

ISSN 2949-3684

# **ВЕСТНИК**

**МОРСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**Выпуск 91 / 2023**

**Вестник Морского государственного университета.** Вып. 91 / Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского. — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2023. — 58 с. ; цв. ил., табл. — Библиогр. в конце ст. — ISSN 2949-3684.

Вестник Морского государственного университета содержит публикации, посвященные актуальным нормативно-организационным, техническим и технологическим проблемам судовой и безопасности мореплавания, судоремонта, судовых силовых установок и их элементов, логистических транспортных систем и гидрографии, автоматизации и управления технологическими процессами, обработки информации, системного анализа и управления процессами перевозок на морском транспорте. Материалы содержат теоретические выводы и практические рекомендации, которые могут быть использованы для развития научных направлений и для принятия инженерных, административных и коммерческих решений.

Дата выхода в свет – 30 июня 2023 г. Выходит четыре раза в год.

Зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-82589 от 30.12.2021.

---

Учредитель и издатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского».

Устав принят на общем собрании коллектива журналистов – штатных сотрудников редакции СМИ «Вестник Морского государственного университета», протокол от 09.06.2023 № 1/7-39-12.

Адрес учредителя, издателя и редакции: 690003, Россия, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а. Электронная почта редакции: [vestnik@msun.ru](mailto:vestnik@msun.ru); телефон редакции: +7 (423) 251-76-36.

**Главный редактор** – Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор.

**Заместитель главного редактора** – Рычкова Виктория Феликсовна, начальник управления научно-исследовательской и инновационной деятельности.

**Научный редактор** – Лентарев Александр Андреевич, доктор технических наук, доцент.

**Выпускающий редактор** – Сикорская Оксана Геннадьевна, начальник отдела электронных изданий.

**Ответственный секретарь** – Косяченко Оксана Викторовна, аналитик управления научно-исследовательской и инновационной деятельности.

**Редакционная коллегия:**

Азовцев Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор;

Буров Денис Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент;

Войлошников Михаил Владиленович, доктор технических наук, профессор;

Глушков Сергей Витальевич, доктор технических наук, профессор;

Друзь Иван Борисович, доктор технических наук, профессор;

Дыда Александр Александрович, доктор технических наук, профессор;

Лазарев Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Луговец Александр Анатольевич, доктор экономических наук, доцент;

Москаленко Михаил Анатольевич, доктор технических наук, профессор;

Надежкин Андрей Вениаминович, доктор технических наук, профессор;

Огай Сергей Алексеевич, доктор технических наук, доцент;

Оськин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Холоша Михаил Васильевич, кандидат технических наук.

Цена свободная.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

Пафнутьев Е.Ю., Левченко Н.Г., Пафнутьева Я.В., Белогор Р.А., Гармышев Д.Е.  
Системный анализ управления трудоустройством моряков  
в условиях пандемии COVID-19 ..... 4

Фирсов П.Б.  
Исследование и прогноз штормовых нагонов  
на побережье дальневосточных морей ..... 19

## СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

Белогор Р.А., Соколова И.В.  
Анализ эффективности маслоиспользования  
в судовых дизель-генераторах «Caterpillar 3512» ..... 25

Дарменко А.В., Тарасов М.И., Грушецкий М.Б.  
Выбор оптимальной технологии глубокой очистки некоторых видов  
нефтедержащих вод судовой энергетической установки ..... 35

Панасенко А.А., Коршунова З.В.  
Подготовка обучающихся к эксплуатации  
судовой энергетической установки с системой Азипод ..... 38

Рак А.Н.  
Определение характеристик подруливающих устройств морских судов  
с дизельным приводом ..... 45

Тарасов М.И., Дарменко А.В.  
Составляющие безвозвратных потерь масла в судовых дизелях ..... 51

## ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Исаев А.А., Луговец А.А., Родионов С.А.  
Управление морскими грузовыми портами: теоретический аспект ..... 55

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

УДК 331.53:656.61

## Системный анализ управления трудоустройством моряков в условиях пандемии COVID-19

Пафнютьев Евгений Юрьевич<sup>1</sup>, Pafnutyev@fescontract.ru  
Левченко Наталья Георгиевна<sup>2</sup>, Levchenko@msun.ru  
Пафнютьева Яна Викторовна<sup>2</sup>, yana@pafnuteva.ru  
Белогор Роман Артурович<sup>2</sup>, rombelogor@gmail.com  
Гармышев Дмитрий Евгеньевич<sup>2</sup>, rabowvdk125@gmail.com

<sup>1</sup> Круинговое агентство Fescontract-International, Владивосток

<sup>2</sup> МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

*Статья посвящена системному анализу управления людскими ресурсами Human Resources Management (HRM) морской отрасли, актуальным вопросом востребованности морской профессии, особенностям обучения морских специалистов, специфике трудоустройства и особым условиям труда моряков. Налаженные в течение многих лет структуры обучения, трудоустройства и работы экипажей оказались в трудном положении, так как на функционирование морской отрасли по всему миру оказала огромное влияние пандемия COVID-19. Системные вызовы исследовались и решались по ходу развития ситуации методом «чёрного ящика». В статье выделяются и описываются HR-аналитика системы управления, характерные особенности обучения и трудоустройства моряков, организации деятельности учреждений, работающих с моряками, реорганизации тренажерных центров, режимов работы консульств, смены экипажей, связанные с пандемией COVID-19. Особое внимание уделено обобщению практического опыта одного из крупных круинговых агентств России и предпринята попытка раскрыть основные причины глобальных преобразований в сфере морского транспорта в контексте трансформации кадровой работы и реакции рынка морских вакансий на вызовы и внезапные ситуационные изменения.*

**Ключевые слова:** система управления людскими ресурсами, метод «чёрного ящика», информационная аналитика, рынок морского трудоустройства, круинг, подготовка моряков, морское образование, сертификат, виза, судовой экипаж, пандемия, COVID-19.

## Systematic analysis of seafarers' employment management in the context of the COVID-19 pandemic

Pafnutyev Evgeny Y.<sup>1</sup>, Pafnutyev@fescontract.ru  
Levchenko Natalia G.<sup>2</sup>, Levchenko@msun.ru  
Pafnuteva Yana V.<sup>2</sup>, yana@pafnuteva.ru  
Belogor Roman A.<sup>2</sup>, rombelogor@gmail.com  
Garmyshev Dmitriy E.<sup>2</sup>, rabowvdk125@gmail.com

<sup>1</sup> Crewing agency Fescontract-International, Vladivostok

<sup>2</sup> MSU named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

*The article is devoted to a systematic analysis of human resources management Human Resources Management (HRM) in the maritime industry, topical issues of the demand for the maritime profession, the peculiarities of training maritime specialists, the specifics of employment and special working conditions for seafarers. Years of established training, employment and crew structures have come under pressure as the maritime industry around the world has been greatly impacted by the COVID-19 pandemic. System calls were investigated and solved in the course of the development of the situation using the «black box» method. The article highlights and describes the HR-analytics of the management system, the characteristic features of the training and employment of seafarers, the organization of the activities of institutions working with seafarers, the reorganization of training centers, consular work modes, crew changes associated with the COVID-19 pandemic. Particular attention is paid to summarizing the practical experience of one of the largest crewing agencies in Russia and an attempt is made to reveal the main causes of global transformations in the field of maritime transport in the context of the transformation of personnel work and the reaction of the maritime job market to challenges and sudden situational changes.*

**Keywords:** Human Resources Management (HRM), black box method, information HR-analytics, maritime employment market, crewing, seafarer training, maritime education, certificate, visa, ship crew, pandemic, COVID-19.

### **Введение**

Морское сообщение представляет собой удобный и экономичный вид транспорта в сравнении с дорожным и воздушным. Морские перевозки являются одними из самых востребованных в мире, включая Россию, т.к. перевозка грузов морским транспортом – это быстрый и доступный способ транспортировки. В связи с этим очень важен кадровый потенциал, который является крайне многогранным фактором морского транспорта и подвержен различным колебаниям.

Информация об интенсивности и размахе таких колебаний подвергается в первую очередь анализу в системе управления людскими ресурсами Human Resources Management (HRM), направленной на привлечение и оптимальное использование квалифицированного персонала для морской отрасли, способного выполнять возложенные на него обязанности. С помощью HRM осуществляется прогнозирование, планирование, организация, мотивация, координация и контроль данного процесса.

Востребованность морских профессий в разных регионах страны и условия трудоустройства специалистов имеют особенности как со стороны самих моряков, так и со стороны судоходных компаний и круинговых агентств.

Процесс обучения моряков, от уровня квалификации которых напрямую зависит и безопасность [1] на судне, является непрерывным и позволяет улучшать качество кадрового пула морской отрасли даже после начала работы специалиста в морской отрасли.

Однако, в течение последних полутора лет налаженные структуры трудоустройства, обучения и работы экипажей оказались в трудном положении, так как на функционирование морской отрасли по всему миру оказала огромное влияние пандемия COVID-19.

В статье произведён анализ информации системы HRM крупного круингового агентства РФ, обзор востребованных морских профессий в разных регионах страны России и рассмотрены особые условия труда моряков во время пандемии.

### **Подготовка и обучение моряков**

В современном мире морские профессии имеют довольно высокий приоритет на рынке труда. Крайне важно растить грамотных специалистов, применяя для этого все возможности современных технологий и знаний, начиная с оптимизации процессов базового обучения, различных обучающих курсов для моряков, включая подготовку на высокотехнологичных тренажёрах [2]–[6].

В этом процессе важно не только применение современных технологий, но и качество практических навыков моряков, которые имеют неоспоримую ценность в морских профессиях. Например, весьма положительным для карьеры механика или члена палубной команды являются умение вести сварные работы при наличии соответствующего сертификата после обучения.

На фоне всего вышесказанного важно знать, куда смогут устроиться будущие работники морской отрасли, которые получают базовое образование, с комплексом практических и теоретических знаний. Целесообразно оценить, какие условия труда могут предоставить нынешние работодатели, и в каком регионе России они являются на сегодняшний день самыми наилучшими.

Для начала необходимо рассмотреть процесс обучения моряков и понять, какие важные компетенции специалисты имеют на выходе из учебного заведения, и что, соответственно, от них в первую очередь могут потребовать работодатели.

Опыт показывает, что успешная карьера в морской отрасли закладывается ещё на моменте обучения специалиста. Многие мировые компании реализуют кадетские программы, практикуя заключение контрактов с морскими образовательными учреждениями, и, начиная с первых курсов, способствуют развитию будущего моряка, внедряя в сознание будущего работника тезис, что значит «быть человеком компании» (organization man). Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского не является исключением, поддерживая кадетские программы таких крупных компаний как «Совкомфлот», Mitsui O.S.K. Lines, Ltd. (MOL).

Говоря о базовой подготовке моряка, помимо использования стандартных программ, можно отдельно выделить языковую [7], [8], правовую [9]–[11], международную [7] подготовку курсантов [12], организацию плавательных практик [13], [14], подготовку к работе в мировых многонациональных компаниях [12], обучение решению проблем и конфликтов в море [15], [16], обсуждение социальных проблем [15], [17], изучение и применение новых технологий [2], [18] с применением их как для подготовки курсантов [2], так и изучение технологий, используемых на современных судах с высоким уровнем автоматизации всех процессов.

Большое внимание уделяется безопасности [1], [19], [20], в том числе экологической, санитарно-гигиенической [21] и информационной. Для этого нужно организовать оптимальный подход к обучению, используя самые эффективные методы и подходы для этого процесса [12], [15], [22]–[25].

При организации процесса подготовки моряка в учебном заведении по всем вышеперечисленным направлениям, стоит уделить внимание и проблемам обучения [26], [27]. Одна из часто встречающихся проблем в обучении – это рост количества полуавтономных и автономных систем на судах, в связи с чем требования к знаниям морских специалистов у компаний меняются. Это значит, что учебные программы и планы должны постоянно меняться, быть гибкими. Постоянное развитие технологий влияет и на возникновение проблем применения компетентностного подхода в подготовке моряков [28]. В итоге все особенности развития морской отрасли и подготовки работников в учебных заведениях должны сводиться к главной цели – обеспечение максимальной безопасности на судах для экипажа и сохранности груза.

### **Трудоустройство специалистов**

Отбор кандидатов для морской отрасли – это отдельная профессиональная категория [29]–[31], поэтому важно рассмотреть процесс прямого трудоустройства моряков и проблемы [32]–[35], которые могут при этом возникнуть.

Можно определить список элементарных требований судовладельца при непосредственном наборе или через кадровые агентства к претенденту для работы на судне:

- базовое знание специальности;
- наличие полного пакета морских документов для работы на определенном типе судна в определенной должности;
- наличие опыта работы моряка на определенном типе судна в определенной должности (включая дедвейт для судоводителей, а также тип и мощность главного двигателя для судовых механиков);
- свободное владение английским языком.

Отсюда можно сделать вывод, что знания, полученные во время обучения моряков, полностью покрывают список самых элементарных требований от работодателей.

Современный подход к коммерческому судоходству часто подталкивает большинство компаний заниматься транспортировкой грузов, оформляя свои суда под так называемый «удобный флаг» [36]. Коммерциализация помогает в упрощении регистрации судов, снижает требования к обеспечению судовых процессов и позволяет снизить налоговое бремя, уменьшая суммы налогов на доходы.

Такие манипуляции требуют от плавсостава судна оформлять документы, соответствующие флагу, что не всегда удобно, а в некоторых случаях и невозможно, если рассматривать моряков, у которых по документам местом жительства является Республика Крым [32], [37].

Можно обозначить ещё один нюанс трудоустройства моряков – высокую конкуренцию среди самих моряков при подаче резюме в крупные компании с высокой заработной платой. Не каждый выпускник вуза имеет возможность трудоустроиться после выпуска в компанию с устойчивым имиджем, потому что чаще всего требуется стаж работы. В связи с этим случается так, что выпускник вынужден сходить в один рейс кадетом. Бывает и так, что на трудоустройство влияют и личные связи моряков, т.к. солидные российские и зарубежные компании поддерживают династии. В российских компаниях личные связи иногда позволяют быстрее устроиться и пробиться к более лучшим рабочим местам.

Отсюда можно сделать вывод, что, несмотря на то, что морские вузы дают необходимые практические и теоретические навыки, достаточно большую роль в трудоустройстве моряков играет годами отлаженная система личных контактов и непредвиденные обстоятельства, которые могут возникнуть при подготовке пакета документов.

### **Анализ рынка морского трудоустройства в России на примере данных сайта hh.ru**

Переходя к анализу непосредственного рынка морского трудоустройства, рассмотрим список предлагаемых вакансий в разных регионах России.

В результате исследований Института социально-экономических проблем народонаселения Российской академии наук выявлено, что самыми эффективными способами поиска вакансий для молодежи являются специальные сайты в Интернете [38]. Следовательно, для исследования можно использовать данные специального сайта HeadHunter (hh.ru) – крупнейшей платформы онлайн-рекрутинга в России, клиентами которой являются почти 1,4 млн компаний.

В первом региональном рейтинге вузов России по успешности трудоустройства выпускников, который подготовили аналитики hh.ru на основе 3,9 млн резюме российских соискателей с высшим образованием, искавших работу в 2020 году – первом полугодии 2021 года, в топ-100 лучших вузов страны вошли пять вузов из Владивостока. Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского находится на 27 месте рейтинга<sup>1</sup>. Эксперты изучили более 300 российских учебных заведений, количество выпускников этих вузов разных лет, долю и количество управляющего состава и представителей высшего менеджмента от общего числа соискателей с дипломом соответствующего вуза.

Существует множество различных морских профессий, в рамках данной работы можно для примера ограничиться одной из них и сделать выборку с сайта hh.ru при помощи запроса API. По запросу «капитан+судоводитель» по городам Санкт-Петербург, Владивосток, Астрахань, а также по Калининградской и Мурманской областям в итоге нашлось всего около 10 вакансий. Это говорит о том, что морские специалисты почти не используют платформу онлайн-рекрутинга hh.ru.

---

<sup>1</sup> [www.dvkapital.com/archives/3653](http://www.dvkapital.com/archives/3653)

## Проблемы и вызовы для моряков во время пандемии COVID-19

С начала официального начала мировой пандемии COVID-19 в 2020 году по настоящее время мир переживает глобальные изменения во всех сферах жизни. Морская отрасль также оказалась подвержена вынужденной ломке и трансформации.

По информации, полученной от круингового агентства Фесконтаркт-Интернешионал<sup>2</sup>, количество вызовов и проблем оказалось весьма большим и неструктурным. Данное круинговое агентство, основанное в 1991 году, работает на рынке труда моряков более 30 лет, и его основной целью является расширение рынка вакансий. В первую очередь это касается моряков-дальневосточников, хотя кадровый состав охватывает не только Дальний Восток, но и центральные регионы России. По состоянию на сегодняшний день агентство сотрудничает с 12 судовладельцами, предлагающими вакансии для моряков, из которых основными являются Mitsui O.S.K. Lines<sup>3</sup>, Seatrade<sup>4</sup>, Oldendorff<sup>5</sup>, Royal Wagenborg<sup>6</sup> и др. В данный момент у агентства в море на судах находится около 1000 моряков, за календарный год количество отправок составляет в среднем 2000-2500 человек и 1200 смен экипажей.

Самым сложными для моряков и работодателей в условиях пандемии оказались даже не вызовы и возникающие проблемы, такие как запреты и ограничения перемещения граждан, изменения работы учреждений, связанных с моряками, новые медицинские требования, ограничения авиакомпаний и аэропортов, ломка государственных и локальных (местных) правил, визовые ограничения (например, USA, Schengen, Korea), проблемы планирования смен членов экипажей и др., а неожиданные, буквально ежедневные, внезапные изменения. Эта непредвиденность ситуаций стала самым тяжелым фактором, повлиявшим на всю морскую отрасль.

Можно сказать, что многие системные вызовы исследовались и решались по сути методом «чёрного ящика», когда изучается реакция целой системы на изменяющиеся условия. На входы быстро подавалась новая информация, а на выходе в результате ситуативного решения проблемы отображались результаты, функционально зависящие от состояния входов (рис.1):

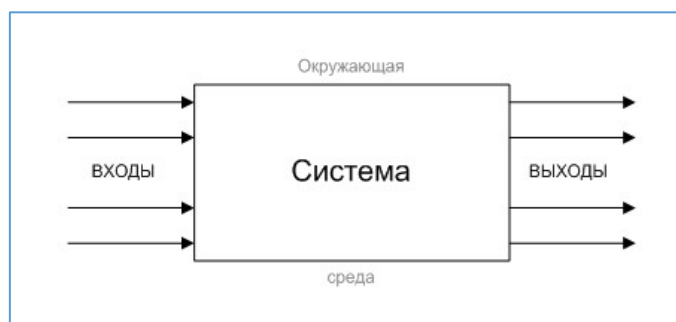


Рисунок 1 – Модель «черного ящика»

Пандемия COVID-19 провела невольный эксперимент над морской отраслью, резко изменяя входные данные, в результате которого в ходе наблюдения за реакциями системы на внешние воздействия был достигнут определённый уровень знаний, позволивший осуществлять прогнозирование поведения «чёрного ящика» при различных задаваемых экспериментом условиях.

### Запреты и ограничения перемещения граждан

Примерами запретов и ограничений перемещения граждан могут служить следующие нормативные акты и изменившиеся обстоятельства.

<sup>2</sup> [www.fescontract.ru](http://www.fescontract.ru)

<sup>3</sup> [www.mol.co.jp/en](http://www.mol.co.jp/en)

<sup>4</sup> [www.seatrade.com](http://www.seatrade.com)

<sup>5</sup> [www.oldendorff.com](http://www.oldendorff.com)

<sup>6</sup> [www.wagenborg.com](http://www.wagenborg.com)



1. 27 марта 2020 г. был введен запрет на выезд российских граждан за границу согласно распоряжения Правительства РФ от 27.03.2020 № 763-р «О временном ограничении движения через автомобильные, железнодорожные, пешеходные, речные и смешанные пункты пропуска через государственную границу Российской Федерации, а также через сухопутный участок российско-белорусской государственной границы».

2. 6 апреля 2020 г. вышло распоряжение Правительства РФ № 1031-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 27.03.2020 № 763-Р», фрагмент документа приведен на рис. 2.

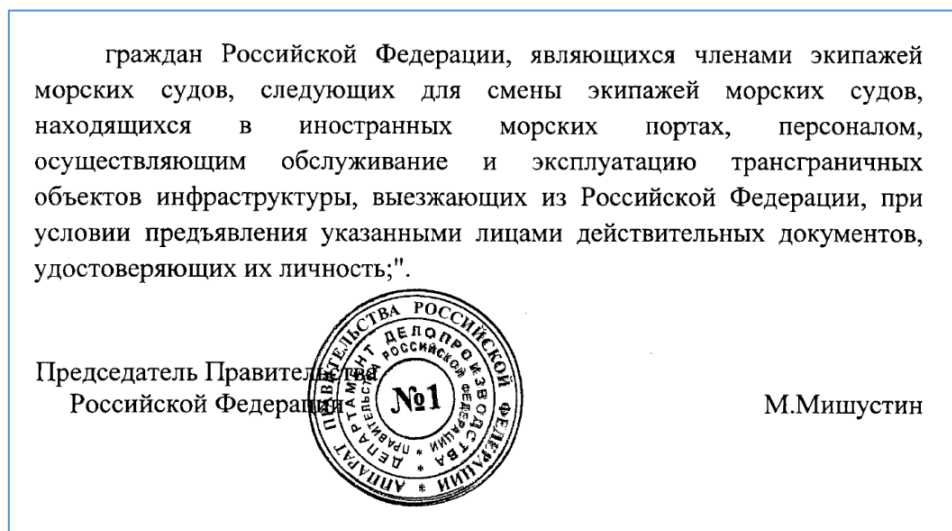


Рисунок 2 – Фрагмент распоряжения Правительства РФ № 1031-р<sup>7</sup>

25 апреля 2020 г. были внесены изменения на перемещение граждан в таких ключевых аэропортах как Кневичи (Владивосток), Шереметьево (Москва), Амстердам (Нидерланды), Нарита (Япония), Минск (Беларусь) и др.

