающих компаний с высоким уровнем интеграции в единую хозяйственную систему с заказчиками услуг – флотом и исполнителями услуг – судоремонтными заводами.

Вместе с тем имеются предпосылки для создания новой модели организации судоремонтной отрасли в регионе:

- высокотехнологичный флот, на ремонт которого ориентирована судоремонтная отрасль региона, проектируется, строится и эксплуатируется с применением цифровых технологий: сохраняет в различных структурах цифровые модели корпуса, машин, систем и механизмов, накапливает базу данных по истории их технического состояния;

- на возникающую потребность в ремонте высокотехнологичного флота настраиваются судоремонтные предприятия региона, создавая высокотехнологичные производственные участки с высокой степенью применения цифровых технологий;

- у всех судоремонтных предприятий есть потребность в функциях, реализуемых на единой или похожих информационных платформах – снабжение материалами, запасными частями и комплектующими; разработка обоснований по обновлению или приобретению новых технологических линий; подготовка и переподготовка кадров;

- политика государства в современных условиях, направленная на овладение отечественной промышленностью технологическим суверенитетом, благоприятно сочетается с целями развития судоремонтной отрасли в регионе.

Объективно происходящая цифровизация организационных и технологических процессов является основой для качественной трансформации судоремонтной отрасли региона в систему с интеграцией судоремонтных предприятий и судоходных компаний на основе единых информационных платформ.

Отсюда возникает новая модель судоремонтной отрасли региона, сочетающая индивидуальность (организационно-экономическую самостоятельность) всех участников рынка судоремонтных услуг и их кооперацию по отдельным единым функциям, в которых они заинтересованы.

Исходя из выявленных предпосылок трансформации судоремонтной отрасли региона, к таким функциям отнесём следующие:

- поставка материалов, механизмов и запасных частей на основе централизованного обслуживания поставками для всех судоремонтных предприятий региона;

- научно-техническое сопровождение проектов технологического обновления судоремонтных предприятий;

- подготовка и переподготовка кадров с новыми компетенциями, соответствующими технологическому перевооружению судоремонтных предприятий и системы управления производством.

Объединяющим фактором этих функций является перевод всех процессов управления ремонтом и технологического обеспечения ремонтных операций на цифровые технологии, поэтому возникает задача выработки стандартов единого информационного обеспечения деятельности судоремонтной отрасли в регионе.

Модель судоремонтной отрасли региона имеет выделенные структуры, которые реализуют отдельные функции в интересах всех судоремонтных и судоходных предприятий: обеспечивают логистику цепочек поставки материалов, запасных частей и комплектующих, научно-техническое сопровождение проектов технологического обновления производства, кадро-

вое обеспечение, оказывают поддержку технологического перевооружения производств каждого предприятия и модернизацию их системы управления.

Новая модель судоремонтной отрасли региона в дополнение к судоремонтным или судостроительно-судоремонтным предприятиям включает инновационные структуры, которые условно назовём: Центр поставок; Центр технологий; Центр подготовки (рис. 5).



Рис. 5. Схема взаимодействия инновационных структур судоремонтного производства в регионе с заказчиками и судоремонтными предприятиями:

- А – рынок судоремонтных услуг; В – единые инновационные структуры и орган технического наблюдения. СРП – судоремонтное предприятие; Судовладелец – судоходная компания;**
- Центр поставок – единый поставщик материалов, запасных частей и комплектующих;**
- Центр технологий – единый инженеринговый центр проектов и технологических разработок;**
- Центр подготовки – единый центр повышения квалификации и специальной подготовки**

Fig. 5. Diagram for the interaction between innovative ship repair structures in the region with customers and ship repair enterprises:

- A – ship repair services market; B – unified innovation structures and technical supervision body. СРП (SRE) – ship repair enterprise; Судовладелец (Shipowner) – a shipping company; Центр поставок (Supply Center) – a single supplier of materials, spare parts and components; Центр технологий (Technology Center) – a single engineering center for projects and technological developments; Центр подготовки (Training Center) – a single center for advanced training and special training

Центр поставок – единый поставщик материалов, запасных частей и комплектующих, деятельность которого обеспечена цифровизацией процессов и тесным взаимодействием заказчика судоремонтных услуг, судоремонтного предприятия и единого поставщика. Включение Центра поставок в процесс тесного взаимодействия заказчиков (судоходных компаний) и исполнителей (судоремонтных предприятий) создаст основу для постепенного перехода на систему технического обслуживания флота по фактическому состоянию.