Кроме вышеперечисленного для судовладельцев оказалась сложной смена членов экипажей в российских портах. Основными проблемами стали наличие визы для списывающихся иностранных моряков и обязательный двухнедельный карантин для всех. Если раньше любой иностранный моряк мог списаться в порту России с получением визы РФ, то теперь это стало невозможным – все моряки обязаны пройти карантин. Некоторые компании сделали так называемые «гуманитарные заходы» для смены экипажей, ставшие очень дорогими для судовладельцев. Примерами могут служить компании Seatrade (Нидерланды) и южнокорейская компания Doriko<sup>8</sup>, осуществившие такие заходы в порт г. Владивосток.

Примером предписаний судоходной компании может служить инструкция компании Royal Wagenborg (Нидерланды) для кадрового состава из разных стран в виде сводной таблицы о возможностях смены моряков с иностранным гражданством в различных странах (рис. 3).

Введенные ограничения для моряков других стран повлекли за собой изменения для рынка труда РФ. Примером может служить срочная замена моряками из России вакансий, ранее занимаемых гражданами Филиппин, в связи с закрытием местных аэропортов этой страны.

Произошли изменения и в географии смен экипажей в связи с резким сужением возможностей для организации полетов. Долгое время для смены моряков использовалась стандартная схема: полет до Москвы, потом на такси до Минска, и уже оттуда можно было лететь только в Амстердам или Лондон для посадки на судно. Аналогично в обратную сторону осуществлялся трансфер списанных моряков после рейсов.

<sup>7</sup> [www.rulaws.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-16.04.2020-N-1031-r](http://www.rulaws.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-16.04.2020-N-1031-r)

<sup>8</sup> [www.doriko.com/en/main/main.php](http://www.doriko.com/en/main/main.php)

Country	Country Restriction	Quarantine	Airport	Flight (From/To)	China	India	USA	UK	Japan	Malaysia	Canada	USA	Malaysia	Canada
<b>Charter Flight</b>														
Belarus	GENERAL INFORMATION No commercial aviation services must be provided until arrival and passengers must be returned for 14 days. This does not apply to passengers in transit. Arrival and departure times for passengers must be provided to the carrier at least 72 hours in advance. Passengers from China, Iran, Italy, South Korea or other countries where the virus is active will undergo a full laboratory examination upon arrival. Approved transport means have been established at Minsk International Airport (MIA). Passengers with valid quarantine permits can be issued for further medical monitoring.	There are no restrictions on charter flights. A full quarantine permit is required for passengers arriving from countries where the COVID-19 virus is active on arrival.	Minsk (MIA)	allowed to charter	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
				no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
Belgium	GENERAL INFORMATION No direct flights are allowed to Belgium. The restrictions apply to all flights, including charter flights and other non-commercial flights. Passengers from Belgium are required to provide either a Belgian ID card or a letter from their employer to prove their employment. There are no restrictions on charter flights. Passengers from Belgium should carry valid ID card of residence and evidence of employment. The restrictions apply to all flights, including charter flights. Passengers are allowed to cross into the country, but travel must be completed by 14 days after arrival at least 9 days. Approved transport means have been established at Minsk International Airport (MIA). Passengers with valid quarantine permits can be issued for further medical monitoring.	The quarantine period is 14 days. The main quarantine location for passengers arriving from affected countries is the Minsk International Airport. Passengers are required to provide evidence of employment. Passengers from Belgium are not allowed to enter Belgium.	Brussels (BRU)	allowed to charter	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
				no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
Bulgaria	GENERAL INFORMATION No direct flights are allowed to Bulgaria. The restrictions apply to all flights, including charter flights and other non-commercial flights. Passengers from Bulgaria are required to provide either a Bulgarian ID card or a letter from their employer to prove their employment. There are no restrictions on charter flights. Passengers from Bulgaria should carry valid ID card of residence and evidence of employment. The restrictions apply to all flights, including charter flights. Passengers are allowed to cross into the country, but travel must be completed by 14 days after arrival at least 9 days. Approved transport means have been established at Minsk International Airport (MIA). Passengers with valid quarantine permits can be issued for further medical monitoring.	The quarantine period is 14 days. The main quarantine location for passengers arriving from affected countries is the Minsk International Airport. Passengers are required to provide evidence of employment. Passengers from Bulgaria are not allowed to enter Bulgaria.	Sofia (SOF)	allowed to charter	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
				no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
Canada	GENERAL INFORMATION No direct flights are allowed to Canada. The restrictions apply to all flights, including charter flights and other non-commercial flights. Passengers from Canada are required to provide either a Canadian ID card or a letter from their employer to prove their employment. There are no restrictions on charter flights. Passengers from Canada should carry valid ID card of residence and evidence of employment. The restrictions apply to all flights, including charter flights. Passengers are allowed to cross into the country, but travel must be completed by 14 days after arrival at least 9 days. Approved transport means have been established at Minsk International Airport (MIA). Passengers with valid quarantine permits can be issued for further medical monitoring.	The quarantine period is 14 days. The main quarantine location for passengers arriving from affected countries is the Minsk International Airport. Passengers are required to provide evidence of employment. Passengers from Canada are not allowed to enter Canada.	Toronto (YYZ)	allowed to charter	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight
				no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight	no direct flight

Рисунок 3 – Сводная таблица компании Royal Wagenborg о возможностях смены моряков с иностранным гражданством в различных странах

В сложных обстоятельствах, диктуемых пандемией, некоторые компании подстроились и восстановили ритм смен экипажей достаточно быстро (например, Seatrade), а некоторые очень медленно (например, MOL).

### Изменение работы учреждений

Изменение работы учреждений, связанных с моряками, оказались достаточно трудно-преодолимыми, хотя в определенных случаях даже выгодными для России.

У администрации морского порта г. Владивостока при записи на выдачу рабочего диплома сбоев особых не произошло, но при выдаче удостоверений личности моряка были задержки.

В администрации морского порта г. Санкт-Петербург перед Новым годом произошел затяжной сбой в работе, т. к. работники заболели COVID-19 и были вынуждены оставить рабочие места.

Все тренажерные центры были вынуждены приостановить работу и провести реорганизацию учебного процесса в условиях пандемии. Одним из тех, кто быстрее всего справился с ситуацией, стал коллектив тренажера Владивостокского морского колледжа (ВМТ).

Зарубежные тренажерные центры также оказались в сложных условиях. Например, специализированный тренажер компании Oldendorff (Германия), расположенный на Филиппинах, являлся обязательным для моряков данного судовладельца. В условиях ограничений полеты российских моряков для прохождения обучения на Филиппины стали невозможными. В результате компания заключила договор с Владивостокским морским колледжем, который разработала программу обучения, и оплатила этому учебному заведению тренажерную подготовку для своих моряков.

Возникли трудности при прохождении медицинской комиссии членами плавсостава. Некоторые поликлиники г. Владивостока были перепрофилированы под лечение людей с COVID-19, другие медицинские центры ограничили проведение данной процедуры для моряков.

Затруднился обмен заграничных паспортов для выезда за рубеж в связи с ограничением графика работы многофункциональных центров (МФЦ).


Важным фактором, создавшим проблемы для моряков и компаний, оказалось временное закрытие или ограничение работы консульств России за рубежом, например, в Корее, Нидерландах (Амстердам), Нигерии и др. Например, при истечении во время рейса срока действия паспорта, моряк мог обратиться в консульство РФ для выдачи временной справки и вылететь с ней в Россию. В новых условиях это стало невозможным в случаях, когда судно могло зайти в порт на один день, который в консульстве являлся не приемным. В результате моряк был вынужден уходить на дополнительный круг.

Еще одним примером является четырехмесячная задержка моряка с просроченным по срокам паспортом, списанного после рейса в Корею. Компания списала его в Корею и оплатила проживание, надеясь на вывозные рейсы, который осуществляла Россия. Чтобы записаться на рейс заранее, требовался документ. Консульство работало с ограничениями по времени и выдавало справки с коротким сроком действия. Создалась патовая ситуация. В итоге моряк, отработав контракт, смог вылететь из Сеула в Россию более, чем через 4 месяца.

### Новые медицинские требования

Произошли неизбежные изменения в сфере медицинских правил и предписаний для моряков. PCR-тест стал обязательным и трансформировался, можно сказать, в «стандарт индустрии». В связи с этим увеличились риски при стыковочных полетах, например, из Владивостока в Москву, удлинились time limits. Кроме этого, результат PCR-теста стал необходим моряку даже для посещения офиса круингового агентства.

Для въезда в другие страны стал требоваться сертификат. Например, для въезда в Японию было необходимо предоставить справку об отрицательном результате теста на COVID-19, полученного в течение 72 часов до вылета (рис. 4).



**Quarantine Station,  
Ministry of Health, Labour and Welfare, Government of Japan**

ロシア語  
Russian

**Справка о результатах теста на COVID-19  
Certificate of Testing for COVID-19**

Дата выдачи  
Date of issue \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_  
Name \_\_\_\_\_

Гражданство \_\_\_\_\_  
Nationality \_\_\_\_\_

Номер паспорта \_\_\_\_\_  
Passport No. \_\_\_\_\_

День рождения \_\_\_\_\_  
Date of Birth \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Пол \_\_\_\_\_  
Sex \_\_\_\_\_

Настоящим подтверждаем, что указанный ниже результат получен на основании исследования на COVID-19 материала, отобранного у вышеуказанного лица.  
This is to certify the following results which have been confirmed by testing for COVID-19 conducted with the sample taken from the above-mentioned person.

Образец материала Sample (Check one of the boxes below)	Метод тестирования Testing Method for COVID-19 (Check one of the boxes below)	Результат Result	① Дата выполнения анализа Test Result Date ② Дата и время взятия биоматериала Specimen Collection Date and Time	Примечания Remarks
<input type="checkbox"/> Мазок из носоглотки Nasopharyngeal Swab	<input type="checkbox"/> Амплификация молекул нуклеиновой кислоты (Полученная цепная реакция в режиме реального времени / RT-PCR метод) Nucleic acid amplification test (RT-PCR)	<input type="checkbox"/> Не обнаружено Negative	① Дата (год / месяц / день) Date (yyyy / mm / dd) ____/____/____	
<input type="checkbox"/> Слюна Saliva	<input type="checkbox"/> Амплификация молекул нуклеиновой кислоты (Изотермическая LAMP-амплификация) Nucleic acid amplification test (LAMP)	<input type="checkbox"/> Обнаружено Positive → Въезд в Японию не разрешен No entry into Japan	② Дата (год / месяц / день) Date (yyyy / mm / dd) ____/____/____	
<input type="checkbox"/> Мазок из носоглотки и ротоглотки Nasopharyngeal and Oropharyngeal Swabs	<input type="checkbox"/> Амплификация молекул нуклеиновой кислоты (Опосредованная TMA-амплификация) Nucleic acid amplification test (TMA)		Time AM/PM : _____	
	<input type="checkbox"/> Амплификация молекул нуклеиновой кислоты (TRC-амплификация) Nucleic acid amplification test (TRC)			
	<input type="checkbox"/> Амплификация молекул нуклеиновой кислоты (Smart Amp-амплификация) Nucleic acid amplification test (Smart Amp)			
	<input type="checkbox"/> Амплификация молекул нуклеиновой кислоты (NEAR-амплификация) Nucleic acid amplification test (NEAR)			
	<input type="checkbox"/> Секвенирование нового поколения (NGS метод) Next generation sequence			
	<input type="checkbox"/> Количественный антиген тест* Quantitative antigen test* (CLEIA/ECLIA)			

Рисунок 4 – Фрагмент справки об отрицательном результате теста на COVID-19 для въезда в Японию<sup>9</sup>

По требованию некоторых стран появилась потребность в наличии сертификата (рис. 5) пригодности к полету Fit To Travel или Fit To Fly (Health Certificate). По сути это быстрый осмотр человека врачом на отсутствие признаков респираторных заболеваний. Срок действия – три дня. Но если моряку нужно быть в Москве в понедельник, то в выходные дни поликлиники закрыты. В связи с этим данный сертификат моряки были вынуждены получать в г. Москве, что еще больше добавило трудностей.

<sup>9</sup> www.jal.co.jp/ru/ru/info/travelalerts/flysafe/protection-measures/pcrtest

**ID CLINIC** INFECTIOUS DISEASES

Medical records  
Form No. 025/04  
Approved by order of the  
Russian Ministry of Health,  
dated December 15, 2014, No. 4544.

Fit to Fly Certificate

Patient's Name Ivanov Ivan Ivanovich

Date of birth: 10 / 11 / 1991 Age 29 Sex m

This is certify that above name's patient has examined at clinic by a physician of ID-Clinic.

Travel recommendations:

Fit to Fly as a normal seated passenger  
 Fit to Fly with medical escort(s) only  
 Not fit to fly/Travel only at patient's own risk

Special requirements

None  Wheelchair  Oxygen supply  
 Other \_\_\_\_\_

Close contact over the last 14 days with persons under surveillance for COVID-19 infection (SARS-Cov-2) is denied.

Coronavirus SARS-CoV-2, RNA [Real-Time Test] Date of the test \_\_\_\_\_

Result  negative  positive

Physician's signature: \_\_\_\_\_ Stamp \_\_\_\_\_

I understand the risks involved in air travel and accept full responsibility for myself

Full name, Patient (block letters) \_\_\_\_\_

Signature, Patient \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Рисунок 5 – Образец сертификата Fit To Fly<sup>10</sup>

Обязательность наличия актуального PCR-теста при растущей стоимости, например, в таких странах как Нигерия, Япония, США и др., увеличило расходы моряков и судовладельцев. Например, стоимость PCR-теста в США доходила до 400 \$.

В условиях пандемии все более рекомендованной для плавсостава различных компаний становится вакцинация от COVID-19.

### Ограничения авиакомпаний и аэропортов

Не остались без трансформации режимы работы и нормативные акты авиакомпаний и аэропортов. Например, авиакомпания KLM (Royal Dutch Airlines, Нидерланды) сделала обязательным наличие результата PCR-теста длительностью 4 часа. На сегодняшний день это условие отменено.

Российская авиакомпания S7 (Сибирь) ввела проверку у моряков соответствия типа их визы. Были случаи отказа моряков в посадке на борт S7 рейса в Сеул по этой причине. В результате, экипаж летел из Владивостока в Сеул рейсом авиакомпании Аэрофлот через г. Москва.

Турецкая авиакомпания ТК (Turkish Airlines) ввела резкие ограничения на максимальный вес ручной клади 5 кг, что для моряков стало крайне неудобным нововведением.

Администрация аэропорта Amsterdam (Нидерланды) ввела запрет на ночевки для моряков.

Руководство аэропорта Lagos (Нигерия) ввело обязательное прохождение в аэропорту PCR-теста. При этом записаться на тест нужно было на определенные время и день, при этом моряк должен был заранее произвести оплату в режиме онлайн.

В аэропорту Singapore ввели ограничения на полеты из Новой Зеландии. Моряк, списанный в этой стране, имел право пролететь до конечной точки своего трансфера только рейсами авиакомпании Singapore Airlines (Сингапурские авиалинии), что создало невозможным в большинстве случаев списание и смену экипажей в Новой Зеландии с трансфером через Сингапур, являющимся ранее удобным хабом для пересадок.

<sup>10</sup> [www.allcleartravel.co.uk/blog/fit-to-fly-certificates](http://www.allcleartravel.co.uk/blog/fit-to-fly-certificates)

## Трансформация государственных и локальных (местных) правил и предписаний

Во время пандемии COVID-19 произошли изменения в государственных и локальных (местных) ограничениях. Например, руководство аэропорта г. Владивостока ввело обязательный карантин и PCR-тест для всех пассажиров, прибывающих авиарейсами из Москвы, Новосибирска, Екатеринбурга и др.

В г. Санкт-Петербург санитарные власти запретили списание моряков без прохождения двухнедельного карантина за счет судовладельца. Некоторые судовладельцы приняли решение перестраховаться и ввели обязательный карантин для прибывшего сменного экипажа. Были примеры, когда экипаж после окончания карантина везли автобусом без остановок в г. Архангельск для присоединения к судну.

В Японии (Токио) резко возросла значимость агентирующей компании для моряков. При этом в разные смены экипажей стали предъявляться разные требования. Был введен запрет на местные перелеты для иностранцев внутри страны. Например, из Токио в Осаку, где стояло судно MOL, вылететь стало невозможным. Экипаж компании Oldendorff ехал автобусом 16 часов после прохождения двухнедельного карантина, чтобы произвести смену людей.

Испания ввела выездные визы для списывающихся моряков и запретила полеты при отсутствии свежего PCR-теста, кроме этого, обязательным стал двухнедельный карантин.

Великобритания (Лондон) изначально утвердила наиболее разумные и щадящие правила, но перед 2021 годом с появлением нового штамма вируса были закрыты все границы. Моряки, списанные с судна в Лондоне, не имели возможности вылететь домой.

Чили ввело резкие ограничения, когда многие моряки находились в полете. В результате, люди вынуждены были вернуться. Также Чили приняло закон, по которому на судне, заходящем в порты этой страны, не должно было быть людей, присоединившихся позже двухнедельной даты захода. Для судов, стоящих на линиях в США и Панаму, поток моряков перенаправили через эти страны.

Морской порт Сингапура ввел ограничения и новые инструкции для списания экипажей (рис. 6).

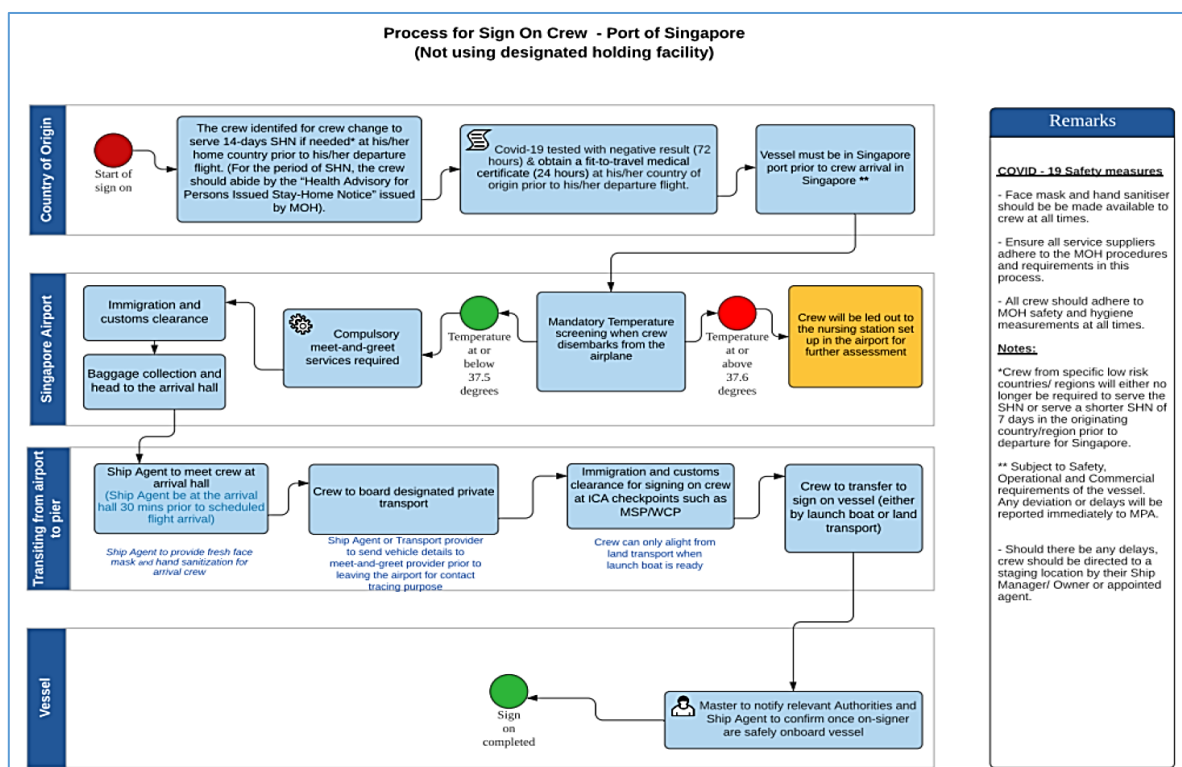


Рисунок 6 – Правила процесса списания экипажей в Сингапуре<sup>11</sup>

<sup>11</sup> [www.mpa.gov.sg/web/portal/home/port-of-singapore/operations/crew-change](http://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/port-of-singapore/operations/crew-change)

Высветилась еще одна проблема – что делать с заболевшими во время рейса членами экипажа? В данном случае для примера можно проследить разницу в подходе к подобным инцидентам в таких странах как Франция и США.

Во Франции власти порта при одном заболевшем моряке потребовали снять весь экипаж, разместить всех в отеле за счет судовладельца, а на судно, зашедшее в порт Франции, посадить новый экипаж. Это создало огромные трудности для судовладельца с экономическими потерями и нестандартную ситуацию для круингового агентства, т. к. сроки для формирования нового экипажа были предельно сжатыми.

При подобном случае с судном, зашедшем в порт США, санитарные власти порта рекомендовали изолировать заболевшего моряка в его каюте, делегировав основную ответственность на капитана судна.

### **Визовые ограничения во время пандемии**

Пандемия COVID-19 внесла свои коррективы и в визовые процессы, например, при получении виз Южной Кореи, Шенгена и США.

На оформление визы Южной Кореи стало уходить 14 дней, при этом запись осуществлялась за 10 дней. При подаче визы требовали оригиналы документов (приглашение судовладельца для моряка и т. п.), присылаемые почтой. Причем все эти нововведения произошли на фоне существовавшего ранее безвизового режима для граждан России. Стал обязательным карантин при прибытии в страну. Некоторые моряки компании Dogiko провели на судне более одного года без возможности смены, а «гуманитарный заход» судна компании во Владивосток оказался крайне дорогим по стоимости.

Шенгенская виза стала только нидерландской в отличие от привычных ранее правил. Некоторое время был закрыт визовый центр г. Владивостока, и для получения визы стал необходимым полет в Москву в консульство Нидерландов.

До сих пор большая проблема – это виза США в связи с закрытием консульств и политическими моментами. До недавнего времени для моряков Дальнего Востока было более-менее удобным консульство г. Екатеринбурга. Сейчас произошла полная остановка визового процесса с США. Это крайне осложнило трудоустройство моряков, т. к., например, компания Oldendorff всегда требовала и требует до сих пор наличия у моряка визы США.

### **Проблемы планирования смен экипажей**

В связи с пандемией COVID-19 возникли проблемы планирования смены экипажей. К основным можно отнести следующие.

1. Нарушения сроков контракта, которые стали привычными для моряков.
2. Проблемы с документами, задержки их получения.
3. Положительные PCR-тесты моряков перед отправкой в рейс.

Кроме вышеперечисленного, появилась трудность при болезнях родственников моряков. Моряк мог узнать об этом, находясь в рейсе и выключиться из судовых процессов, требуя списания в минимальные сроки. Еще одна категория родственников могла заболеть COVID-19 перед уходом моряка в рейс и стать причиной не отправки моряка на работу.

Произошла остановка кадетских программ, т.к. компании не хотели рисковать. Например, в МОЛ, являющимся официальным партнером МГУ им. адм. Г.И. Невельского, не брали курсантов вследствие огромного риска отправки кадета при его непредсказуемом возврате.

Высветились и психологические проблемы. К ним можно отнести усталость моряков в рейсе при отсутствии судовых барбекю и отдыха, полный запрет на выход в город и т. д. Многие моряки, остававшиеся длительно на берегу без заработной платы, имеют ипотеки, в семьях дети и т. д. Срывы отправок также влияли на психологическое состояние людей.

Существенно изменилась и работа круинга. Ранее с моряком, приходящим после рейса, всегда проводилась беседа с анализом и оценкой рейса, на которую все моряки шли очень

охотно. Теперь коммуникация стала сжатой, минимизировались контакты, офис круинга перешел на удаленный режим работы во многих процедурах своей работы. Многим морякам эти изменения без живого человеческого общения стали не очень комфортными.

### Перспективы развития сложившейся ситуации

Задумываясь о перспективах трудоустройства моряков и смен экипажей после пандемии, резонно задать вопрос: «А что же дальше?» Фактически в новых условиях круинг и работа людей в море стали ситуационными.

По состоянию на сегодняшний день, наверное, можно обозначить следующие перспективы: затяжное время влияния пандемии COVID-19, санитарная безопасность и вакцинирование моряков.

Отголоски всех изменений в связи с пандемией COVID-19 будут влиять на процессы морской отрасли еще очень долго. Сюда можно отнести и требование минимизации контактов со сжатой коммуникацией, обязательное наличие санитарных наборов (маски, перчатки), а также различные политические нюансы и сложности в этой сфере.

Ратификация обязательной вакцинации и санитарных паспортов станет очень важной. Уже сегодня вакцинированный моряк гораздо предпочтительнее для судоходных компаний. Примерами могут служить Нидерланды и Филиппины, где вакцинация моряков стала практически обязательной.

Естественно, что насущной проблемой останется обеспечение безопасности людей при перемещениях, что является крайне актуальным именно для моряков и морской отрасли в целом.

В результате анализа данных круингового агентства Fescontract-International по направлениям моряков за последние пять лет можно составить диаграмму (рис. 7).

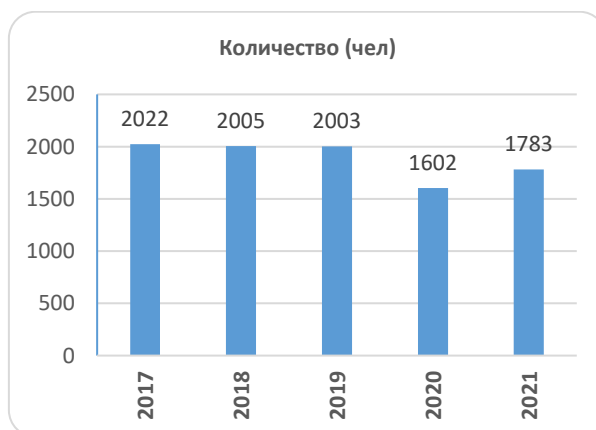


Рисунок 7 – Диаграмма направлений моряков на суда круингового агентства Fescontract-International за последние 5 лет

Диаграмма построена на выборке данных круингового агентства Fescontract-International, таблица 1.

Таблица 1 – Направления моряков круингового агентства Fescontract-International за 2017-2021 г.

№	Год	Количество (чел.)
1	2017	2022
2	2018	2005
3	2019	2003
4	2020	1602
5	2021	1783

Исходя из этой информации, можно сделать вывод, что пандемия COVID-19 существенно затруднила смены моряков и уменьшила их число.

### Заключение

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что процесс трудоустройства моряков на суда – многофакторный и сложный процесс, требующий от системы HRM быстрого анализа актуальной информации, при котором можно столкнуться со сложными проблемами. При этом безопасность в море является первоочередной задачей, и понимание этого должно закладываться в головы курсантов на первичном этапе их обучения.

Для подобных задач существует специальный термин – challenges (вызовы), и информационная HR-аналитика позволяет оперативно на них реагировать и успешно решать.

Развитие систем HRM на сегодняшний день является актуальным направлением, входит в программу *развития Организации Объединенных Наций* (ПРООН) и предназначена для укрепления стратегического управления людскими ресурсами.

Пандемия COVID-19 сломала устоявшиеся процессы и правила трудоустройства и смены экипажей морских судов, а новые стали подвержены постоянным изменениям. Главным отличием возникавших проблем в данной отрасли от ранее имеющихся являются ежедневные ситуационные изменения, которые появлялись быстро и внезапно, но при этом требовали быстрого принятия нестандартных решений.

### Список литературы

1. Kim Chu Hyong. A Study on the Improvement Options of the Maritime Safety Supervisor System // Law & Policy Review. – 2015. – № 21 (2). – Pp.167-191.
2. Мосин А.А., Смирнова Н.М. Использование тренажерно-имитационных технологий при подготовке будущих судоводителей в условиях колледжа // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. – 2017. – Т. 1. – № 2. – С. 51-53.
3. Соболенко А.Н. Обобщение опыта тренажёрной подготовки судомехаников // Материалы и доклады Международной научно-технической конференции «Фундаментальные исследования океанотехники и морской инфраструктуры: Теория. Эксперимент. Практика». г. Комсомольск-на-Амуре, 2015 г. – С. 200-203.
4. Глазюк Д.К., Соболенко А.Н. Тренажёрная подготовка – средство привития культуры безопасности эксплуатации СЭУ // Материалы Региональной научно-методической конференции «Состояние и тенденции развития уровня высшего профессионального образования в России». – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011 г. – С. 84-86.
5. Соболенко А.Н., Глазюк Д.К. Повышение эффективности и безаварийности работы СЭУ посредством тренажёрной подготовки её операторов // Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 12-14.
6. Соболенко А. Н., Корнейчук Ю. А., Глазюк Д. К. Обобщение опыта эксплуатации тренажёров машинного отделения морского судна // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2016. – № 2. – С. 59–69.
7. Лопатина Ю. Особенности развития рынка труда моряков в международном аспекте // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2011. – № 3. – С. 305-308.
8. Кручина О. Формирование готовности к коммуникации на иностранном языке будущих судоводителей // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2017. – Т. 9. – № 4-1. – С. 188-193. – DOI 10.17748/2075-9908-2017-9-4/1-188-193.
9. Сухоруков Ю.Ю. О защите интересов российских моряков в Арктической зоне РФ // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 6(73). – С. 11-13.
10. Jin Wan-Hong and Yi Choi Jin. A Study on the Problems and Improvement Discussion of Seafarers' Act System and Marine Officer's Training in China // Cultural Interaction Studies of Sea Port Cities. – 2020. – 22. – Pp.189-226.
11. Guillot-Wright S. The changing economic structure of the maritime industry and its adverse effects on seafarers' health care rights // International Maritime Health. – 2017. – 68 (2). – Pp.77-82.



12. Кожевникова И.Д. Проблема формирования готовности к профессиональному общению у будущих специалистов-судоводителей // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2014. – № 1. – С. 132-134.
13. Поздеев И.М, Абакаров А.И. Плавательная практика - шаг к трудоустройству будущих специалистов водного транспорта // Наука и просвещение: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2020. – С. 91-94.
14. Кузнецов К.А., Вынгра А.В., Бордюг А.С. Особенности прохождения судоремонтной практики на судах ледокольного флота // Современные тенденции практической подготовки в морском образовании: Материалы I национальной научно-практической конференции. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2020. – С. 243-249.
15. Слюсаренко Н.В., Липшиц Л.В. Компетентностный подход при формировании социокультурной личности будущего судоводителя // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2015. – № 1(18). – С. 100-108.
16. Lee Chang-Hee. A Study on the Conflict Resolution through Human Resource Management in mixed-nationality crew vessels. Focusing on the ocean-going vessel // Maritime Law Review. – 2019. – № 31 (2). – Pp. 23-54.
17. Chul, Choi, Jin. A Study on the Necessity and a Research Direction of Cultural Interaction Studies on Ships // Cultural Interaction Studies of Sea Port Cities. – 2014. – № 11. – Pp. 189-218.
18. Попова Г.В. Симуляционные технологии смешанной реальности в подготовке будущих судоводителей // Науковий огляд. – 2019. – № 6 (59). – С. 103-110.
19. Нестеров А.Г. Особенности подготовки будущих судоводителей в крымских образовательных учреждениях с целью обеспечения безопасности мореплавания и морской экологии // Безопасность как фактор устойчивого развития общества. Сборник научных трудов. – Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2019. – С. 215-220.
20. Jaremin B. Strategies, means, and models of health care in the Polish maritime industry from 1945 to 2007 Summary of the presentation made at the time of the First International Congress of Maritime, Tropical, and Hyperbaric Medicine held on 4-6 June 2009 in Gdynia, Poland // International Maritime Health. – 2009. – 60(1-2). – Pp.75-76.
21. Grappasonni I., Paci P., (...), Amenta F. Awareness of health risks at the workplace and of risks of contracting communicable diseases including those related to food hygiene, among seafarers // International Maritime Health. – 2012. – № 63 (1). – Pp. 24-31.
22. Даниленко А.Б. Концепция формирования готовности будущих судоводителей к профессиональной деятельности // Научный вектор Балкан. – 2019. – Т. 3. № 4 (6). – С. 30-33. – DOI 10.34671/SCH.SVB.2019.0304.0007.
23. Болотская А.В., Головки О.Н. Деловая игра как средство формирования профессиональной иноязычной компетенции у студентов морского колледжа // Modern Science. – 2020. – № 4-2. – С. 136-138.
24. Акбарова З.Ш. Технология профессионально-ориентированного обучения в подготовке будущих техников-судоводителей в организации среднего профессионального образования // Научный альманах. – 2016. – № 4-2(18). – С. 19-21. – DOI 10.17117/na.2016.04.02.019.
25. Kim Sungkuk and Jeong Jae-Yong. The Study of Seafarers Education System for the Sea Power in Korea // Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety. – 2017. – № 23 (1). – Pp. 56-66.
26. Москаленко М.А., Друзь И.Б. Проблемные аспекты подготовки специалистов в морских вузах // Традиции, современное состояние и перспективы развития системы транспортного образования: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 115-летию Казанского филиала ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта». – Казань, 2019. – С. 103-113.

27. Левченко Н.Г., Рычкова В.Ф. Подходы к разработке интеллектуальной имитационной модели управления образовательным процессом для вузов Росморречфлота // Транспортное дело России. – 2016. – № 5. – С. 135-138.
28. Москаленко М.А., Друзь И.Б., Субботина Г.Н., Захарина Л.В. Проблемы применения компетентностного подхода в подготовке моряков с учетом развития уровня автоматизации морских судов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы VI Международной научно-технической конференции. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2020. – С. 222-229.
29. Лопатина Ю., Абрамова В. Процессный подход как метод регулирования рынка труда моряков // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2011. – № 3. – С. 309-312.
30. Пасюк Е.Д., Головина С.И. Современные тенденции развития крюинговых услуг в Новороссии // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2019. – № 6 (124). – С. 10.
31. Костыря И.А. Функционирование крюинговых компаний на морском рынке труда // Актуальные проблемы труда и развития человеческого потенциала: межвузовский сборник научных трудов. Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 106-108.
32. Шайхутдинов Р.Д. Проблемы трудоустройства моряков республики Крым // Менеджмент - время возможностей. Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Севастополь: ООО «ИнТех», 2019. – С. 325-328.
33. Jeon Yeong Woo. De Lege Frenda for Improvement of Seafarers' Employment System // Maritime Law Review. – 2017. – № 29 (1). – Pp. 1-40.
34. Shin Seung-Han and Jeon Yeong Woo. De Lege Frenda for Choosing a Governing Law relating to the Seafarer's Employment Agreement under the Seafarers' Act — focused on the SEA of Non-residential Seafarers // Maritime Law Review. – 2018. – № 30 (3). – Pp. 81-112.
35. Nguyen Trong Thanh; Ghaderi Hadi; (...); Cahoon Stephen. Current Challenges in the Recruitment and Retention of Seafarers: An Industry Perspective from Vietnam // The Asian Journal of Shipping and Logistics. – 2014. – № 30 (2). – Pp. 217-244.
36. Wang Ying and Yeo Gi-Tae. The Selection of a Foreign Seafarer Supply Country for Korean Flag Vessels // The Asian Journal of Shipping and Logistics. – 2016. – № 32 (4). – Pp. 221-227.
37. Куткович Т.М. Актуальные проблемы трудоустройства моряков Крымского федерального округа на суда под российским и иностранным флагом // Новые технологии. – 2016. – № 2. – С. 89-93.
38. Ярашева А. В. Региональные аспекты трудовой занятости молодежи // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2018. – № 4. – С. 45-52. – DOI 10.31775/2305-3100-2018-4-45-52.
39. Программа развития Организации Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/undp/>
40. Human Resources Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/human-resources-management-hrm>
41. Что такое HRM и как оптимизировать HR процессы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://peopleforce.io/ru/blog/chto-takoe-hrm-i-kak-legko-avtomatizirovat-hr-protsessy/>
42. Системный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/concepts/7111>
43. HRM Краткое руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coder-lessons.com/tutorials/upravlenie/upravlenie-chelovecheskimi-resursami/hrm-kratkoe-rukovodstvo>

*Поступила в редакцию 21.03.2023 г.*

## Исследование и прогноз штормовых нагонов на побережье дальневосточных морей

Фирсов Павел Борисович, klerk\_vl@mail.ru

Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Владивосток

*В представленной работе дан краткий обзор современного состояния изученности непериодических колебаний уровня в синоптическом (1 – 20 суток) масштабе изменчивости – штормовые нагоны на побережьях Японского, Охотского и Берингова морей. Приведен объем исследований по трем направлениям на основании:*

*- статистического анализа данных наблюдений определялись режимные характеристики, изучались особенности развития экстремальных сгонно-нагонных явлений на различных участках побережий;*

*- физико-статистических и вероятностных методов оценивалось влияние метеорологических факторов на колебания уровня моря (ветра и приземного атмосферного давления), исследовались возможные механизмы формирования штормовых нагонов при различных погодных и физико-географических условиях;*

*- численных гидродинамических моделей теории мелкой воды изучалась эволюция колебаний уровня в неосвоенных наблюдениями участках побережий дальневосточных морей. На основе расчетов построены диаграммы зависимости высот штормовых нагонов от метеопараметров в отдельных пунктах побережий Японского, Охотского и Берингова морей.*

*В заключении отмечено, что в настоящее время проблема изученности и прогноза штормовых нагонов на побережьях дальневосточных морей еще далека от совершенства. Определены пункты комплексного подхода к решению проблемы, которые при соответствующем финансировании как на федеральном, так и на региональном уровнях, могут быть выполнены по мере запросов и потребностей хозяйственных организаций Дальневосточного региона.*

**Ключевые слова:** штормовые нагоны, уровень моря, Японское море, Берингово море, синоптические условия, циклоны, гидрометеорологическая информация.

## Research and forecast of storm surges on the coast of the Far Eastern seas

Firsov Pavel Borisovich, klerk\_vl@mail.ru

Far Eastern Regional Research Hydrometeorological Institute, Vladivostok

*This paper provides a brief overview of the current state of study of non - periodic level variations in the synoptic (1 -20 days) scale of variability - storm surges on the coast of the Sea of Japan, the Sea of Okhotsk and the Bering Sea. Three research directions are being described on the basis of:*

*- statistical analysis of observational data, regime characteristics have been determined, and features of the development of extreme tide phenomenon (storm surges and ebb waves) on various parts of the coast have been studied;*

*- physical - statistical and probability methods the influence of meteorological factors (wind, atmospheric pressure) on the changes of sea level has been evaluated, the possible ways of storm surges' formation in different weather and geographical conditions have been studied;*

*- numerical hydrodynamic models of "shallow water theory", the evolution of sea level fluctuations in unstudied by observations coastal areas of the Far Eastern seas has been studied. Based on the calculations, diagrams of the dependence of storm surge heights on weather parameters in certain points of the coast of the Sea of Japan, Sea of Okhotsk and Bering Sea are formed. In conclusion,*

*it is noted that at present the problem of studying and forecasting storm surges on the coast of the Far Eastern seas is still far from perfect. The points of integrated approach to solve the problem are identified, which, with appropriate funding at both the Federal and regional levels, may be fulfilled as the requests and needs of economic organizations in the Far Eastern region are met.*

**Keywords:** storm surges, sea level, Sea of Japan, Bering Sea, synoptic conditions, cyclones, hydrometeorological information.

*Посвящаю светлой памяти моего учителя и руководителя Абузярова З.К.*

Эффективность экономического освоения Дальневосточного региона во многом зависит от обширного диапазона фактической и прогностической информации о состоянии динамики моря и шельфовой зоны, в том числе и об изменчивости и интенсивности морских стихийных гидрологических явлений (СГЯ), к которым относятся экстремальные (опасные) подъемы уровня выше критических отметок [1, 18], обусловленные совместным действием штормовых нагонов, прилива и штормового волнения.

В настоящей работе представлен краткий обзор современного состояния изученности непериодических колебаний уровня (штормовые нагоны) в синоптическом (1-20 суток) диапазоне изменчивости на побережьях Японского, Охотского и Берингова морей, а также определены основные проблемы, требующие дальнейших исследований.

К настоящему времени различные разделы уровня режима дальневосточных морей по ряду объективных и субъективных причин исследованы крайне неравномерно. Изучение неприливных колебаний уровня дальневосточных морей и, в первую очередь, экстремальных подъемов уровня, обусловленных в основном штормовыми нагонами, получили развитие буквально только в последние десятилетия.

Поэтому в статье будем рассматривать только вопросы эволюции, условия формирования и возможность разработки методов прогноза штормовых нагонов как доминирующих в процессах формирования экстремальных подъемов уровня.

Работы в основном выполнялись по трем направлениям:

1. На основе статистического анализа данных наблюдений определялись режимные характеристики, изучались особенности развития экстремальных сгонно-нагонных явлений на различных участках побережий [2, 3, 5, 9, 14, 19].

2. На основе физико-статистических и вероятностных методов оценивалось влияния на колебания уровня моря метеорологических факторов (ветра и приземного атмосферного давления), исследовались возможные механизмы формирования штормовых нагонов при различных погодных и физико-географических условиях [3, 7, 8, 1, 16].

3. На основе численных гидродинамических моделей теории мелкой воды изучалась эволюция колебаний уровня в неосвещенных наблюдениями участках побережья дальневосточных морей [3,4,8,9,12,13].

### **1. Величины экстремальных подъемов уровня, вызванных штормовыми нагонами**

В ходе анализа результатов было установлено, что воздействию штормовых нагонов подвергаются практически все обжитые участки побережий дальневосточных морей.

По имеющимся расчетным и наблюдаемым данным величины экстремальных подъемов уровня при штормовых нагонах отмечаются в следующих пределах:

- 1.1. На побережье Японского моря в районе п. Рудная Пристань – п. Золотой – в пределах 1,0–2,0 м.
- 1.2. На побережье Охотского моря – 2,0-2,5 м в Сахалинском заливе и Амурском лимане, 1,5 м в заливе Терпения, Курильске, на северном побережье моря и берегах Камчатки.
- 1.3. На побережье Берингова моря – до 2,5 м в вершине Анадырского залива.