Центр технологий – единый разработчик проектов по технологическому обновлению судоремонтных производств, целевая ориентация которого – на состав ремонтируемого флота, фактическое состояние оснащённости судоремонтных предприятий – позволит минимизировать затраты каждого отдельного предприятия на технологическое довооружение и перевооружение своих производств, позволит в меньшие сроки довести региональные судоремонтные предприятия до конкурентоспособного уровня. Потенциал создания Центра технологий составят школы судоремонтной науки вузов и НИИ края, КБ судоремонтных предприятий.

Центр подготовки – единый Центр кадрового обеспечения судоремонтных предприятий региона специалистами нового поколения с ориентиром на реализацию программ дополнительного профессионального образования (переподготовка и повышение квалификации персонала предприятий от рабочих до инженерно-технических работников и управленческих кадров). Эффективность деятельности Центра подготовки обусловлена минимизацией противоре-

чий и недопониманий, которые объективно возникают в прямых взаимоотношениях высших и средних учебных заведений с заказчиками подготовки кадров по основным образовательным программам – судоремонтными и судостроительно-судоремонтными предприятиями.

Создание инновационных структур (Центр поставок; Центр технологий; Центр подготовки), связанных с судоремонтными предприятиями, потребует разработки технико-экономической модели их взаимодействия с целью определения оптимальных инвестиций на этапе создания, правовое и законодательное обеспечение их деятельности.

Включение в систему регионального судоремонтного производства инновационных структур, обеспечивающих реализацию общих для всех предприятий функций, сделает более конкурентоспособной отрасль в условиях рыночных взаимоотношений между судоремонтными предприятиями и заказчиками-судовладельцами. Эффективная система снабжения, технологического и кадрового обеспечения судоремонтных предприятий, реализуемая на единой информационной платформе с системами технического менеджмента судоходных компаний, выведет отрасль на уровень, который станет интересен не только региональным судовладельцам, но и зарубежным заказчикам.

Основные судоремонтные мощности Дальнего Востока сегодня сосредоточены в его южных регионах (Приморский край) и в значительной степени потеряны в северном (Камчатка) и центральном регионах (Хабаровский край и Сахалин). Поэтому предлагаемая модель организации судоремонтного производства нового типа приоритетным порядком может отрабатываться на судоремонтных предприятиях Приморского края. Работающие в крае судоремонтные предприятия (Дальзавод, Славянский СРЗ, Находкинский СРЗ, Ливадийский СРЗ) развивают собственные судостроительные мощности. Такое сочетание судоремонтных и судостроительных мощностей является хорошим базисом для обновления их судоремонтной базы. Есть перспективы создания ремонтных баз на судостроительных верфях, что будет сближать судоремонтный потенциал судостроительных и судоремонтных предприятий.

Складывающаяся сегодня практика обновления судостроительных мощностей путём создания верфей-гигантов с возрождением средних судостроительных предприятий и развитием судостроительных участков на судоремонтных заводах создаёт перспективную траекторию развития судоремонта как сопутствующего процесса судостроительных верфей. Эта тенденция требует отдельного исследования, не рассматривается в рамках настоящей работы.

Также следует отметить, что практически все ремонтные работы, начиная со стадии дефектации и до испытаний, выполняются под техническим наблюдением классификационного общества – Российского морского регистра судоходства (РС), деятельность которого также осуществляется в едином информационном пространстве судоремонтной отрасли региона.

Особенности цифровизации судоремонтного производства. Цифровизация судоремонтного производства включает, по крайней мере, две масштабные задачи: управленческого характера и технологического, которые должны стать на ближайшую перспективу развития судоремонтных предприятий приоритетными и привести к созданию единой цифровой среды производства.