## 2. Синоптические условия формирования штормовых нагонов

Как правило, синоптические условия формирования штормовых нагонов одинаковы для всех акваторий дальневосточных морей: это выходы глубоких циклонов, которые по своему происхождению можно разделить на континентальные и морские.

Среди них наибольшая повторяемость принадлежит циклонам морского происхождения, которые выходят с юга и юго-запада. Среди них отмечаются и мощные тайфуны.

К числу других барических образований, вызывающих штормовые нагоны преимущественно в северной и северо-западной части Охотского и Берингова морей, можно отнести циклоны, выходящие с Азиатского материка и перемещающиеся в восточном и северо-восточном направлениях.

Наибольшая повторяемость и интенсивность циклонов, а следовательно и штормовых нагонов, наблюдается в осенне-зимний период. Естественно, что в зависимости от ориентации и конфигурации береговой черты, рельефа дна и ширины шельфа в отдельных районах побережий морей условия формирования штормовых нагонов различны.

**Японское море.** В Японском море максимальные нагоны возникают при выходе тайфунов и перемещении их над центром моря в северо-восточном направлении. Сильные ветры имеют направление от южного до северо-восточного.

**Охотское море.** В Сахалинском заливе и Амурском лимане штормовые нагоны генерируются в тыловых частях циклонов, центры которых располагаются к северо-востоку от острова Сахалин, и в основном под действием ветров северного и северо-западного направлений. На юго-восточном побережье острова Сахалин ветер и приземное давление вносят равноценный вклад в развитие нагонов, возникающих обычно в передних секторах циклонов.

**Берингово море.** В Беринговом море сильные нагоны отмечаются при прохождении над его акваторией или вблизи глубоких циклонов. Вследствие небольших скоростей перемещения циклонов, формирование штормовых нагонов происходит и в северной части Охотского моря под воздействием ветра, частично они обусловлены «гидротатическим» эффектом атмосферного давления.

## 3. Изучение возможных механизмов формирования штормовых нагонов

Для исследования степени и характера влияния вынуждающих сил на развитие штормовых нагонов в некоторых районах побережий Японского, Охотского и Берингова морей применялись методы взаимного спектрального анализа линейной динамической системы «вынуждающие силы – колебания уровня моря». В расчетах использованы длительные ряды колебаний уровня, из которых предварительно исключены различными методами прилив, приземное атмосферное давление, проекции ветра на его вдольбереговое или эффективное сгонно-нагонное направление. В ходе анализа были установлены временные масштабы и количественные характеристики взаимодействия в синоптическом диапазоне изменчивости в диапазоне 1-20 суток.

**Японское море.** Для побережья Японского моря метеорологические параметры и колебания уровня имеют общие энергонесущие зоны и тесно связаны на масштабах в 1,8-2 суток в Татарском проливе и на масштабах в 4-5 и 7-10 суток в северной и центральной частях моря соответственно.

**Охотское море.** В южной части Охотского моря метеорологические параметры и колебания уровня имеют общие энергонесущие зоны и тесно связаны на масштабе в 5 суток, на севере моря аналогичные связи обнаружены на более низких частотах, соответствующих периоду 10 суток, на юго-восточном побережье Камчатки – соответственно с периодом в 11-12 суток.

**Берингово море.** На побережье Берингова моря в Анадырском заливе выделены общие энергонесущие зоны на масштабах в 5 и 15-20 суток.

Общим для всех дальневосточных морей является тот факт, что время запаздывания реакции уровня на воздействие барических систем в среднем составляет 6-12 часов.

На основе выполненных исследований были предложены возможные механизмы генерации и формирования штормовых нагонов, которые весьма различны и определяются, в основном, конкретными морфометрическими особенностями акваторий морей.

Так, оценки вклада отдельных факторов в формирование штормовых нагонов указали на доминирующую роль динамического воздействия на уровень вариаций приземного атмосферного давления над северной частью Японского и южной части Охотского морей, а ветра – над северной частью Охотского и над акваторией Берингова морей.

Помимо проведенных работ выполнено районирование побережий дальневосточных морей по степени опасности и интенсивности штормовых нагонов и определены их режимно-статистические характеристики [5, 8, 9, 10, 11, 14].

#### **4. Возможные пути разработки методов прогноза штормовых нагонов**

##### **4.1. Спектральные и физико-статистические методы прогноза штормовых нагонов**

Одним из наиболее приемлемым вариантом для разработки методов прогноза штормовых нагонов на современном уровне является применение спектральных методов.

Впервые на основе модели спектральной регрессии разработаны методы краткосрочного (6-18 часов) расчета (прогноза) экстремальных подъемов уровня, обусловленных штормовыми нагонами, приливами и сейшмами в отдельных пунктах побережий Японского и Охотского морей [10, 17].

В отличие от линейного регрессионного анализа, позволяющего определять для каждой вынуждающей силы средний для всего диапазона частот коэффициент влияния, метод спектральной регрессии позволяет учесть внутреннюю структуру исследуемых процессов [3]. В данном методе угловые коэффициенты регрессии вычисляются для тех интервалов частот, в которых связь между уровнем и вынуждающими силами максимальна.

Одновременно для некоторых пунктов побережья в северной части Японского моря получены физико-статистические зависимости для восстановления уровня в тех случаях, когда отсутствует необходимая гидрометеорологическая информация [16]. Все методы показали удовлетворительную работоспособность на практике.

Из разработанных в последние годы для побережья Охотского моря методов можно выделить: синоптико-статистический метод альтернативного прогноза переливания песчаных кос на юго-западном побережье Камчатки; метод прогноза указанного явления с учетом характеристик волнения [5]; комбинированный метод прогноза штормовых нагонов в Курильске [3].

##### **4.2. Применение гидродинамических моделей для прогноза штормовых нагонов**

Другим вариантом разработки методов прогноза штормовых нагонов является применение гидродинамических моделей. На их основе для различных участков побережий дальневосточных морей, не освещенных наблюдениями, получены важные оценки закономерностей формирования длинноволновых процессов, распространения и трансформации штормовых нагонов.

При этом применялись различные модели и расчетные схемы: одномерные и двумерные нестационарные батистрофические модели [3, 4], а также гидродинамические модели в рамках теории «мелкой воды» [8, 12, 13]. В результате построены диаграммы зависимости высот штормовых нагонов скоростей и направлений результирующего ветра [3, 8, 12, 13].

**Японское море.** Для отдельных пунктов побережья Залива Петра Великого (Посъет, приустьевая часть реки Туманган, Владивосток и Находка) методом численного моделирования определены те параметры ветра, которые вызывают штормовые повышения уровня.

Было установлено, что штормовые нагоны в данном районе формируются под действием ветров четырех направлений: южного, юго-восточного, восточного и северо-восточного. Максимальные нагоны возникают при восточных и юго-восточных ветрах и могут достигать значений от 70-80 см в районе реки Туманган до 100-115 см в остальных пунктах при скорости ветра до 40 м/сек.

При сильном южном ветре (30 – 40 м/сек) в пунктах Владивосток и Находка формируются штормовые нагоны, достигающие 50-60 см, а в пунктах Посъет и реки Туманган при тех же метеорологических условиях величины нагонов незначительны.

Для каждого пункта впервые построены номограммы для расчета чисто ветровых вариации уровня в зависимости от направлений и скорости ветра.

Номограммы могут быть использованы на практике для прогноза высот штормовых нагонов в случае, если имеется прогностическая информация о параметрах ветра. При этом влияние атмосферного давления можно учесть в расчетах нагонов с помощью поправки по закону «обратного барометра».

**Охотское море.** С помощью численного моделирования определены основные принципы разработки метода прогноза штормовых нагонов в Сахалинском заливе и Амурском лимане: в пределах всей области нагоны – неразрывное явление и, в основном они генерируются ветром. Наиболее опасные нагоны формируются при северных и северо-западных ветрах. Выполнены расчеты и определены показатели нелинейного взаимодействия штормовых нагонов и приливов, в основном, формирующих экстремальные подъемы уровня в данном районе.

На юго-восточном побережье о. Сахалин штормовые нагоны являются вынужденными волнами, возникающими под непосредственным воздействием перемещающихся при движении циклонов полей ветра и приземного атмосферного давления, причем вклады указанных метеорологических параметров в формирование нагонов близки.

Для Пенжинского залива выполнены расчеты реальных экстремальных штормовых нагонов. Они формируются при южных и юго-западных ветрах в вершине залива – Пенжинской губе. Для оперативных и прикладных задач рассчитаны зависимости величин нагонов и сгонов в различных пунктах побережья в зависимости от параметров ветра.

Для северо-восточного шельфа о. Сахалин определены предельные отклонения уровня моря, возникающие при однородном ветре различных направлений и скоростей. В исследуемом районе, ввиду прямолинейности и приглублости берегов, значения ветровых изменений уровня сравнительно невелики (нагонов – 70-90 см, а сгонов – 80-100 см). Нагоны в основном формируются при северных, северо-восточных и восточных ветрах, сгоны – при ветрах противоположных направлений.

**Берингово море.** Для побережья Анадырского залива разработаны простые номограммы для прогноза параметров штормовых нагонов а пункте Анадырь в зависимости от параметров ветра. Для обеспечения нужд гидротехнического строительства выполнены расчеты экстремальных уровней редкой повторяемости. Для этого использованы ряды фактических наблюдений за уровнем. Расчеты максимальных уровней и их статистик выполнены на основе метода статистической теории экстремальных значений [3] с использованием двойного показательного закона распределения.

## 5. Краткие выводы и предложения

Выполненный обзор работ, в том числе и авторских, свидетельствует о значительном вкладе в изучение уровня режима дальневосточных морей. Результаты некоторых работ и, в частности, созданные каталоги (атласы), простые методы прогноза, позволяют на ограниченном объеме входной метеорологической информации очень быстро получить искомые параметры нагонов. Эти результаты можно поэтапно внедрять в среду создаваемых АРМов океанолога-прогнозиста и использовать при разработке и реализации международных проектов на побережье Дальнего Востока.

И тем не менее, в настоящее время проблема изученности штормовых нагонов еще далека от совершенства и не позволяет в полной мере обеспечить хозяйственные потребности Дальневосточного региона.

При комплексном подходе, а самое главное – при соответствующем финансировании как на федеральном, так и на региональном уровнях, решение проблемы будет заключаться в следующих программных установках, перечень которых не исчерпан, и по мере запросов и потребностей хозяйственных организаций он будет пополняться и уточняться:

1. Последовательная оценка изменений среднего уровня дальневосточных морей вдоль его побережий. Изучение характера и оценки годового хода уровня как необходимой составляющей при оценке величин экстремальных подъемов уровня.

2. Продолжение исследование приливного режима дальневосточных морей.
3. Разработка методических принципов и составление на их основе каталогов экстремальных штормовых нагонов и сгонов для всего побережья дальневосточных морей.
4. Более детализированное изучение условий и особенностей формирования штормовых нагонов и сгонов в районах проведения работ по международным проектам, получение их режимных характеристик. Исследование волнового нагона и сейш как составляющих экстремальных подъемов уровня.
5. Разработка новых и совершенствование существующих методов расчета и прогноза экстремальных (суммарных) уровней моря.

### Список литературы

1. Абузяров З.К., Думанская И.О., Нестеров Е.С. Оперативное океанографическое обслуживание. – М., Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009 – 287 с.
2. Герман В.Х. Исследование и расчет штормовых нагонов на шельфе юго-западного побережья Камчатки // Труды ГОИН. – 1979. – Вып.144.
3. Герман В.Х., Левиков С.П. Вероятностный анализ и моделирование колебаний уровня моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
4. Глуховский Б.Х., Герман В.Х., Филиппов Ю.Г. Методы расчета неперiodических колебаний уровня. Методическое письмо. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1975.
5. Кравцов В.Д. Катастрофические подъемы уровня моря в районе Охотска и возможность их предсказания // Сборник работ Магаданской ГМО. – 1970.
6. Лаппо С.С., Лихачева О.Н. О влиянии ветра на уровень моря в северо-западной части Тихого океана // Волновые процессы в краевых областях океана. – Южно-Сахалинск, 1979.
7. Лаппо С.С. О связи полей атмосферного давления и уровня к побережья Курильских островов // Волновые процессы в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток, 1980.
8. Любицкий Ю.В. Расчет штормовых нагонов на юго-восточном побережье острова Сахалин // Метеорология и гидрология. – 1983. – № 10.
9. Любицкий Ю.В. Уровень воды устьевого взморья // Труды ДВНИГМИ. – 1989. – Вып. 38.
10. Савельев А.В. Применение метода спектральной регрессии для расчета штормовых нагонов в Охотском море: Тезисы докладов IV конференции молодых ученых ДВНИИ 23-25 ноября 1984 г. – Владивосток, 1984.
11. Савельев А.В. Расчет максимальных уровней редкой повторяемости для побережья Охотского моря // Труды ДВНИИ. – 1984. – Вып. 111.
12. Савельев А.В. Численное моделирование динамического состояния вод на шельфе восточного побережья о. Сахалин, формирующегося под воздействием ветра // Труды ДВНИГМИ. – 1989. – Вып. 39.
13. Савельев А.В., Фирсов П.Б. Применение численной модели для расчета и прогноза штормовых нагонов на побережье Приморья // Труды ДВНИГМИ. – 2000. – Вып. 140.
14. Фирсов П.Б. Статистическая структура неперiodических колебаний уровня на побережье Японского моря // Труды Гидрометцентра СССР. – 1984. – Вып. 263.
15. Фирсов П.Б. О механизме формирования штормовых нагонов в северной части Японского моря // Труды ДВНИГМИ. – 1988. – Вып.132.
16. Фирсов П.Б. К вопросу об изменчивости неперiodических колебаний уровня на побережье Японского моря // Труды ДВНИГМИ. – 1989. – Вып. 139.
17. Фирсов П.Б. Расчет экстремальных подъемов уровня в северной части Японского моря // Труды ДВНИГМИ. – 1992. – Вып. 145.
18. Фирсов П.Б., Савельев А.В. О проблеме изученности и возможности предсказания экстремальных (опасных) подъемов уровня на побережье дальневосточных морей // Труды ДВНИГМИ. – 2000. – Вып. 146.
19. Isosaki I. An investigation the variations if sea level due Meteorological Disturbances on the Coast of Japanese Islands: 1V Storm surges on the Pacific and Okhotsk Sea Coasts of North Japan // Nuxon raue gakkau cu. – 1962. – V. 25., № 4.

*Поступила в редакцию 02.03.2023 г.*



# СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

УДК 662.753

## Анализ эффективности маслоиспользования в судовых дизель-генераторах «Caterpillar 3512»

Белогор Роман Артурович, аспирант, rombelogor@gmail.com  
Соколова Ирина Васильевна, к.т.н. доцент, isokolova@msun.ru

МГУ им. Г.И. Невельского, Владивосток

*В данной статье рассмотрен и обобщён опыт использования смазочного всесезонного масла в судовом дизеле Caterpillar 3515, сделаны тщательные анализы на протяжении всего срока службы масла, выведены графики зависимостей. Сделаны выводы о причинах потери маслом своих эксплуатационных качеств, а также влияние на дизель.*

**Ключевые слова:** судовой дизель, моторное масло, всесезонное масло, морская индустрия, опыт маслоиспользования.

## The analysis of oil usage efficiency in ships' auxiliary engines «Caterpillar 3512»

Belogor Roman Arturovich, rombelogor@gmail.com  
Sokolova Irina Vasilievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, isokolova@msun.ru

MSU named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

*This article discusses and summarizes the cases of using all-season lubricating oil in Caterpillar 3515 diesel ships, carried out thorough analyzes throughout the entire life of the oil, and derived the dynamics of dependencies. Conclusions are drawn about the cause of the loss of mass of its performance, as well as the effect on diesel.*

**Keywords:** marine diesel, engine oil, multigrade oil, marine industry, oil use experience.

Серия двигателей Caterpillar 3512 была разработана, чтобы обеспечить промышленность и генераторные установки высокооборотными дизелями, способными сжигать широкий диапазон топлив. Судовой двигатель Caterpillar 3512 – это двигатель V-12 типа, четырехтактная дизель-генераторная установка. В таких двигателях 12 цилиндров установлены в два ряда, по шесть цилиндров в каждом.

Двигатель Caterpillar 3512 совместим с текущими правилами ИМО по вредным выбросам. Характеристики двигателя приведены в табл.1.

Таблица 1 – Спецификация двигателя Caterpillar 3512

Диаметр цилиндра, мм	170
Ход поршня, мм	190
Частота вращения, об.	1000
Максимальная мощность, кВт	750
Конфигурация	Турбонаддув с промежуточным охлаждением
Степень сжатия	13

В этом случае цилиндры располагаются под углом 60° друг к другу. Значительное преимущество данного расположения в том, что оно устраняет необходимость использования балансирующих валов – не зависимо от образованного угла V конфигурации, силы инерции первого и второго порядка отсутствуют.

## 2. Периодичность техобслуживания и карта смазки

Эффективная работа двигателя и производительность зависят от соблюдения правил эксплуатации и рекомендаций по техобслуживанию. Расписание техобслуживания, согласно инструкции Caterpillar, создано, чтобы минимизировать расходы и обеспечить максимальное использование и эффективность двигателя [1].

Моторное масло выполняет несколько базовых функций, чтобы обеспечить должное смазывание. Оно очищает двигатель, защищает от ржавчины и коррозии, действует как охладитель и снижает трение и износ, минимизируя контакт металла с металлом [7].

Таблица 2 – Периодичность техобслуживания Caterpillar 3512

Моточасы	Объект	Действие
50	Цинковые стержни	Замена
	Воздушный фильтр	Замена
250	<b>Анализ масла</b>	<b>Отбор пробы масла</b>
	Система охлаждения	Добавить присадки
	Топливный танк	Слить воду и отстой
	Магнитный фильтр (ТОЛЬКО при первой замене масла)	Проверка/чистка
	Приводы клапанов, угол впрыска (ТОЛЬКО при первой замене масла)	Проверка/регулировка
1000	Фильтр тонкой очистки	Замена
	Регулятор оборотов	Замена масла
	Система вентиляции картера	Чистка
	Защитные устройства двигателя	Проверка/регулировка
	<b>Моторное масло и фильтр</b>	<b>Замена</b>
6000	Двигатель	Моточистка, проверка

Выбор необходимого класса SAE определяется минимальной температурой, при которой двигатель будет запускаться, и максимальной окружающей температурой, при которой он будет работать. Данные рекомендации обеспечивают необходимую вязкость до следующей смены масла [9, 10].

Таблица 3 – Карта смазки Caterpillar 3512

Место	Тип масла	Окружающая температура, 0 °C	
		Минимальная	Максимальная
Картер двигателя	SAE 10W		
	SAE 10W-30	<b>-20</b>	<b>+10</b>
	SAE 15W-40	<b>-20</b>	<b>+40</b>
	SAE 20W-40	<b>-15</b>	<b>+50</b>
	SAE 30	<b>0</b>	<b>+40</b>
	SAE 40	<b>+5</b>	<b>+50</b>
Альтернативные масла в соответствии с API			
	API CF-4		
	API SG		
	API CE		

Выбор масла основан на максимальной ожидаемой рабочей температуре. Уровень эксплуатационных свойств всесезонных масел (SAE 15W-40 and 10W-30) ограничен категорией API CF-4.

### 3. Оценка результатов анализов масла

При прохождении плавательной практики на т/х «Sierra Laurel» нами были собраны анализы масла со всех механизмов на борту судна. Данные отчеты охватывают период с 2014 по 2019 годы [2]. В 2014 году компания приобрела данное судно, поэтому информация до 2014 года отсутствует.

Наиболее интересными из отчетов являются анализы дизель-генераторов из-за выбора судовладельцем типа масла. Из всех возможных типов масла из карты смазки только один использовался все время – SAE 15W-40.

Многую были проанализированы данные этих отчетов и создана база данных. Результаты обработки данных представлены в таблице 4 и в виде графиков (рисунки 1 – 3).

Таблица 4 – Анализы масла

Наработка масла, час.	Кинематическая вязкость, cSt at 100 oC	Продукты загрязнения, %	Температура вспышки
5	13,9	0	233
15	13,77	0	224
118	13,66	0,1	230
146	13,6	0,1	219
155	13,5	0,1	220
163	13,5	0,1	205
310	13,2	0,1	222
363	13,2	0,1	234
526	13	0,1	218
720	12,8	0,2	228
749	12,51	0,3	235
932	12,3	0,4	218
956	11,9	0,4	207
978	11,88	0,5	230
987	11,42	1,1	217

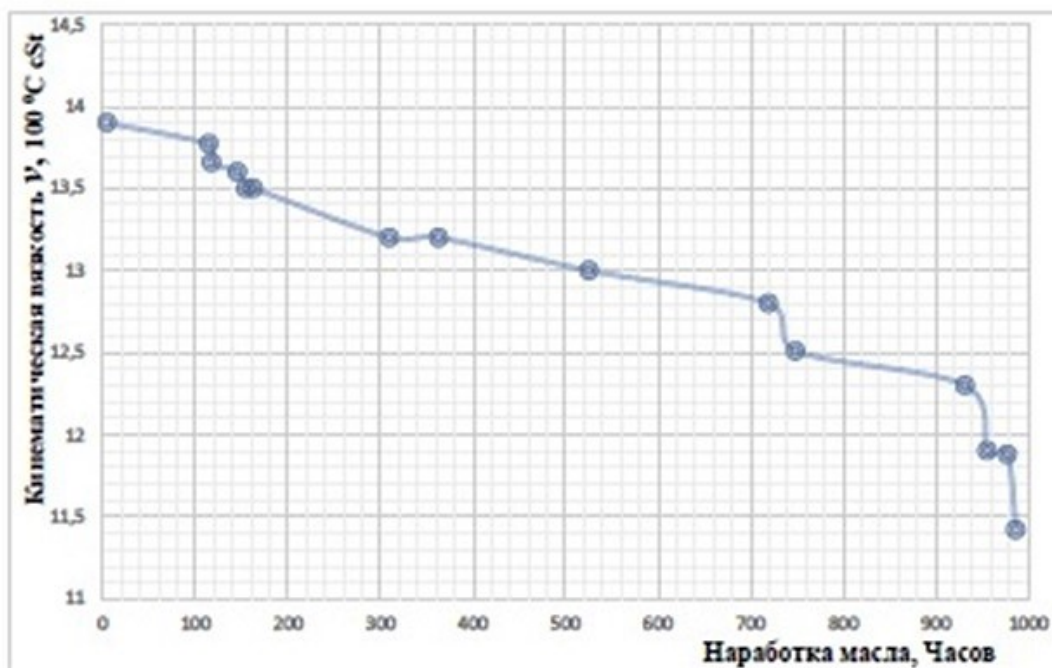


Рисунок 1 – Изменение вязкости в зависимости от наработки масла

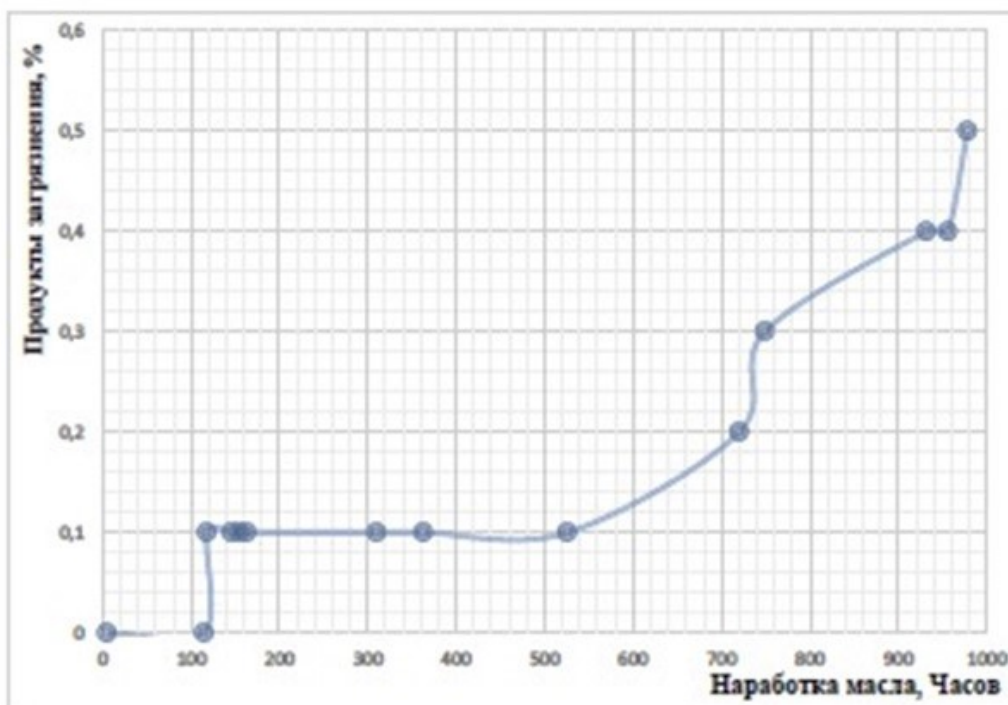


Рисунок 2 – Изменение содержания продуктов загрязнения в зависимости от наработки масла

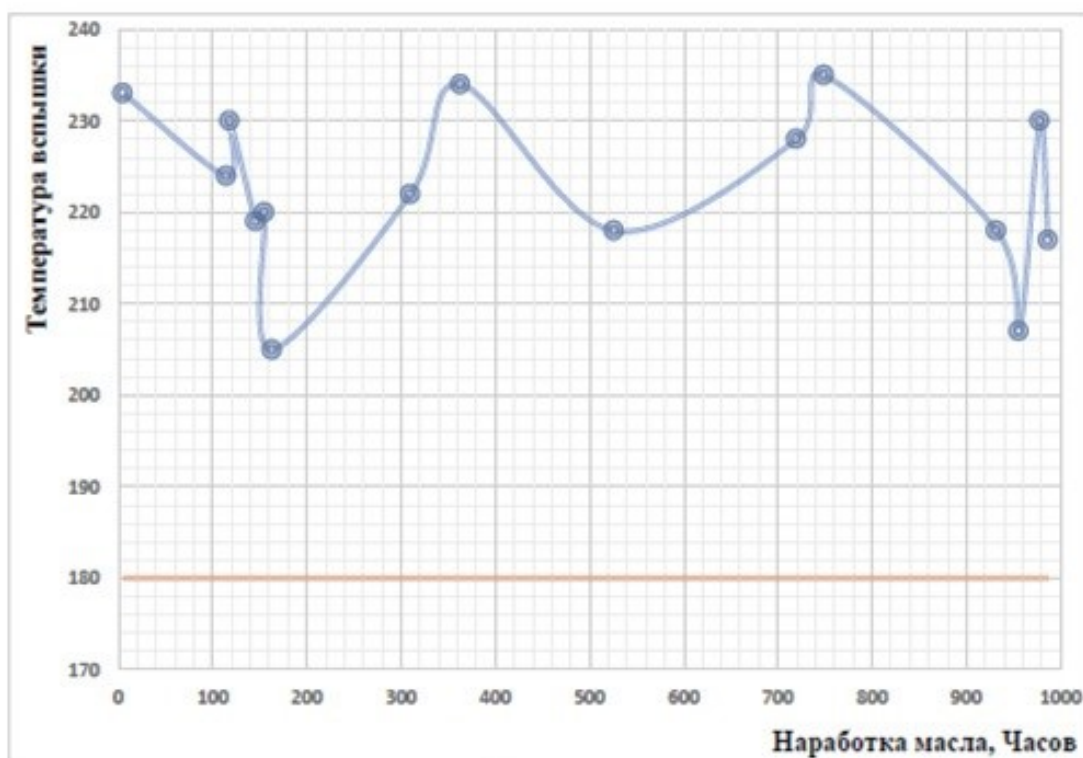


Рисунок 3 – Изменение температуры вспышки в зависимости от наработки масла

#### 4. Браковочные показатели масла фирмы Caterpillar

Компания Caterpillar разработала средство оптимизации технического обслуживания и ремонта, которое позволяет оценить состояние работающего масла и выявить первые признаки износа внутренних частей. Для исследования свойств масла компания Caterpillar использует так называемый анализ масла по программе SOS (scheduled oil sample).

Анализ состояния масла используется для определения степени ухудшения свойств масла. Проводятся проверки окисления, сульфатирования и вязкости масла. Цель – определить, выработало ли масло свой ресурс.

Превышение диапазона значений одного и более показателей, установленных рекомендациями, свидетельствует о серьезном ухудшении качества масла или скором отказе компонента [11]. Данные показатели приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Браковочные показатели масла

Параметр	Показатель
Содержание воды	Не более 0,5 %
Разбавление топливом	
Кинематическая вязкость по стандарту ASTM D445 при 100 0C	Переход в следующий класс SAE относительно вязкости свежего масла
Щелочное число	Не менее половины от исходного

#### 5. Изменение вязкости в эксплуатации

Работающее в дизеле масло непрерывно изменяется под действием высокой температуры, окружающей среды, внешних загрязнений, катализаторов (продуктов износа металлических поверхностей), механических нагрузок. Совокупность процессов, вызывающая изменение свойств масла, называется старением [3].

Для удобства процессы старения масла, которые влияют на вязкость, делят на несколько основных процессов. К ним относят: окисление, термическое разложение углеводов, испарение легких фракций, загрязнение масла, разжижение масла топливом, истощение присадок.

Теперь проведем краткий анализ, как конкретный процесс влияет на вязкость.

В результате окисления меняются физико-химические свойства масла. Его вязкость и коррозионная активность растут. Рост вязкости происходит по мере выработки антиокислительной присадки. Помимо окисления на состав и свойства (рост вязкости) влияет испарение, термоокисление и термическое разложение углеводов.

Испарение наиболее легких фракций базового масла при работе на режимах высокой нагрузки и температур вызывает малый рост вязкости. Продукты высокотемпературного окисления также вызывают незначительный рост вязкости.

Загрязнение происходит за счет накопления в масле продуктов окисления, продуктов неполного сгорания топлива, содержащейся в воздухе пыли и продуктов износа трущихся деталей. Данный процесс ведет к росту вязкости.

В процессе расходования присадок масло теряет свойства, которые дают эти присадки. Например, выработка антиокислительной присадки вызывает рост вязкости. Снижение эффективности детергентов-дисперсантов и щелочного числа сопровождаются значительным ускорением образования отложений на деталях и ускоренному износу ЦПГ.

Разжижение масла топливом ускоряет старение масла и может грозить даже аварией дизеля. Снижение вязкости масла, вызванное попаданием топлива (около 6-8 %), способно нарушить гидродинамический режим смазки подшипников, привести к перегреву и задирам. Подобный отказ может сопровождаться поломкой коленвала или взрывом в картере. При меньшем содержании топлива (3-4 %) идет увеличение скорости износа колец на 25-30 %. Разжижение топливом не всегда можно определить по изменению вязкости, т.к. вязкость может одновременно расти из-за загрязнения и продуктов окисления. Поэтому крайне важно контролировать температуру вспышки. По рисунку 1.3 видно, что температура вспышки не превышает минимальную, что позволяет исключить вероятность влияния топлива на падение вязкости.

Несмотря на значительное количество факторов, из-за которых вязкость должна возрастать, она снижается. Разжижение топливом можно исключить, так как температура вспышки не опускается до опасных значений.

## **6. Анализ причин снижения вязкости масла**

### **6.1. Процесс производства базового масла**

Современные масла представляют собой базовое масло и химические присадки. Базовое масло имеет ряд функций, главная из них – это смазка, она обеспечивает слой жидкости, разделяющий движущиеся поверхности, отводит тепло и абразивные частицы при поддержании минимального трения. Многие свойства масел усиливаются или добавляются введением присадок к базовому маслу. Базовое масло также выполняет роль носителя для этих присадок и кроме того, должно быть способным удерживать присадки в растворе масла при рабочих условиях [1].

Значительное количество базовых масел производится при рафинировании сырой нефти. Это значит, что сырая нефть нагревается, чтобы можно было отделить различные дистилляты.

В процессе нагрева легкие и тяжелые гидрокарбонаты разделяются – легкие фракции могут быть очищены для создания бензина и других топлив, в то время как наиболее тяжелые пригодны для битума и базовых масел.

Сырая нефть представляет собой сложную смесь органических веществ, разделяющихся по размеру от простых газообразных молекул, как метан, до высокомолекулярных асфальтенов. Очевидно, только некоторые составляющие сырой нефти пригодны для базовых масел [4].

Существует огромное количество сырой нефти по всему миру, которая используется для приготовления базовых масел. Наиболее распространенный тип — это парафиновая сырая нефть, также есть нафтеновые сырые нефти, из которых получают продукты с лучшей растворимостью и крайне хорошими свойствами при низкой температуре.

Различные типы базовых масел создаются при рафинировании. Масла с разной вязкостью или химическими свойствами нужны для различных задач.

## 6.2. Классификация базовых масел

В 1993 году Американский институт нефти (API) разделил базовые масла на пять категорий, которые определяются уровнем очистки, уровнем серы и индексом вязкости.

Таблица 6 – Классификация базовых масел

Группа	Процесс производства	Уровень очистки	Уровень серы	Индекс вязкости
I	Очистка растворителем	< 90 %	> 0.03 %	80 – 120
II	Гидрокрекинг	> 90 %	< 0.03 %	80 – 120
III	Депарафинизация	> 90 %	< 0.03 %	> 120
IV	Синтезирование	100 % PAOs (Поле-Альфа-Олефины)		
V	Как указано	Нафтеновые масла и сложные эфиры, не попавшие в другие группы		

Первые три группы рафинированы из сырой нефти, они являются минеральными маслами. Группы IV и V – синтетические масла.

## 6.3 Модификаторы вязкости

Одним из важнейших факторов является вязкость жидкости при различных температурах. Индекс вязкости (ИВ) подходит для широкого использования для различных масел, оценивая изменение вязкости от температуры. ИВ определяет взаимосвязь вязкости и температуры. Вязкость масел с низким ИВ значительно меняется с температурой. Вязкость масел с высоким ИВ меняется намного меньше с температурой.

ИВ как минеральных, так и синтетических базовых масел может быть улучшен добавлением полимерных модификаторов вязкости (МВ). ИВ улучшается с помощью МВ за счет того, что полимерные молекулы увеличивают свой размер с ростом температуры.

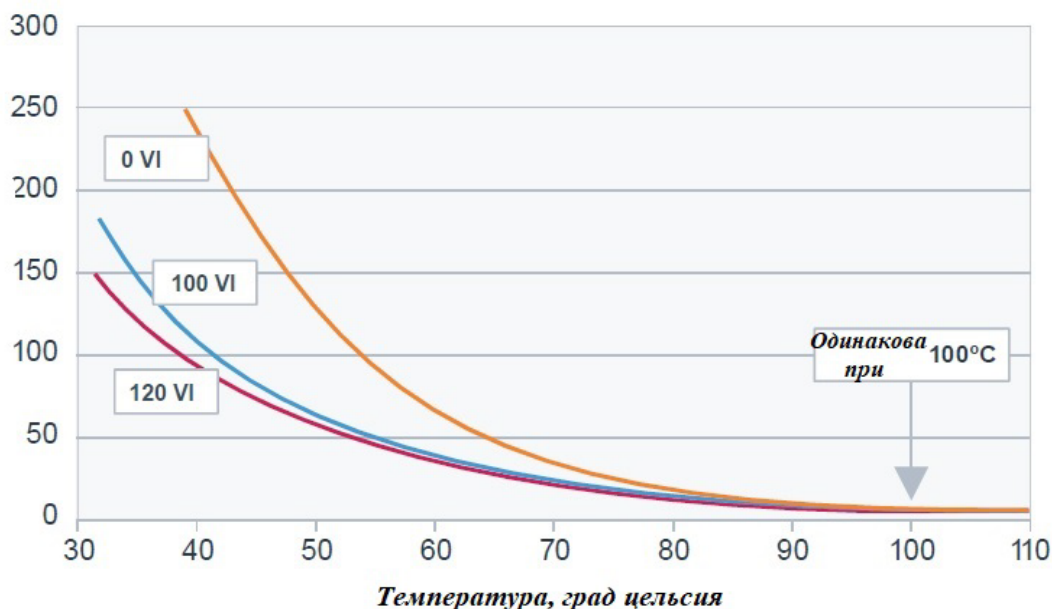


Рисунок 6 – Взаимосвязь индекса вязкости и температуры

Механизм того, как полимеры улучшают ИВ, состоит в том, что полимеры увеличивают вязкость жидкости пропорционально больше при высокой температуре и ниже при низкой из-за расширения спиралей полимеров с ростом температуры (рисунок 7).

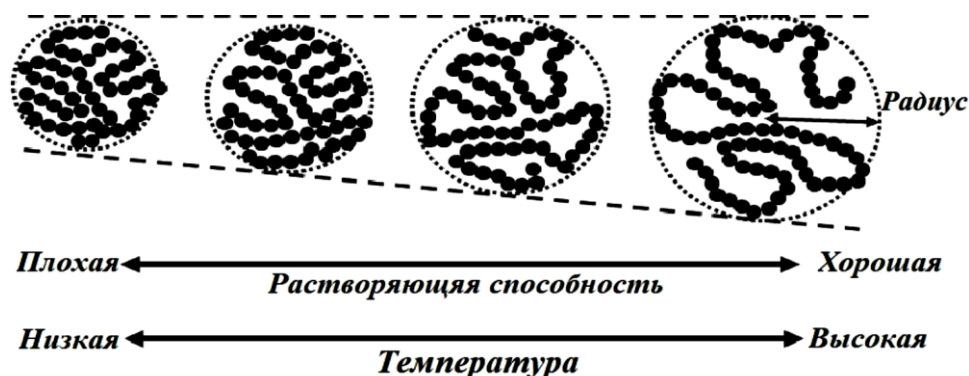


Рисунок 7 – Принцип действия модификаторов вязкости

Другими словами – модификаторы вязкости используются, чтобы снизить влияние температуры на вязкость масла.

Материалы, которые используются для увеличителей индекса вязкости, включают полиметакрилаты, полиизобутилен, радиальные полимеры и сополимер-олефины. Объем большего числа модификаторов вязкости полностью зависит от температуры.

#### 6.4. Причины потери вязкости

К сожалению, модификаторы индекса вязкости имеют некоторые недостатки. Главный недостаток заключается в том, что они крайне чувствительны к механической деструкции. Как только присадка несколько раз разорвана, она теряет способность создавать более вязкую жидкость при высокой температуре. Полимеры с большой молекулярной массой являются лучшими загустителями, но имеют меньшее сопротивление к механической деструкции.

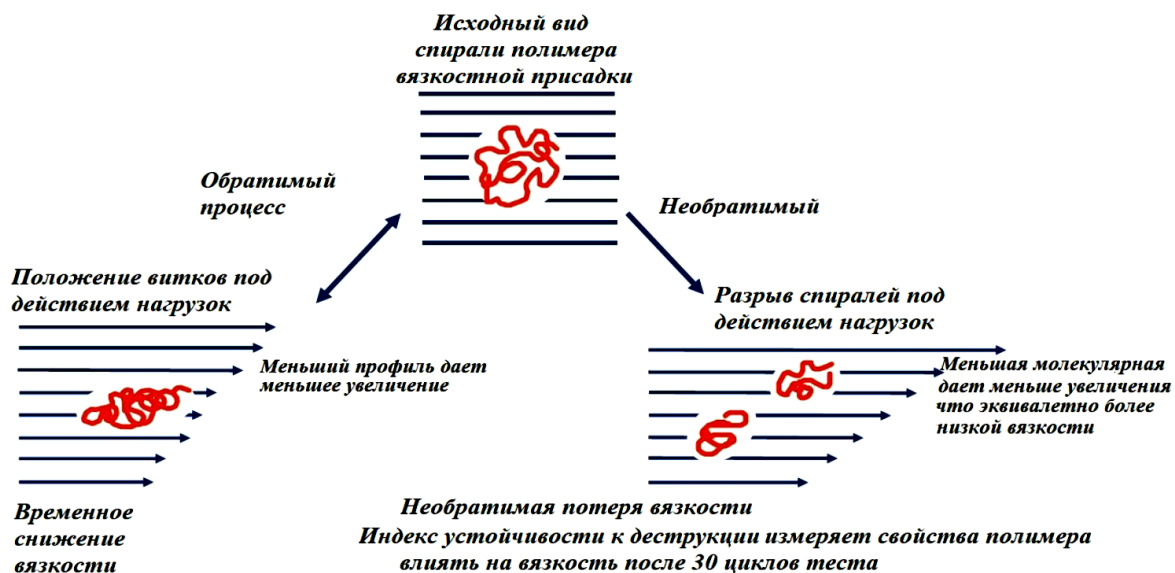


Рисунок 8 – Причина потери вязкости

Индекс устойчивости к деструкции (ИУД) определяет потерю полимерами влияния на кинематическую вязкость после 30 циклов Курта Орбана. Чем выше ИУД, тем значительнее потеря вязкости после разрыва полимеров. ИУД обычно измеряется, чтобы показать поведение полимера в масле. ИУД зависит от химии полимера, молекулярной геометрии и молекулярной массы.



### 6.5. Влияние потери вязкости на двигатель

Чтобы описать природу вязкости и трения, проанализируем диаграмму Герси-Штрибека. Первая зона – это граничное смазывание, вторая – смешанное и третья – гидродинамическое смазывание. Втулка и поршневое кольцо работают в зоне смешанного смазывания.

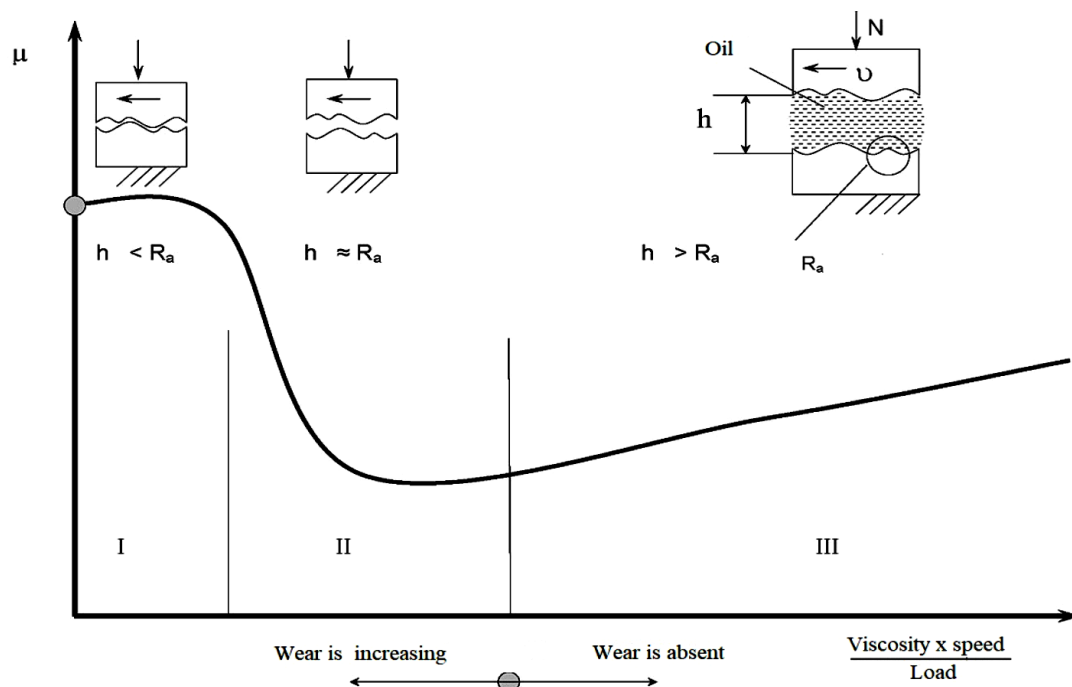


Рисунок 9 – Диаграмма Герси-Штрибека

Очевидно, что лучшим для двигателя является гидродинамическое смазывание. Это подразумевает, что две скользящие поверхности разделены слоем масла. Отсутствие износа достигается препятствием прямому контакту между поверхностями. Данный режим пригоден для рамовых подшипников и ротора турбины.