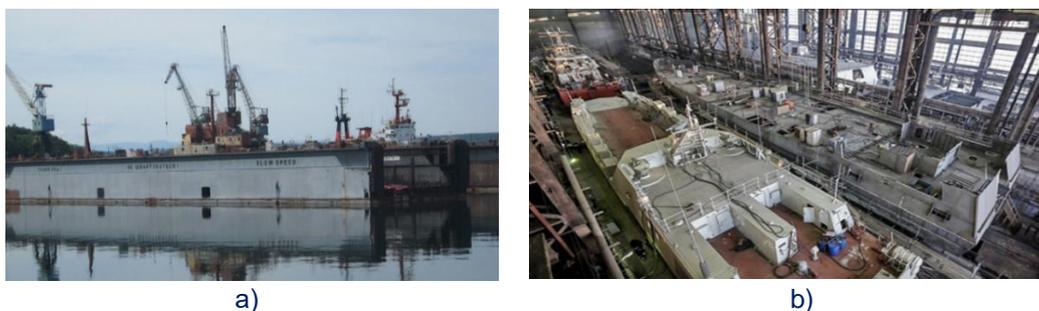
Среди управленческих задач планирования и организации производств первоочередной является поставка запасных частей и/или организация их производств в необходимом количестве в заблаговременно определённые сроки, которую должен взять на себя единый Центр снабжения. Такая организация обеспечения судоремонтных предприятий запасными частями минимизирует затраты каждого предприятия, должна быть построена на мощной информационной платформе, работающей с большим количеством данных.

Объектами единой информационной системы технического обслуживания флота в регионе будут цифровые модели каждого судна, которые, следуя сложившейся терминологии в системе информационных технологий, назовём цифровым двойником судна. Особенность цифрового двойника судна как объекта судоремонта является состав данных, который отражает истории повреждений и износа корпуса, выхода из строя машин, систем и механизмов, выполненных дефектаций, ремонтов и замен агрегатов. Цифровая модель – его цифровой двойник, позволит обоснованно планировать и реализовывать необходимый объём ремонтных работ на

протяжении всего жизненного цикла судна на основе технологии технического обслуживания по фактическому состоянию. В конечном продукте судоремонтного производства – отремонтированном судне – добавленную стоимость будет создавать наравне с материальной составляющей и интеллектуальный продукт – информационная система организации и технологического обеспечения ремонтных работ, что позволит капитализировать деятельность единых инновационных структур судоремонтной отрасли региона.

Технологическое перевооружение судоремонтных предприятий. Технологические новации, которыми необходимо оснастить судоремонтные предприятия региона для ремонта создаваемого флота, соответствуют описанным выше особенностям судов для работы на шельфе дальневосточных морей и в Арктике и весьма масштабны. Рассмотрим отдельные актуальные для региона технологические решения на ряде примеров.

Особенности докового ремонта судов с высокими ледовыми классами требуют качественного нанесения ледостойких покрытий, что обеспечивается поддержанием температурного и влажностного режимов на поверхности корпуса и в непосредственной близости от него. В идеальном варианте эта технология требует переноса работ в крытые доки и эллинги, что связано с большими капитальными вложениями в модернизацию доковых мощностей, состоящих главным образом из плавучих доков с существенным сроком эксплуатации, потребность в которых в регионе велика из-за их крайне недостаточного количества (рис. 6).



**Рис. 6. Судоподъёмные сооружения:
а – плавучий док Находкинского судоремонтного завода;
б – крытый эллинг судостроительной верфи**

**Fig. 6. Ship-lifting facilities:
a – floating dock of the Nakhodka Ship-repairing yard; b – Ship-repairing covered berth**

Но и на действующих доковых мощностях (плавучих доках) можно использовать легковозводимые локальные укрытия для создания зон микроклимата. Ограждения внутридокового пространства ветрозащитными экранами для этих целей недостаточно, для создания микроклимата ветрозащита будет лишь вспомогательным средством. Следует создавать локальные укрытия с использованием современных достижений в конструкциях из мягких оболочек, которые обретают несущую способность за счёт уникального «конструкционного материала» – воздуха или газа под избыточным давлением. Использование в этих конструкциях высокопрочных и высокомодульных материалов подобных кевларовым тканям, а также использование технологий тканного соединения несущих полотнищ типа drop-stitch позволяет делать их большепролётными и с высокими теплоизолирующими качествами [12]. Поддержание температурного и влажностного режимов в зонах создаваемого микроклимата осуществляется электрическими энергоэффективными устройствами. Важен технологический аспект нанесения ледостойких покрытий, которые имеют высокую токсичность, и при их ручном нанесении необходимы аппараты индивидуального дыхания замкнутого типа или могут использоваться роботизированные комплексы без участия человека в зоне нанесения покрытия.