Использование необходимой вязкости для двигателя и температуры, нагрузки обеспечивает создание слоя масла между вращающимися поверхностями. Оптимальный слой жидкости достаточен, чтобы позволить вращающимся элементам работать без контакта металла с металлом и с минимальным трением. Моторное масло может влиять негативно, если вязкость выбрана неверно.

Если вязкость мала, это может вызвать смешанное или граничное трение с износом поверхностей и выработкой тепла. С другой стороны, высокая вязкость препятствует контакту металла с металлом, но генерирует избыточную теплоту и потерю мощности на преодоление масляной пленки.

### 7. Обобщение результатов анализов и рекомендации по выбору масла

Из проанализированных данных следует, что масло вырабатывает свой ресурс быстрее, чем это установлено нормативной документацией. Вязкость достигает браковочного значения раньше, чем установленный ресурс работы масла, который был отражен в карте смазки.

Фактически, переход в следующий класс вязкости по SAE достигается уже при превышении 700 часов наработки, в то время как установленный ресурс – 1000 часов. Т. е. по факту масло не вырабатывает установленный ресурс, и требуется более ранняя его замена. Данный факт ведет к более высоким эксплуатационным затратам.

Учитывая, что температура в машинно-котельном отделении редко опускается ниже +20 градусов, наиболее правильно будет использовать незагущенные масла класса вязкости SAE 40 с соответствующим уровнем эксплуатационных свойств. Например, Shell Gadinia SAE 40 или M-14-D2 (цл20).

## 8. Выводы

Выполненный анализ эффективности маслоиспользования в судовых дизель-генераторах Caterpillar 3512 позволил установить следующее.

1. Применение всесезонных масел класса вязкости SAE 15W-40 является неоправданным, т. к. они являются более дорогими чем незагущенные аналоги SAE 40, а также ресурс их работы меньше, чем это установлено требованиями инструкции завода изготовителя (1000 часов).
2. В результате выполненного анализа установлена основная причина снижения вязкости всесезонных масел класса вязкости SAE 15W-40 в процессе эксплуатации. Она обусловлена термической и механической деструкцией вязкостных (загущающих) присадок.
3. Установлено, что поскольку незагущенные масла не имеют вязкостных присадок, то они по этой причине не имеют предпосылок для уменьшения вязкости и снижения ресурса их работы. Следовательно, не будут возникать предпосылки и угрозы для повышенного износа трущихся деталей двигателя.

## Список литературы

1. Caterpillar 3512 operating manual (Описание особенности конструкции двигателя, порядок разборки, периодичность обслуживания).
2. Микутенко Ю.А., Шкаренко В.А., Резников В.Д. Смазочные системы дизелей / под общ. ред. Ю.А. Микутенка. – Л.: Машиностроение, 1986. – 125 с.
3. Презентация компании «Infineum» «Viscosity and Viscosity Modifiers» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [InfineumInsight.com/Learn](https://InfineumInsight.com/Learn)
4. Возницкий И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Учебное пособие. – М.: Моркнига, 2008. – 282 с.
5. Анализы масла (Анализы, сделанные лабораторией фирмы Lubmarine на основе образцов масла с судна с 2014 по 2019).
6. Молоков Н.С., Кича Г.П., Тарасов М.И. Моделирование влияния индекса производительности центробежного сепаратора смазочной системы на изнашивание судового дизеля // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 4-3(54). – С. 79-85.
7. Тарасов В.В., Соболенко А.Н. Влияние эксплуатационных свойств регенерированного моторного масла на изнашивание судового дизеля при его работе на разных сортах топлива. // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2019. – № 4. – С. 71-81.
8. Соболенко А.Н., Тарасов В.В., Тарасов М.С. Браковочные показатели регенерированного в установке «РУМС-1» и свежего моторных масел. // Вестник Инженерной школы Дальневост. федерал. ун-та. – 2021. – № 2 (47). – С. 29-35.
9. Соболенко А.Н., Тарасов В.В. Эффективность регенерации отработанного моторного масла в зависимости от параметров процесса // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2020. – № 3(393). – С. 5-16.
10. Тарасов В.В., Соболенко А.Н., Тарасов М.И. Эффективность применения регенерированного моторного масла легированного присадками в судовых дизелях разной форсировки // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 1 (47). Т. 2. – С. 116-122.
11. Тарасов В.В., Соболенко А.Н. Рекомендации по глубине очистки от механических примесей регенерированных моторных масел разных эксплуатационных групп // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4 (42). Т. 5. – С. 110-113.

*Поступила в редакцию 22.06.2023 г.*

**Выбор оптимальной технологии глубокой очистки  
некоторых видов нефтесодержащих вод  
судовой энергетической установки**

Дарменко Александр Васильевич, Darmenko@msun.ru  
Тарасов Максим Игоревич, Nadezkin@msun.ru  
Грушецкий Марк Брониславович, Mark16062101@mail.ru

МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

*В статье произведен предварительный выбор технологии глубокой очистки нефтесодержащих вод, полученных при эксплуатации судовой энергетической установки, в которых загрязняющим веществом являются нефтепродукты в суммарной концентрации до 10 мг/л, в виде высокодисперсной эмульсии и раствора.*

**Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, нефтесодержащие воды, технологии глубокой очистки, оценка повторного использования.

**Selection of the optimal technology for deep purification  
of some types of oily waters of a ship power plant**

Darmenko Alexander V., Darmenko@msun.ru  
Tarasov Maxim I., Nadezkin@msun.ru  
Grushetskii Mark B., Mark16062101@mail.ru

MSU named after adm. G.I. Nevelskoy, Vladivostok

*A preliminary choice is made of the technology for deep purification of oily waters obtained during the operation of a ship power plant, in which the pollutant is oil products in a total concentration of up to 10 mg/l, in the form of a highly dispersed emulsion and solution.*

**Keywords:** ship power plant, oily waters, deep cleaning technologies, reuse assessment.

При эксплуатации судна и судовой энергетической установки (СЭУ) образуются значительные объёмы нефтесодержащих вод (НСВ). Источниками нефтепродуктов (НП) в таких водах являются топливо двигателей внутреннего сгорания и котельных установок, смазочные масла турбин, смазка механизмов и насосов, рабочие жидкости гидравлических систем.

При таком разнообразии источников НСВ их условно можно разделить на две группы.

Группа А. Льяльные воды, содержащие всю гамму НП, используемых на судне. В состав НП, содержащихся в этой группе НСВ, входят 70-80% топлива и 20-30% масла. Средняя концентрация НП для судов с дизельной энергетической установкой составляет 2000 мг/л. Для судов с паротурбинной установкой – 1500 мг/л. Нефтепродукты, в основном, содержатся в виде грубо- и мелкодисперсных эмульсий. Водная основа НСВ состоит из морской и пресной воды, содержащей поверхностно-активные вещества и значительное количество взвешенных веществ (продукты коррозии, частицы краски, изоляции и т. п.).

Группа Б. Эти НСВ содержат только пресную воду с невысокой общей концентрацией НП, 2-10 мг/л в виде высокодисперсной эмульсии и, соответственно, со значительной долей растворенных нефтепродуктов, представляющих, в основном, легкие и светлые сорта нефтепродуктов.

Для льяльных вод, количество которых на судах в зависимости от водоизмещения составляет от 0,5 до 50 м<sup>3</sup> в сутки, необходима постоянная (периодическая) их очистка перед

сбросом за борт, в соответствии с требованиями международных и национальных правил. Для этого разработаны соответствующие сертифицированные установки, использующие, чаще всего, метод коалесценции.

К НСВ группы Б относятся «грязные» конденсаты, где пар в процессе работы соприкасается с маслом (уплотнения подшипников скольжения турбин, турбогенераторов), подогреватели топлива котельных установок и т. п. Обычно эта вода поступает в сборник «грязных» конденсатов или в «теплый ящик», туда же поступают практически чистые конденсаты от водо-, топливоподогревателей, в результате получается пресная вода с загрязнением в виде нефтепродуктов (в основном, растворенных).

На судах вода после очистки (отстаивание, коалесценция и фильтрация в «теплых ящиках») может быть использована для питания только вспомогательных газотрубных котлов, если обеспечена концентрация нефтепродуктов не более 3 мг/л, чего очень сложно достигнуть на таком аппарате как «теплый ящик», потому эта практически чистая вода не используется в судовой энергетической установке.

Обычно транспортные суда имеют небольшое количество НСВ типа Б, но на судах с паротурбинной установкой или нефтяных танкерах, где имеется развитая паровая система для выполнения различных видов операций с грузом, объём таких вод значителен, и поэтому их повторное использование для генерации пара приведет к значительной экономии энергии, необходимой для получения пресной воды. Однако вспомогательные и главные котельные установки требуют питательную воду с полным отсутствием нефтепродуктов. Таким образом, для удаления НП в высокодиспергированном (тонкоэмульгированном) и растворенном виде все применяемые в настоящее время способы, использующиеся для очистки льяльных вод, непригодны.

Однако в настоящее время существуют технологии обработки воды с глубокой, либо полной, очисткой воды от нефтепродуктов.

1. Адсорбция – удаление невысоких концентраций эмульгированных и растворенных нефтепродуктов можно осуществить при помощи активированного угля, который является одним из самых дешевых адсорбентов. К достоинствам метода относятся:

- глубокая степень очистки от НП;
- дезодорирование и снижение цветности воды.

Однако ряд недостатков не позволяет использовать этот метод на судах. К таковым относятся:

- потребность в адсорбенте;
- наличие специальной фильтровальной установка;
- сложность регенерации адсорбента и малое число циклов регенерации.

2. Ультрафиолетовое облучение – деструктивное воздействие ультрафиолетового излучения на органические вещества.

Достоинства метода:

- обеззараживание;
- дезодорирование;
- снижение цветности воды.

Недостатки метода:

- потребность в специализированном оборудовании;
- необходимость обеспечить прозрачность рабочих участков установки;
- отсутствие надежных результатов по применению этого метода для обработки НСВ, где нефтепродукты находятся в виде эмульсий.

3. Озонирование – окисление растворенных органических веществ, в том числе нефтепродуктов, атомарным кислородом, образующимся при распаде молекулы озона.

Достоинства метода:

- дезодорирование;
- обеззараживание;
- снижение цветности воды;
- возможность полной автоматизации.

Недостатки метода:

- потребность в специальном оборудовании для получения озона;

- озонированная вода обладает высокими коррозионными свойствами: окислению подвергаются металлы (углеродистые стали, медь и т. д.), разрушаются некоторые другие материалы (резина, эбонит);
- наличие специального помещения для установки оборудования.

4. Электрохимические методы. В основе лежит электролиз веществ, то есть химические превращения с использованием электрической энергии. Наиболее используемый метод – электрохимическая коагуляция, при которой гидроокиси металлов получают в результате растворения анода и дальнейшего гидролиза, перешедших в раствор ионов металла анода.

Достоинства метода:

- не требуется дорогостоящее оборудование и реагенты.

Недостатки метода:

- необходимость в специальной установке и расходных материалах для электродов;
- попадание в воду окислов металла (взвеси вещества);
- необходимость фильтрации воды;
- получение в виде отходов обводненного осадка;
- водород, выделившийся в результате электролиза, может быть взрывоопасен.

5. Жидкофазное окисление – окисление органических веществ кислородом воздуха в воде при высокой температуре и давлении.

Достоинства:

- не требуются реагенты и специальная аппаратура, необходимая для получения озона или ультрафиолетового излучения;
- полное окисление нефтепродуктов и других органических веществ;
- полное обеззараживание, обесцвечивание и дезодорирование воды;
- относительная простота аппаратного исполнения установки жидкофазного окисления.

### **Выводы**

Таким образом, наиболее оптимальным методом глубокой очистки пресных НСВ, содержащих высокодиспергированные и растворенные нефтепродукты, в суммарной концентрации до 10 мг/л для специфических судовых условий, можно считать метод жидкофазного окисления.

Ранее экспериментальные исследования по термической обработке нефтесодержащих сточных вод выполнялись на производственных стоках судоремонтного завода, в состав которых входили нефтепродукты. Были получены положительные результаты по значительному их снижению, однако необходимы дальнейшие исследования на судовых нефтесодержащих водах.

### **Список литературы**

1. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. – 264 с.
2. Сень Л.И., Пермяков В.В., Ильяшенко Н.Г., Воронов В.И., Лысенко Л.В., Дарменко А.В. Термическая обработка морских и сточных вод для парогенераторных установок // Теплообмен и гидрогазодинамика при кипении и конденсации. Материалы 21 Сибирского теплофизического семинара, октябрь, 1978. – Новосибирск, 1979. – 428 с.
3. Молоков Н.С., Кича Г.П., Тарасов М.И. Моделирование влияния индекса производительности центробежного сепаратора смазочной системы на изнашивание судового дизеля // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 4-3(54). – С. 79-85.
4. Дарменко А.В., Карастелев Б.Я., Пермяков В.В. Исследование термической деструкции органических компонентов сточных вод // Материалы 4 всесоюзной конф. «Пробл научн. исслед. в области изуч. и освоения Мирового Океана». – Владивосток, 1983. – С. 51-53.
5. Дарменко А.В., Остренко С.А., Пермяков В.В., Карастелев Б.Я., Селютина Л.Д. Экспериментальное исследование термической очистки сточных вод СРЗ // Материалы Всесоюзн. научн.-техн. конф. «Вопросы обеспечения охр. окр. среды при эксплуатации судов и рекуперации втор. ресурсов на предпр. отрасли». – Л.: Судостроение, 1986. – С. 80-85.

*Поступила в редакцию 07.06.2023 г.*

## **Подготовка обучающихся к эксплуатации судовой энергетической установки с системой Азипод**

Панасенко Андрей Александрович, канд. техн. наук, доцент, AAPanasenko@msun.ru  
Коршунова Зинаида Васильевна, доцент, tzv45@mail.ru

МГУ им. адм. Г. И. Невельского, Владивосток

*В статье рассматривается использование системы Азипод, ее конструкция, высокие динамические характеристики, оптимальное расположение компонентов, уменьшение количества механических передач, что способствует ослаблению давления на судовые металлические структуры и освобождению значительно полезного объема на судне, а также преимущества и недостатки основных элементов установки.*

**Ключевые слова:** гребной винт, судовой двигатель, энергетическая установка, динамическое позиционирование, кормовое подруливающее устройство.

### **Cadets` learning the operation of the ship`s power plant with Azipod**

Panasenko Andrey, PhD, AAPanasenko@msun.ru  
Korshunova Zinaida, tzv45@mail.ru

MSU named after adm. G.I. Nevelskoy, Vladivostok

*The Azipod System, it`s construction, high dynamic characteristics, optimal location, reduction of mechanical components, the length of the hull are considered, promoting useful volume of space for cargo, weakening the pressure on metal structures, increase of redundancy and maneuverability; ship`s reliability and safety; some advantages and disadvantages of the main components of the electrical installation.*

**Keywords:** propeller, vessel engine, power plant, dynamic positioning, stern thrusters.

The present article is presented with the aim of informing cadets – future electrical engineers on the ship`s equipment, involving Azipod as a part of a power plant.

One of the criterions of cadet`s competence evaluation is his knowledge to explain electrical and electronic systems and controlling systems with the help of regulations and diagrams and also to understand theoretical aspects and then to master professional knowledge and to gain practical skills [9-11].

Professional English has been and remains one of the most important aspects of work for a technical university and is widely used at our Maritime State University named after G.I. Nevelskoy in the training of future marine specialists, in particular, a future Ship Electrical Engineer. At special lessons and professional English classes the topics of servicing both auxiliary mechanisms and the main ship`s power system are discussed, what requires the practical knowledge of new terms, phrases, text comprehension and reading diagrams.

So the suggested material of the application of the new Azipod Concept in the English language will be of great help to study and understand the modern electrical submerged installation and interaction with other electrical systems on the ship in English. Let's focus on the role of construction, characteristics and other aspects. In 1987, specialists from ABB (Asea Brown Boveri Ltd.) proposed a new power plant (Finnish patent FI76977), called Azipod (Azimuthing Podded Drive) - an azimuth gondola-type propulsion drive. Figure 1 shows a diagram of the Azipod system, for which ABB received a patent of the Russian Federation [1].

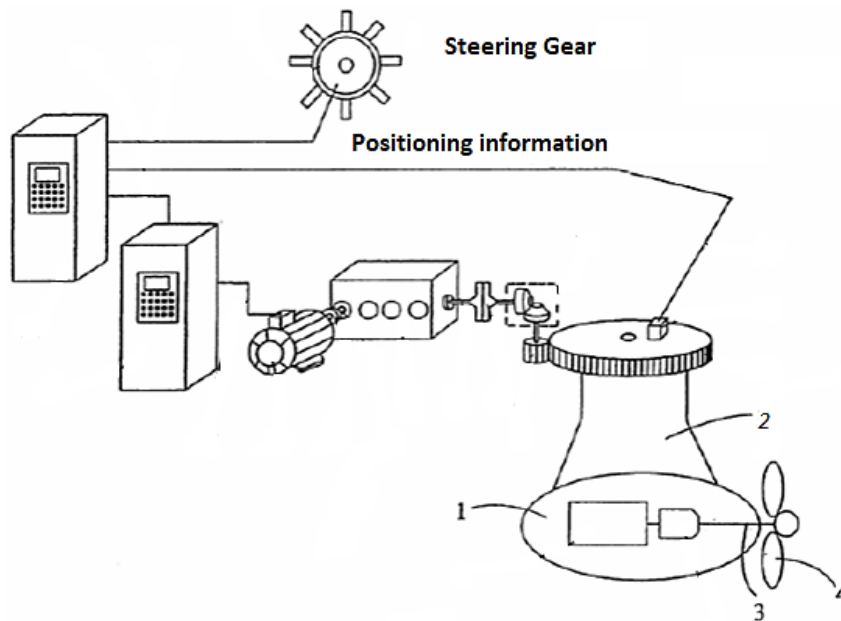


Figure 1 – Diagram of the Azipod system

In this installation, the propulsion motor is placed in a hermetic pod 1. The shaft line 3, on which the rotor of the electric motor is mounted, is brought out from the pod through a hermetic seal. A propeller 4 is fixed at the end of the shafting. In the upper part, a vertical shaft 2 is welded to the pod which forms a single structure with the pod. Both of them are installed under the stern of the vessel in such a way that the open upper end of the shaft goes to the deck above the waterline. On this deck, the systems for the operation of the power plant are located. The diesel generator produces electricity, which is transmitted through cable connections to the electric motor. The electric motor that provides rotation of the propeller is located in a special pod. The screw is on a horizontal axis, the number of mechanical gears is reduced as a result, the maximum propulsion coefficient is achieved. The rudder propeller has a turning angle of up to  $360^{\circ}$ , which significantly increases the ship handling.

The CRP Azipod (contra-rotating propeller) installation provides increased maneuverability and redundancy compared with traditional twin-shaft power plants. The second shaft line and the stern thruster become unnecessary –due to an increase of useful volume on the ship. In addition, CRP Azipod improves efficiency of the propulsion power unit (PPU), the required power of the PPU is reduced by 10% - 15%. ABB is a leader in the development of Azipod systems, but many foreign firms: Siemens, Chattle, Aquamaster, Mermaid and others are developing similar propulsion systems. Siemens and Schottel jointly created a gondola unit with two propellers on the face sides of a pod and rotating in opposite directions. A synchronous electric motor with permanent magnets is used as a drive motor. In general, the efficiency of the developed propulsion plant is increased by 10% due to the use of two propellers and a permanent magnet motor.

The whole installation, in addition to the actual elements of azipod system, includes a frequency converter, power plant (generators and power distribution system) and automation and remote control systems for each of the listed elements (Fig. 2). The Azipod helical steering column consists of a high-torque electric motor located in a separate pod housing (Fig. 1, 2) The propeller is mounted directly on the shaft of the electric motor, which made it possible to transfer torque from the engine directly to the propeller, by passing intermediate shafts or gearboxes. Electricity for azipod is supplied from the ship's power plant using flexible cables.

The absence of the intermediate elements of the propulsive system allowed to prevent the energy losses that occur in them during the transmitting it from the engine shaft to the propeller. The installation is fixed outside the vessel's hull by means of a hinge mechanism and can rotate  $360^{\circ}$  around

a vertical axis, and hence provides better maneuverability of the vessel and higher speed compared with conventional propulsion systems. The turning system is hydraulic.

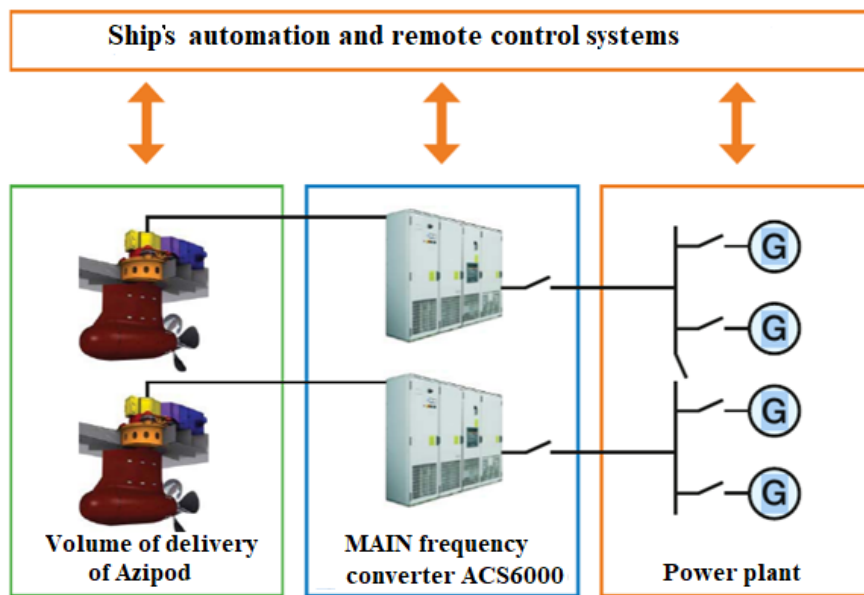


Figure 2 – The installation with the Azipod

Azipod propulsion systems are of great importance for using them on ice breakers and ice ships. One example of Azipod application is a double-acting tanker that in open water moves like any other cargo vessel but in ice she moves stern-forward like an icebreaker, for which the stern of such a vessel is equipped with an icebreaking reinforcement. Modern icebreaking ships, as a rule, have a full-width, closed-type navigating bridge. The consoles are mounted on the wings of the bridge what allows the captain simultaneously to control the modules and monitor the ship's surroundings at the same time, e.g. in complex operations such as mooring at a berth that is difficult to approach because of ice.



Figure 3 – Azipod propeller manual joysticks

The control console is usually equipped with workstation monitor, the means of communication, telegraph and joysticks for manual control of Azipod thrusters. With the help of joysticks (Fig. 3) the captain can change the speed of the ship, by increasing or decreasing the number of revolutions of the thrusters and set the desired rotation angle of the propulsion modules to change the propeller



thrust direction by turning joystick around its axis. The position of the modules is also monitored by special indicators near the joysticks.

Propulsion electric motors of alternating current have a number of characteristic features.:

1. Increased values of inductions and linear loads in order to reduce the dimensions and weights of the propulsion motors.
2. Enhanced ventilation for the possibility of increased use of active materials without the danger of overheating the electric motors. Since the greatest heat release occurs in electric motors when they are reversed, when their rotation speed is low, it is necessary to supply the engine cooling fans with separate, independent drives, the action of which does not depend on the speed of rotation of the propeller engine.
3. Higher-quality materials for reducing the weight of the electric motor and the value of losses in its active materials and its efficiency.
4. Especially reliable insulation, which guarantees its resistance against moisture and the action of various salts brought during engine cooling by air, taken from the upper deck with an open ventilation system.
5. Temperature indicators, thermocouples or temperature resistors, which are located in various parts of the propeller motors, subjected to the most significant heating during their operation. Increased ventilation in many cases can serve as a very effective means of electric motors, since, by increasing the performance of cooling fans, it is possible to increase significantly the efficiency of using copper and steel in an electric motor and, accordingly, to reduce its volume without going beyond the heating standards. This possibility is easily implemented, since the power consumption of ventilation by propulsion electric motors is generally insignificant and is expressed in tenths of a percent of the rated power.

Advantages of a synchronous motor:

1. Possibility of operation with a power factor equal to one. As a result, the dimensions of a synchronous motor are smaller than those of an induction motor.
2. Possibility to operate with a leading power factor allows to reduce the size of the main generators and switching equipment.
3. Synchronous motor can be made, unlike synchronous motors, for lower rotational speeds. In low-speed induction motors with increasing number of poles power factor becomes so small that the reactive power exceeds the active, so obtaining suitable characteristics of an induction motor is possible only at a certain number of poles.
4. A synchronous motor can be designed with a larger air gap than an induction motor can as the air gap is created with an exciting winding supplied by an independent current source, hence can be increased. A large air gap allows to increase the stator winding cross section, reduces material consumption of insulation, is subjected to more wear of bearing shells, improves ventilation of the motor, provides greater overload capacity.
5. A synchronous motor has a higher efficiency, less sensitivity to voltage fluctuations than an induction motor because the torque of a synchronous motor is proportional to the square of voltage, while the torque of a synchronous motor when constant exciting is proportional to the first degree of voltage.
6. A synchronous motor can develop higher power than a large induction motor because of the voltage increase on the contact rings that causes significant difficulties both in manufacturing and in operation..

Disadvantage of synchronous motors is the need of a direct current source to power the excitation.

Induction motors have the following advantages:

1. Simpler and more reliable design compared with the design of synchronous electric motors and d. c. electric motors, good overload capability.
2. Absence of an excitation winding and therefore no need of a direct current source.
3. Simplicity to maintain.

Disadvantages of induction motors:

1. Low power factor because of the increased reactive power consumed by the motor, the power and dimensions of generators increase, which lead to an increase in the cost of propulsion unit.
2. Low efficiency compared to that of synchronous motors.

3. Heavy weight and high cost of twin-cell electric motors.
4. Considerable losses in the rotor circuit of phase electric motors because of the large starting currents of squirrel cage motors and their large dimensions.
5. Difficult control, especially when maneuvering and reversing.

ABB specialists, who already have extensive experience in the practical development of modern PPU, use a closed-loop rotor for a PPU with a capacity of 5 MW and inductive motor (IM) with short circuited rotor, but for PPU of higher power they use synchronous motor (SM) with a brushless excitation system. The main advantage of synchronous PPU is a power factor equal to one. A two-link frequency converter based on an autonomous voltage inverter is usually used to regulate the rotational speed of the propeller motor shaft. The frequency converter consists of the following main blocks:

- autonomous voltage inverter;
- capacitive filter of the DC link;
- three - phase 12-pulse rectifier;
- control system.

The three-phase winding of the propulsion motor is connected to the output of an autonomous voltage inverter made according to a bridge circuit based on bipolar transistors with an isolated gate (IGBT - transistor), which converts a constant voltage at the input of an autonomous voltage inverter, into a pulse voltage of high frequency at the output. The autonomous voltage inverter receives power from the 12th rectifier.

Matching transformer, located on the power supply line of the panel of the main distribution board and frequency inverter of the propulsion electrical installation are designed for:

- ensuring the electromagnetic compatibility of the main switchboard and the frequency converter;
- formation of two three-phase voltage systems, required for operation of 12 pulse rectifier of frequency converter;
- conversion of the ship power plant voltage level into required level for the high power system (HPS);
- provision of galvanic isolation of the ship power plant and propulsion electric plant.

Consumers are powered from secondary winding of step-down three-phase transformer which primary winding is connected to the main switchboard (Fig. 4). Multi-pulse circuits are used at the equal power of convertors and electrical circuitry. This usually does not fully solve the problem of reducing the distortion of circuits' voltages. To suppress the highest harmonic voltages and for reactive power compensation, it is required to use additional filter-compensating devices, which significantly complicate the system and increase the cost.

The automation and remote control system is necessary to prevent accidents and optimize the installation parameters. Separately in this system, it is necessary to allocate a dynamic positioning system (DP). DP is an integrated control system designed to maintain the position and course of the vessel at an automatic level, with high accuracy, near maritime navigation hazards without the use of anchors or mooring ends, using only ship propulsion and active controls (thrusters).

All DP systems use the principle of mathematical modeling as the basis of the positioning function. The DP system contains a mathematical model or description of the dynamics of ship's movement, which is used to determine the position of the ship, its course, as well as movement. The use of this information, in combination with the processing of continuously incoming information from orientation systems and sensors, generates control signals to the power plant and the propulsion system, the thruster complex, with the help of which the total vector of external forces on the vessel (wind, current, waves) is compensated. The system always uses information from orientation systems following different physical principles – hydro acoustic, radio wave, satellite, electromechanical, laser-optical, etc. We may consider for sure the DP system to be a good example of an automatic closed-loop complex. The mathematical model possesses not only static data, but also an adaptive function. The DP system needs only about 30 minutes to fully adapt to environmental conditions and maneuverable characteristics of the vessel. After this period, the system will adapt to any change in the environmental conditions and characteristics of the vessel, as the helmsman adapts to the state of the sea. These 30 minutes of adaptation, should always be taken into account when starting the DP system, its use in certain conditions and under certain conditions.

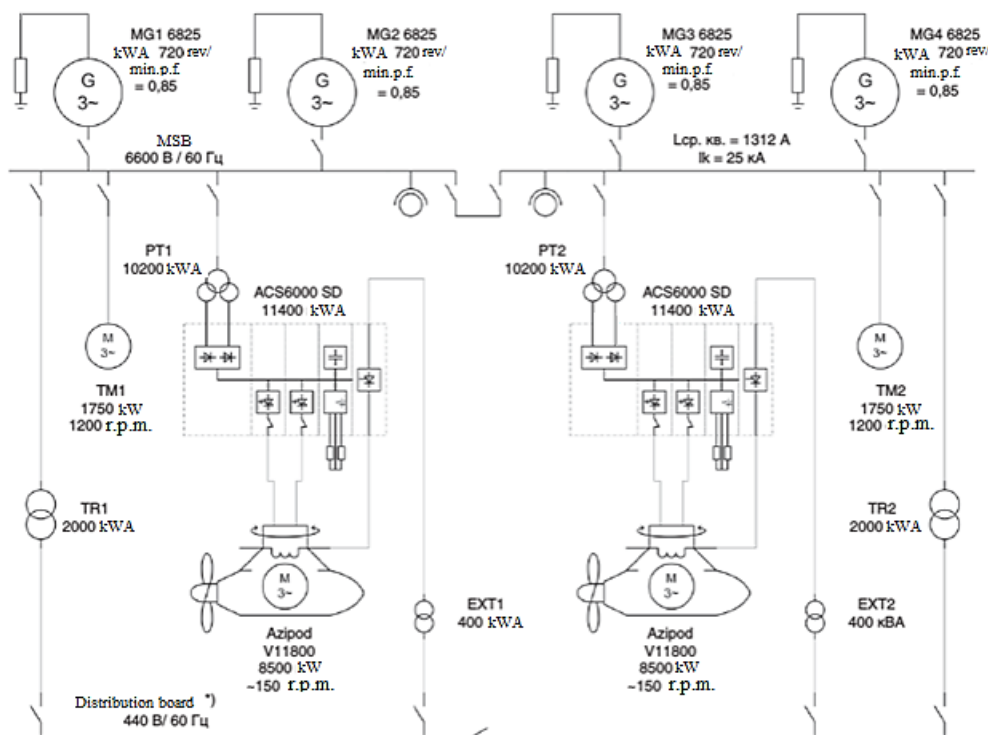


Figure 4 – Single-line diagram of electric power plant with Azipod thrusters

The DP system consists of the following elements:

1. A power supply system – which is voltage stabilizer and emergency power batteries, so called UPSU (Uninterruptible Power Supply Unit).
2. Propulsion and thruster complex (includes a s control system of engines and steering wheels).
3. Auxiliary systems (Orientation Systems), of 3 types:
  - Position control systems differential global positioning system (DGPS, etc.);
  - Course control system Gyrocompass;
  - Sensors such as wind sensor, vertical motion unit.
4. The control element of the system itself, consisting of an Operating computer, an Operating console and, in fact, the Operator's DP itself DP is a series of elements connected by a local Network led by a Central computer. It is necessary for the DP operator to be competent and able to maneuver the vessel both in DP mode and on manual control, which in case of an emergency can play a decisive role.

In order to be able to control the changing functions and to have readings of high quality of the ship's position and course, it is equipped with high-precision Gyrocompasses being those of the main of DP and various orientation systems.

For a complete and accurate analysis of the environment, the DP system needs the readings of the sensor system and sensors. One of an important sensor is an anemometer that measures the power and direction of the wind. It is logical to conclude that these data are used by the DP system to calculate and compensate, by a mathematical model, the effect of wind on the hull of the vessel. There is also the possibility of a sharp change in the power and direction of the wind, which can cause the loss of the vessel's position. Another environmental factor affecting the positioning of the vessel is the current which is defined by the chief processor on the base of gained data by the method of exclusion.

In order to effectively cope with its main and fundamentally main task: to keep the vessel in a given position and in a given direction, the vessel must have a propulsion and thruster complex capable of performing the tasks indicated in the maneuverability and technical characteristics of the vessel and her purpose.

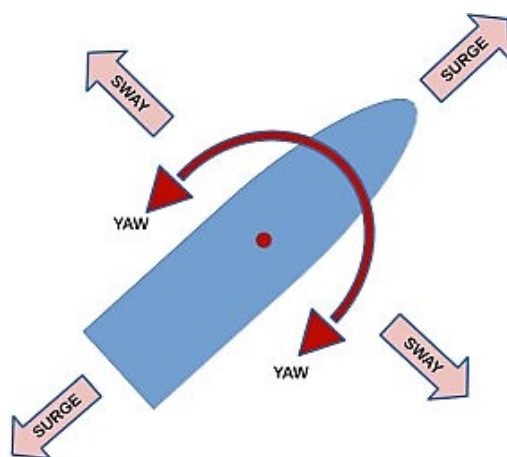


Figure 5 – Display of the screen on the bridge for the settings of the DP system

A necessary condition for the stable operation of the DP system is an uninterrupted power supply.

The above material offers a completely new approach to the design and construction of the machinery spaces. By optimal location of the main machinery components, it is possible either to reduce the ship's overall length and steel costs correspondingly, or to increase cargo area and also the cargo capacity. As for a shortened hull it means reduced stress on steel structures. The mentioned advantages can also be utilized to improve the ship's general safety margin.

The presentation of the material corresponds to the training program for cadets, in future - Electro Technical Officers, of practical activities on electric ships, equipped with azipods.

#### Sources used

1. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДНВ-78) с поправками (консолидированный текст) / отв. исполн. В. Я. Васильев. – Санкт-Петербург: АО «ЦНИИМФ», 2016. – 824 с.
2. Англ.-рус. словарь наиболее употребительных сокращений. – М.: Рус. яз., 1993.
3. Аннотирование и реферирование. – М.: Высшая школа, 1991.
4. Patent of the Russian Federation № 22234439, 08/20/2004 Aarnivuo Jussi. The drive system of the propeller of the a surface vessel and a way to ensure movement and control along the course.
5. Kuznetsov Viktor Ivanovich. Transformer-free unified electric power systems: dissertation ... Candidate of Technical Sciences: 05.09.03 / Kuznetsov Viktor Ivanovich; [Place of defense: St. Petersburg State Maritime Technical University]. – St. Petersburg, 2016. – 157 p.
6. Коршунова З.В., Лысова Ж.А., Савина Т.В. Практикум по английскому языку для судовых электромехаников: учеб. пособие. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – 248 с.
7. Коршунова З.В. Azipod concept. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2019. – 129 с.
8. Хакман Т. Энергетические гребные установки, применяемые на танкерах новой постройки. – Лондон, 1993.
9. Соболенко А.Н. Особенности формирования профессиональных компетенций начинающих преподавателей (ассистентов) для подготовки судомехаников // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – 2015. – № 3 (33). – С. 185-189.
10. Соболенко А.Н., Корнейчук Ю.А., Глазюк Д.К. Обобщение опыта эксплуатации тренажёров машинного отделения морского судна // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2016. – № 2. – С. 59–69.
11. Sobolenko A.N. Measures to prevent ship power installation accidents in operation // PROGRAM&PROCEEDINGS. The 35<sup>th</sup> Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures. TEAM 2022. October 25 and 26, 2022. Vladivostok. Maritime State University named Admiral Nevelskoi. – P. 79-84.

*Поступила в редакцию 15.03.2023 г.*

## Определение характеристик подруливающих устройств морских судов с дизельным приводом

Рак Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, lion15ua@rambler.ru

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский

*В настоящее время одним из распространенных способов улучшения управляемости судами на малых ходах являются подруливающие устройства. Известно множество различных конструкций подруливающих устройств, но существующие правила технической эксплуатации, а также расчетные методы рассматриваются, в основном, для подруливающих устройств с электрическим приводом. Здесь рассмотрена упрощенная методика, позволяющая рассчитывать и выбирать подруливающие устройства с дизельным приводом, а также рассмотрены некоторые вопросы их технической эксплуатации. Статья будет полезна для специалистов, занимающихся технической эксплуатацией флота.*

**Ключевые слова:** подруливающее устройство, дизель, винтовая характеристика, внешняя характеристика, удельный расход топлива, рабочий режим, высокооборотный дизель, малооборотный дизель

### Determination of characteristics of thrusters of marine vessels with diesel drive

Rak Alexandr N., PhD, Associated Professor, lion15ua@rambler.ru

Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky

*Currently, one of the most common ways to improve the handling of vessels at low speeds are thrusters. There are many different designs of thrusters, but the existing rules of technical operation, as well as calculation methods are considered mainly for thrusters with electric drive. A simplified methodology is considered here, which allows calculating and selecting diesel-powered thrusters, as well as some issues of their technical operation. The article will be useful for specialists involved in the technical operation of the fleet.*

**Keywords:** bow thrusters, diesel, propeller characteristics, external characteristics, specific fuel oil consumption, operating mode, high speed engines, low speed engines.

Одним из распространенных способов активного управления судами не только морского, но и речного флота в настоящее время являются подруливающие устройства (ПУ). Оснащение судов ПУ позволяет улучшить управляемость и экономить средства на привлечении буксиров в морских портах. Конструкции ПУ могут быть различны и зависят от назначения и особенностей самих судов.

В зависимости от типа приводного двигателя ПУ могут быть с дизельным, электрическим или электрогидравлическим (в англоязычной литературе их называют гидравлическим) приводом (рис. 1). Электрические двигатели и гидравлические моторы для привода в действие ПУ являются вторичными, а дизельные – первичными. При этом нигде не указывается область применения для каждого из указанных типов ПУ.

Наибольшее распространение на судах получили ПУ с электрическим приводом. Методы их расчета и выбора достаточно развиты и даже в правилах технической эксплуатации (ПТЭ) основное внимание уделено именно им.

Так, в правилах указывается периодичность испытаний на всех режимах и длительность эксплуатации ПУ – 30 минут. При этом не дается никаких конкретных разъяснений и комментариев по этому поводу.

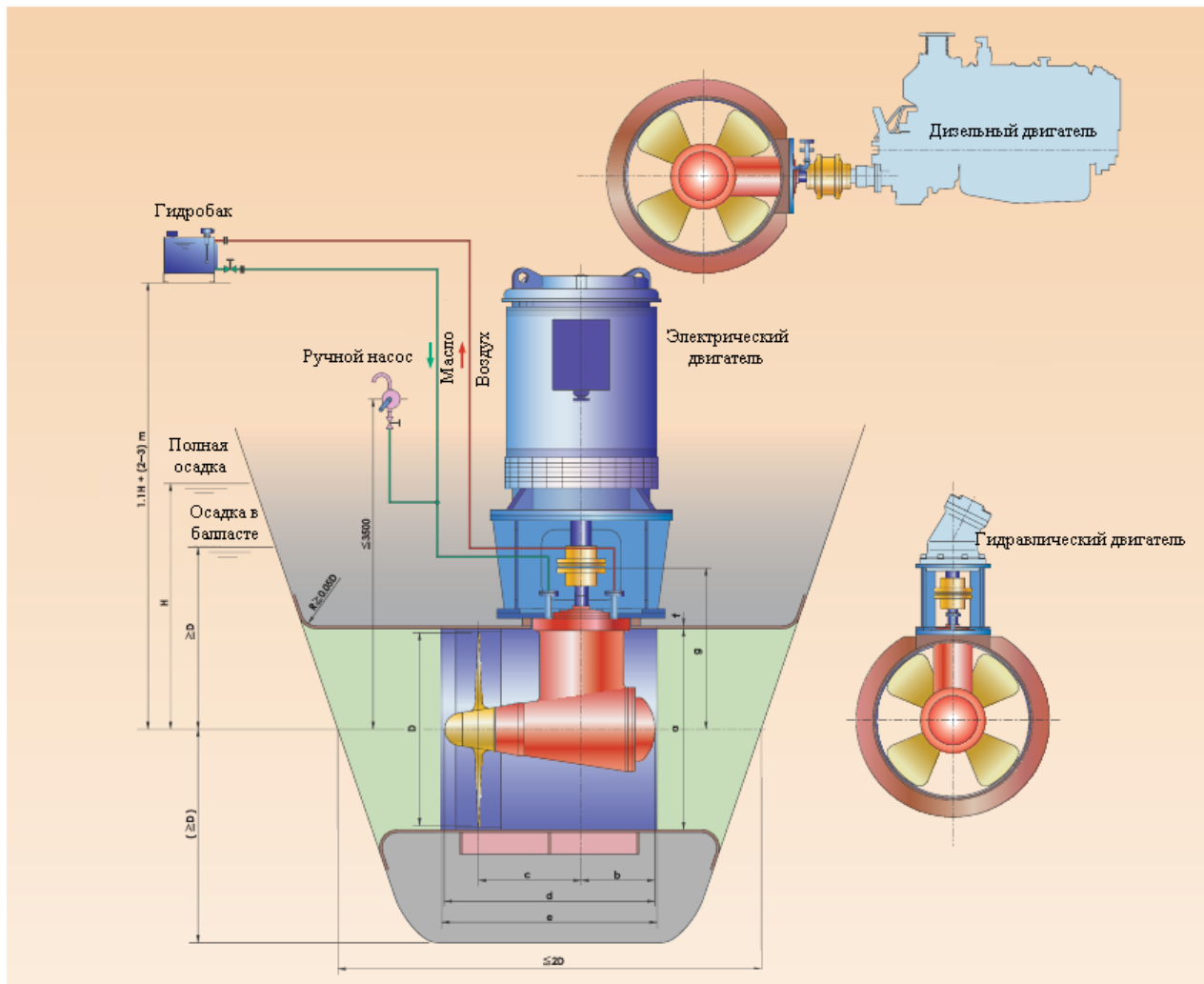


Рисунок 1 – Типы приводов подруливающих устройств

Естественно, что в случае необходимости эксплуатации ПУ более длительное время, например, для удержания судна на курсе в сложных погодных условиях, такой подход будет не совсем верным. Для этого потребуется иной подход, основанный на опыте многолетней практики эксплуатации судна для конкретного района. При невозможности использования ПУ с электрическим приводом, возникает необходимость в поиске приводных устройств иных типов, например дизельных.