Аддитивные технологии в судоремонте предлагается применять для ремонта на судне силами экипажа, не прерывая рейса [13]. В этом исследовании обосновывается возможность реализации полного цикла аддитивных технологий: сканирования, моделирования, печати и контроля качества, а выигрыш оценивается сокращением непроизводительных простоев судна

на ремонт. Правомерность и реальность таких ремонтов вызывает сомнения по обстоятельствам подбора комплекта дорогостоящего оборудования, покрывающего широкий диапазон возможных ремонтов, обладанием экипажем необходимых компетенций, освидетельствованием деталей и отремонтированного механизма в целом органом технического наблюдения во время рейса. Вместе с тем первоначальные процедуры аддитивных технологий – сканирование и получение модели – вполне реалистичны для ремонта корпусов, особенно в местах двоякой кривизны листов обшивки и балок набора сложной формы для контроля точности формирования нужных форм [14]. Для корпусов ледовых классов с фрагментами сложной формы и большой толщины частичное применение операций аддитивных технологий позволит повысить качество ремонтных работ.

Эффективным является применение пространственного сканирования формы винтов, получивших повреждения в ледовых плаваниях, что позволяет с минимальными затратами принять решение о тактике ремонта, а наличие станков для формирования и контроля формы лопастей, а также балансировки винтов обеспечивает их качественный ремонт в минимальные сроки. Точность монтажных работ при ремонте мембранных ёмкостей судов-газовозов также можно обеспечить лазерным сканированием пространства танков. Восстановление деталей механизмов путём их «печати» на 3D-принтерах в разы снижает сроки ремонта, особенно в условиях крайней сложности поставки запасных частей и материалов на весь цикл ремонта на основе аддитивных технологий, включая контроль качества и освидетельствование органом технического наблюдения, но в условиях заводского ремонта.

Перевооружение станочного парка судоремонтных предприятий потребует замену многофункциональными станками с системами автоматического управления процессами металлообработки.

Кадровое обеспечение судоремонтных производств. Требуемые профессиональные компетенции инженерного, технического составов и рабочих специалистов судоремонтных предприятий нового типа много выше существующих. Для их достижения учебные планы основных образовательных программ по судоремонтным и смежным с ними специальностям должны быть перестроены в части возрастающей роли подготовки по фундаментальным и общеинженерным дисциплинам, а также по уровню цифрового образования. Овладение пакетами прикладных программ инженерного проектирования должно быть такого же уровня, как когда-то требовалось инженеру безупречно читать и понимать бумажный чертёж. Деятельность Центра подготовки «доводит» подготовленных вузами и сузами специалистов до требований реальных производств на системной основе – на протяжении всей трудовой деятельности специалиста.

Основные результаты исследования

Сделана попытка предложить направления развития судоремонтной отрасли региона с целью сделать её конкурентоспособной для ремонта новых судов, которые проектируются и уже строятся с ориентацией на работу в Дальневосточном бассейне и в Восточном секторе Арктики. Выявлены предпосылки для перехода на новую модель организации судоремонтной отрасли региона, которые определяют трансформацию системы технического обслуживания флота на судне, в судоходной компании, на судоремонтном предприятии, на единую информационную платформу, выстроенную по установленным для региона стандартам. С целью минимизации затрат каждого судоремонтного предприятия предложено создать центры, которые берут на себя ряд функций, единых для отрасли в целом: снабжение материалами, запасными частями и комплектующими, включая задачи логистики доставки, а также в случае необходимости – организации изготовления деталей; научно-техническое сопровождение внедрения на судоремонтных производствах новых технологий ремонта; подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров всех уровней. Основой для трансформации судоремонтной отрасли региона в конкурентоспособную отрасль является глубокая цифровизация организационных и технологических процессов судоремонтного производства в связи с судовладельцами, заинтересованными в эффективной эксплуатации флота в части его технического обслу-

живания, в том числе на принципах технологии обслуживания флота по его фактическому техническому состоянию. Предложенную систему следует выстроить в условиях сложившегося частнособственнического уклада судоремонтных предприятий, сохраняя их организационно-финансовую самостоятельность, но выстраивая взаимоотношения с едиными центрами на взаимовыгодных условиях. Выделены особенности современного флота, предназначенного для работы в Дальневосточном бассейне и в Восточном секторе Арктики, ремонт которого потребует определённого технологического перевооружения судоремонтных предприятий.

ВКЛАД АВТОРОВ | CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

А.З. Рогов – разработка модели судоремонтной отрасли региона; С.А. Огай – сбор данных о флоте региона и его характеристиках как объекта судоремонта; А.С. Огай – анализ современных технологий ремонта применительно к современному региональному флоту; А.З. Рогов, С.А. Огай, А.С. Огай – анализ и интерпретация результатов; подготовка и редактирование текста. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

A.Z. Rogov – development of a model of the ship repair industry in the region; S.A. Ogay – collection of data on the region's fleet and its characteristics as a ship repair facility; A.S. Ogay – analysis of modern repair technologies in relation to the modern regional fleet; A.Z. Rogov, S.A. Ogay, A.S. Ogay – analysis and interpretation of results; preparation and editing of the text. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ | DISCLOSURE

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 октября 2019 г. № 2553-р.
2. Ogai S.A., Voyloshnikov M.V. Systemic approach of design characteristics determining of multifunctional ships for frozen seas. Vladivostok: Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy, 2021. 448 p.
3. Афанасьева С.Ю. Устройство Walk to Work для пересадки людей в море // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2024. № 76. С. 137–147.
4. Флот // Морская спасательная служба. URL: https://morspas.ru/flot_series/ (дата обращения: 04.02.2025).
5. Грузоперевозки морским транспортом (рынок России). Оpubл. 16.01.2025 // Tadviser. Государство. Бизнес Технологии. URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 03.02.2025).
6. В РФ за 10 лет в обновление флота инвестировали не менее 350 млрд руб. Оpubл. 11.09.2024 // Specagro. Центр Агроаналитики. URL: <https://specagro.ru/> (дата обращения: 04.02.2025)
7. Данилов Н.В., Соминская Э.В., Трусов В.И. Ледостойкие системы противокоррозионной защиты // Морские интеллектуальные технологии. 2019. Т. 1, № 2 (44). С. 111–114.
8. Крыжевич Г.Б. Совершенствование конструкций судов для транспортировки сжиженного природного газа // Морские интеллектуальные технологии. 2020. Том 1, № 3. С. 84–89.
9. Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими 2004 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902152089> (дата обращения: 04.02.2025).
10. Астафурова И.С. Кластер судостроения и судоремонта Приморского края: перспективы и возможности // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2018. Т. 10, № 2. С. 28–36.
11. Рогов А.З., Огай С.А. Состояние и перспективы развития судоремонта на Дальнем Востоке // Проблемы транспорта Дальнего Востока: Доклады научно-технической конференции. 2019. Т. 1. С. 369–372.
12. Drop Stitch – технология пошива надувных изделий, обеспечивающая высокую прочность и надёжность // SPORTZONE. URL: <https://sportzone.ua/info-sup-bording/detail/drop-stitch-technology-poshiva-naduvnyh-izdeliy-o/> (дата обращения: 03.02.2023).
13. Иванов А.В., Ваганов В.В., Билецкий Н.А. Особенности организации судового ремонта с помощью аддитивных технологий // Морские интеллектуальные технологии. 2020. Т. 1, № 1. С. 118–124.

14. Развитие аддитивных технологий в судостроении и судоремонте. Оpubл. 20.02.2024 // Аддитивные технологии. URL: <https://additiv-tech.ru/> (дата обращения: 04.02.2025).

REFERENCES

1. Strategy for the development of the shipbuilding industry for the period up to 2035 / Order of the Government of the Russian Federation of October 28, 2019 no. 2553-r. (In Russ.).
2. Ogai S.A., Voyloshnikov M.V. Systemic approach of design characteristics determining of multifunctional ships for frozen seas. Vladivostok: Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy, 2021. 448 p.
3. Afanasyeva S.Y. Walk to work device for transplanting people to the sea. *Scientific and Technical Collection of the Russian Maritime Shipping Register*, 2024, no. 76, pp. 137–147. (In Russ.).
4. Fleet. *Marine Rescue Service*. (In Russ.). URL: https://morspas.ru/flot_series/ (accessed: 04.02.2025).
5. Gargo transportation by sea (Russia market). Published 16.01.2025. *Tegviser. State Business. Technologies*. (In Russ.). URL: <https://www.tadviser.ru/> (accessed: 03.02.2025).
6. In the Russian Federation, at least 350 billion rubles were invested in fleet renewal over 10 years. Published 11.09.2024. *Specagro. Center for Agroanalytics*. (In Russ.). URL: <https://specagro.ru/> (accessed: 04.02.2025).
7. Danilov N.V., Sominskaya E.V., Trusov V.I. Ice-resistant systems of anti-corrosion protection. *Marine Intelligent Technologies*, 2019, vol. 1, no. 2(44), pp. 111–114. (In Russ.).
8. Kryzhevich G.B. Improvement of ship structures for transportation of liquefied natural gas. *Marine Intelligent Technologies*, 2020, vol. 1, no. 3, pp. 84–89. (In Russ.).
9. International convention for the control and management of ship's ballast water and sediments, 2004. *Electronic Fund of Legal and Normativ-Technical Documents*. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902152089> (accessed: 04.02.2025).
10. Astafurova I.S. Cluster of shipbuilding and ship repair of Primorsky Krai: prospects and opportunities. *Territory of New Opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 28–36. (In Russ.).
11. Rogov A.Z., Ogai S.A. State and prospects for the development of ship repair in the Far East. *Problems of Transport in the Far East: Reports of the Scientific and Technical Conference*, 2019, vol. 1, pp. 369–372.
12. Drop Stitch – a technology for sewing inflatable products that ensures high strength and reliability. *SPORTZONE*. (In Russ.). URL: <https://sportzone.ua/info-sup-bording/detail/drop-stitch-tehnologiya-poshiva-naduvnyh-izdeliy-o/> (accessed: 03.02.2023).
13. Ivanov A.V., Vaganov V.V., Biletsky N.A. Features of the organization of ship repair with the help of additive technologies. *Marine Intelligent Technologies*, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 118–124. (In Russ.).
14. Development of additive technologies in shipbuilding and ship repair. Published 20.02.2024. *Additivnye tekhnologii*. (In Russ.). URL: <https://additiv-tech.ru/> (accessed: 04.02.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Рогов Александр Захарович – старший преподаватель кафедры технологии и организации судоремонта, Морской государственной университет имени адмирала Г.И. Невельского (Владивосток, Российская Федерация).

✉ RogovAZ@msun.ru

Alexander Z. Rogov, Senior Lecturer of the Department of Technology and Organization of Ship Repair, Admiral G.I. Nevelskoy Maritime State University (Vladivostok, Russian Federation).

Огай Сергей Алексеевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры теории и устройства судна, Морской государственной университет имени адмирала Г.И. Невельского (Владивосток, Российская Федерация).

✉ Ogay@msun.ru

Sergey A. Ogay, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Theory and Structure of Vessel, Admiral G.I. Nevelskoy Maritime State University (Vladivostok, Russian Federation).

Огай Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теории и устройства судна, Морской государственной университет имени адмирала Г.И. Невельского (Владивосток, Российская Федерация).

✉ Ogay_A@msun.ru

Aleksey S. Ogay, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Structure of Vessel, Admiral G.I. Nevelskoy Maritime State University (Vladivostok, Russian Federation).

Статья поступила в редакцию / Received: 14.02.2025.

Доработана после рецензирования / Revised: 11.03.2025.

Принята к публикации / Accepted: 18.03.2025.