Цель статьи – показать особенности расчета, выбора и эксплуатации ПУ с дизельным приводом.

Инженерные методы расчета, выбор и анализ эксплуатационных режимов ПУ с электрическим и гидравлическим приводом досконально были изложены в работах [1-3].

При установке дизельных двигателей можно избежать целого ряда проблем, связанных с пуском [2] и ограниченной длительностью эксплуатации, указываемой в ПТЭ.

При выборе ПУ следует учитывать его характеристики: упор, создаваемый винтом и потребляемую мощность.

Конкретно для ПУ контейнеровоза достаточно знать только ширину судна. Тогда ориентировочно мощность приводного двигателя ПУ можно определить, пользуясь соотношением [3]:

$$N_{\text{ПУ}} = 78,2 \cdot B - 1068, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где  $B$  – ширина судна по мидель - шпангоуту, м.

Для других типов судов мощность ПУ определяется в соответствии с соотношениями, приведенными, например в [1-3].

Таблица 1 – Удельная сила тяги для различных типов судов

Тип судна	Удельная сила тяги, необходимая для площади выше ватерлинии, Н/м <sup>2</sup>	Удельная сила тяги, необходимая для площади ниже ватерлинии, Н/м <sup>2</sup>
Буксиры, суда-доставщики	50-70	70-90
Сейнеры, суда специального назначения	50-80	100-120
Танкеры, балкеры, контейнеровозы и др.		50-70
Паромы, пассажирские суда		100-140
Спасательные суда	-	1000
Ледоколы	-	250-550

$$P_{\text{ПУ}} = \frac{F}{f_{\text{уд}}} = \frac{T \cdot S}{f_{\text{уд}}} = \frac{T \cdot L_{\text{пп}} \cdot T_{\text{нл}}}{f_{\text{уд}}}, \quad (2)$$

где  $T$  – удельная сила тяги, необходимая для площади выше ватерлинии, Н/м<sup>2</sup> (табл. 1);

$L_{\text{пп}}$  – длина между перпендикулярами, м;

$T_{\text{нл}}$  – осадка, м;

$f_{\text{уд}}$  – 140 – 170 Н/кВт – удельная тяга, Н/кВт.

Важной характеристикой также являются и параметры гребного винта ПУ: диаметр, упор, коэффициенты упора и момента. Так, диаметр винта в соответствии с [3] составит:

$$D_B = 0,05 \cdot B + 0,464, \text{ мм}. \quad (3)$$

Упор, создаваемый винтом, при известной мощности приводного двигателя и диаметре винта составит:

$$T = 205,72 \cdot D_B^2 \cdot C \cdot \left( \frac{1,36 \cdot N}{0,25 \cdot \pi \cdot D_B^2} \right)^{\frac{1}{3}}, \text{ Н}, \quad (4)$$

где  $N$  – мощность приводного двигателя, Вт;

$C$  – коэффициент, учитывающий наличие насадки;

$C = 1,8$  – для винта с насадком;  $C = 2,9$  – без него.

Коэффициент упора винта:

$$k_y = \frac{T}{\rho \cdot n_B^2 \cdot D_B^4}, \quad (5)$$

где  $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$  – массовая плотность морской воды;

$n_B$  – частота вращения винта, с<sup>-1</sup>.

Вращающий момент, создаваемый дизелем, составит:

$$M = \frac{N}{\omega} = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n_D}, \quad (6)$$

где  $n_D$  – частота вращения дизеля, об/мин.

Тогда коэффициент момента:

$$k_M = \frac{M}{\rho \cdot n_D^2 \cdot D_B^5}, \quad (7)$$

Если винты серийные и известно их шаговое отношение винта  $H/D$ , то значения коэффициентов упора и момента можно принять из табл. 2.

Таблица 2 – Технические характеристики винтов подруливающих устройств

$H/D$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Наклон лопастей, град	7,3	9,0	10,8	12,6	14,3	16,0	17,6	19,3	20,9	22,5	24
$k_M$	0,013	0,018	0,025	0,034	0,043	0,055	0,068	0,088	0,106	0,122	0,141
$k_V$	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65

Для оценки соответствия приводного дизеля винту необходимо выполнить построение в единой системе координат внешней и винтовой характеристик дизеля.

Внешняя характеристика дизеля в соответствии с [4] описывается выражением:

$$N(n) = N_H \cdot \left[ 0,5 \cdot \left( \frac{n}{n_H} \right) + 1,5 \cdot \left( \frac{n}{n_H} \right)^2 - \left( \frac{n}{n_H} \right)^3 \right], \quad (8)$$

где  $N_H$  - номинальная мощность дизеля, кВт;

$n_H$  – номинальная частота вращения дизеля, об/мин.;

$n$  – текущая частота вращения, об/мин.

Винтовая характеристика дизеля описывается выражением:

$$N(n) = N_H \cdot \left( \frac{n}{n_H} \right)^3. \quad (9)$$

Построим указанные выше характеристики (8) и (9) в общей системе координат (рис. 2).

Из рис. 2 следует, что внешняя и винтовая характеристика пересекаются в точке номинальной мощности, следовательно, параметры винта и дизеля согласованы.

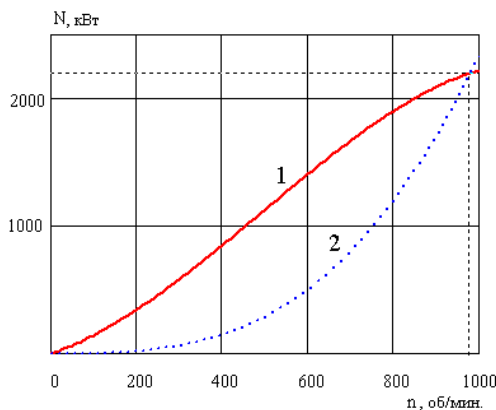


Рисунок 2 – Характеристики дизеля: 1 – внешняя; 2 – винтовая



Для оценки правильности выбора того или иного типа приводного дизеля обратимся к рис. 3, приведенному в [5].

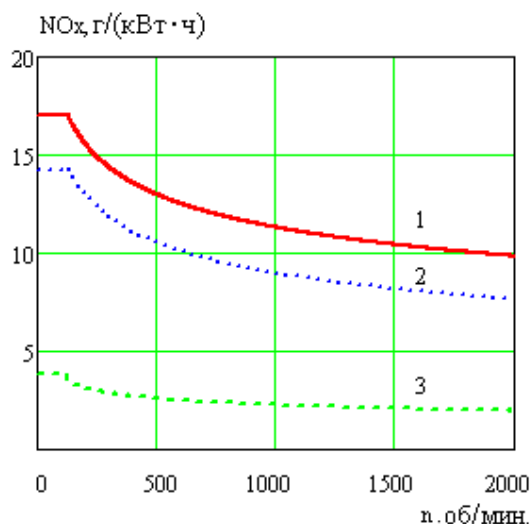


Рисунок 3 – Нормы выбросов NO<sub>x</sub> в соответствии с ИМО:  
 1 – уровень I – двигатели > 130 кВт – новые суда с 2000 г.;  
 2 – уровень II – двигатели > 130 кВт – новые суда с 2011 г.;  
 3 – уровень III – двигатели > 130кВт – новые суда с 2016 г. в зонах контроля выбросов

Из рис. 3 следует, что наиболее предпочтительным является вариант установки высокооборотных дизелей (ВОД), при работе которых значительно сокращаются выбросы NO<sub>x</sub>. Например, для ВОД удельный расход топлива (УРТ) в соответствии с [6] составит:

$$УРТ_{вод} = 227,57 + 6,758 \cdot 10^{-3} \cdot L^2 - 1,031 \cdot L, \quad (10)$$

где  $L$  – нагрузка дизеля, %.

Наложением внешней характеристики дизеля на характеристику УРТ определяем точку рабочего режима.

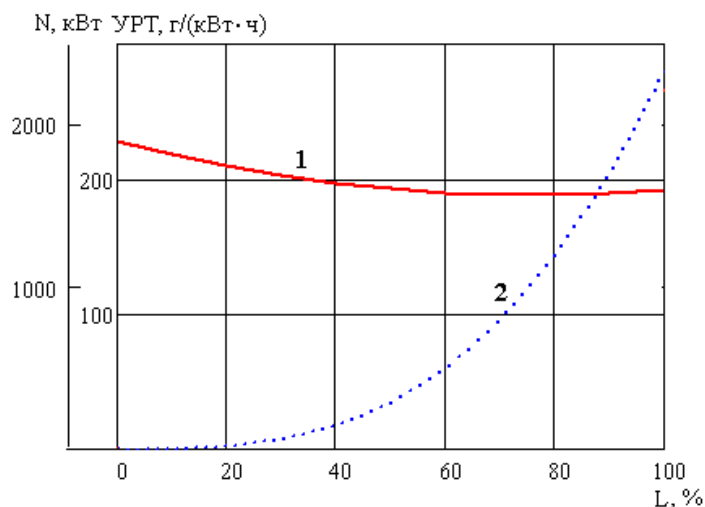


Рисунок 4 – Определение рабочего режима и удельного расхода топлива в высокооборотных дизелях для привода подруливающих устройств

Из рис. 4 следует, что при работе ВОД с нагрузкой 90 % режим будет близким к номинальному и соответствует рекомендациям [7]. Для данного режима УРТ составит 189,5 г/(кВт·ч).

### **Выводы**

1. Разработана упрощенная методика, позволяющая определять параметры подруливающего устройства с дизельным приводом.
2. Принципиально расчет ПУ с дизельным приводом ничем не отличается в части определения мощности и диаметра винта. Отличие состоит только в проверке соответствия выбранного винта дизелю и проверке удельного расхода топлива.
3. При определении рабочего режима и удельного расхода топлива установлено, что выбранный ВОД работает в режиме, рекомендованном соответствующими нормативно-техническими документами в части их технической эксплуатации, с удельным расходом топлива 189,5 г/(кВт·ч).
4. Показано, что вариант с ВОД является более предпочтительным, поскольку в них значительно сокращаются выбросы NO<sub>x</sub> для заданной частоты вращения, чем обеспечивается соблюдение положений Международной конвенции МАРПОЛ 73/78.

### **Список литературы**

1. Рак А.Н., Корощенко А.В., Капанадзе Г.А. Расчет и выбор подруливающих устройств морских судов // Труды Азербайджанской государственной морской академии. – 2019. – № 2. – С. 94-101.
2. Рак А.Н. Об особенностях пуска высоковольтных асинхронных двигателей от генераторов соизмеримой мощности судовой электроэнергетической системы // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: материалы Второй международной научно-технической конференции (23–25 октября 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020. – С. 90-99.
3. Рак А.Н., Яковлев В.М. Определение параметров подруливающих устройств с электрогидравлическим приводом // Труды Азербайджанской государственной морской академии. – 2020. – № 2. – С. 153-159.
4. Ланчуковский В.И., Козьминых А.В. Автоматизированные системы управления судовыми дизельными и газотурбинными установками. Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 335 с.
5. Руководство по применению положений Международной конвенции МАРПОЛ 73/78. НД №2-030101-026. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2017. – 163 с.
6. Рак А.Н., Капанадзе Г.А., Корощенко А.В. К вопросу настройки и эксплуатации дизелей с электронным управлением // I Международная научно-техническая конференция «Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития» (17-19 октября 2018 г.) – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 97-102.
7. РД 31.21.30-97. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций. Электрооборудование.

*Поступила в редакцию 13.06.2023 г.*

**Составляющие безвозвратных потерь масла в судовых дизелях**

Тарасов Максим Игоревич, Nadezkin@msun.ru  
Дарменко Александр Васильевич, Darmenko@msun.ru

МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

*Дано описание путей потерь моторного масла в судовом двигателе внутреннего сгорания. Приведены различные способы замера угара моторного масла. Представлена зависимость, составляющие которой формируют потери масла в процессе его угара в дизеле, оснащенный газотурбинным наддувом. Дана оценка каждому показателю зависимости при работе дизеля.*

**Ключевые слова:** судовой двигатель внутреннего сгорания, моторное масло, смазочная система дизеля, угар моторного масла, испытание дизеля.

**Components of irretrievable oil losses in marine diesel engines**

Tarasov Maxim I., Nadezkin@msun.ru  
Darmenko Alexander V., Darmenko@msun.ru

MSU named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

*The description of the ways of loss of engine oil in a marine internal combustion engine is given. Various methods for measuring the waste of engine oil are given. A dependence is presented, the components of which form the loss of oil in the process of its waste, in a diesel engine that is equipped with a gas turbine pressurization. An estimate was given for each indicator of dependence during the operation of a diesel engine.*

**Keywords:** marine internal combustion engine, motor oil, diesel lubrication system, motor oil waste, experimental research.

В настоящее время одним из важнейших показателей современного судового двигателя внутреннего сгорания (ДВС), который оказывает сильное влияние на его экономическую оценку при эксплуатации, а следовательно и на конкурентноспособность на мировой арене, является величина расхода моторного масла (ММ). В свою очередь, данный показатель можно разложить на две составляющие: расход смазочного материала при непосредственной эксплуатации дизеля (так называемый угар ММ) и слив при его замене. Со слитым маслом можно впоследствии работать – регенерировать его (восстанавливать его эксплуатационные характеристики) [10, 11] или просто утилизировать, что не желательно, так как это трудоемкий процесс, ввиду того, что нужно проводить его с минимальными воздействиями на техносферу (экологически грамотно). Соотношение слитого масла к безвозвратно потерянным (угоревшему) в процессе работы дизеля можно ориентировочно принять как 1 к 6. Следовательно, чем меньше рабочей жидкости теряется при работе, тем технологичнее и экономичнее дизель. Все дизелестроительные заводы стремятся к минимизации потерь смазочного масла при тех же ресурсных показателях. Из чего можно понять, что снижение удельного расхода ММ является перспективной задачей в реализации задач ресурсосберегающего маслоиспользования на судах.

В общем виде можно получить формулу, описывающую потери смазочного масла в судовом ДВС:

$$P = P_{уг} + P_{сл} + \Delta P,$$

где  $P$  – суммарный расход масла в дизеле;

$P_{уг}$  – безвозвратные потери масла на его угар;

$P_{сл}$  – расход рабочей жидкости на ее слив при замене;

$\Delta P$  – различные потери масла: при отборе проб для различных физико-химических анализов, при его уносе, при замене фильтрующих элементов в смазочной системе и пр.

Практически для измерения угара ММ применяются различные способы, основными из которых принято считать объемный и массовый способы и их комбинацию – объемно-массовый способ. Суть их заключается в измерении тем или иным способом потери рабочей жидкости в процессе испытаний двигателя. Зависимость от изменения уровня смазочного масла принято называть объемным способом. Если же все масло слить из смазочной системы, взвесить и найти разницу, то это массовый способ. В процессе эволюции различных способов измерений угара ММ, которые применялись на стендовых испытаниях научных лабораторий, дизелестроительных заводах и других организаций, для которых актуален данный вопрос, был получен способ, который сочетает достоинства как объемного, так и массового способа, – объемно-массовый. В дальнейшем объемно-массовый способ подвергся доработке для повышения точности измерений, получив автоматическую фиксацию с помощью различных специализированных приспособлений.

Рассмотрим более подробно слагаемое  $P_{уг}$  для дизеля, оснащенного газотурбинным наддувом, которое можно разложить на составляющие (рис. 1) в него входящие и представить выражением:

$$P_{уг} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4,$$

где  $P_1$  – поток масла, попадающий в камеру сгорания (КС) через неплотности в деталях, входящих в цилиндропоршневую группу (ЦПГ), основное звено – «втулка – поршень»;

$P_2$  – попадание масла в КС вместе с наддувочным воздухом из различных уплотнений турбокомпрессорной установки;

$P_3$  – различный унос масла через вентиляционную систему на этапе всасывания или в атмосферу;

$P_4$  – проникновение рабочей жидкости в КС через неплотности в клапанном механизме в основном звене клапана «шток – втулка».

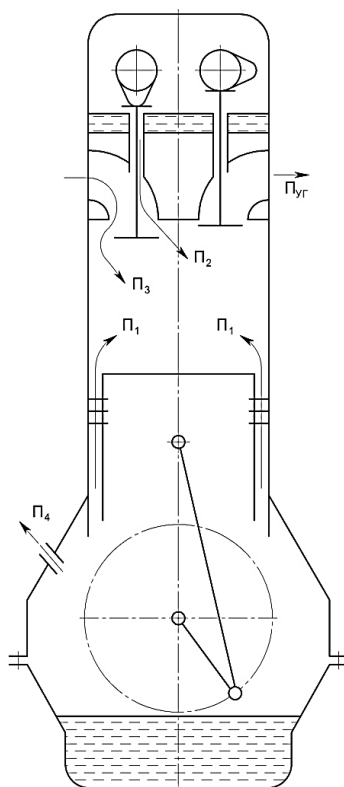


Рисунок 1 – Схематичное представление потерь смазочного масла в дизелях

В результате экспериментальных исследований на дизеле ЧН18/22 завода «Дальдизель» были получены следующие **выводы**:

1. Самый большой расход ММ наблюдается через зазоры в ЦПГ, где уровень потерь может достигать от 50 до 85 %, при этом расход ММ растет пропорционально нагрузке.

2. Потери смазочного масла в клапанном механизме могут составлять от 15 до 30 %, при уменьшении нагрузки на двигатель потери увеличиваются, и наоборот, при увеличении нагрузки на двигатель потери ММ значительно уменьшаются – это связано с давлением в впускном и выпускном коллекторах.

3. Расход ММ через компрессор при работе на номинальной мощности двигателя сравнительно невысокие и редко достигают 3 % от общего расхода рабочей жидкости на угар, но если работа двигателя происходит на 25 % от номинальной, то потери масла значительно вырастают и достигают 25-30 %. Это объясняется снижением противодействия воздуха в полости компрессора, также со снижением скорости вращения ротора падает эффективность работы уплотнительных лабиринтных устройств, что и приводит к росту потерь смазочного масла.

4. Потери на унос  $P_3$  зависят от температуры масла и его общего объема в смазочной системе, фракционного состава и т. д. и по абсолютной величине очень незначительны и редко достигают 1 %.

Для дальнейшей работы над задачей снижения угара моторного масла нужно качественно и количественно оценить показатели  $P_1$ – $P_4$  (статьи расхода ММ при эксплуатации судового ДВС), а затем выбрать самые оптимальные пути совершенствования экономичности дизеля, которые дадут наибольший эффект.

### Список литературы

1. Кича Г.П. Полнопоточная комбинированная фильтрацией и центрифугированием тонкая очистка моторного масла в судовых дизелях / Г.П. Кича, Л.А. Семенюк // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2018. – № 2. – С. 62–69.

2. Кича Г.П. Имитационное моделирование смазки трибосопряжений и изнашивания основных деталей ДВС / Г.П. Кича, А.В. Надежкин, Б.Н. Перминов // Транспортное дело России. – 2004. – № 2. – С. 51–53.
3. Кича Г.П. Стохастическая ячеистая модель очистки моторного масла от механических примесей объёмным фильтрованием / Г.П. Кича, Л.А. Семенюк, М.И. Тарасов // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 1–2(47). – С. 105–112.
4. Кича Г.П. Эксплуатационная эффективность новых маслоочистительных комплексов в форсированных дизелях / Г.П. Кича // Двигателестроение. – 1987. – № 6. – С. 25–29.
5. Кича Г.П. Эффективность применения в судовых дизелях регенерированных восстановленных отработанных моторных масел / Г.П. Кича, В.В. Тарасов, Е.М. Деревцов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2016. – № 1-2. – С. 83–91.
6. Самсонов А.И. Стенд для измерения крутящего момента маломощных энергоагрегатов / А.И. Самсонов, А.Н. Соболенко // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 1(47). – Т.2. – С. 113–115.
7. Тарасов В.В. Эффективность применения регенерированного моторного масла легированного присадками в судовых дизелях разной форсировки / В.В. Тарасов, А.Н. Соболенко, М.И. Тарасов // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 1(47). – Т.2. – С. 116–122.
8. Тарасов М.И. Оптимизация угара моторного масла в судовом дизеле с высоким наддувом по критерию изнашивания / М.И. Тарасов, Л.А. Семенюк, Г.А. Гаук // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2018. – № 3. – С. 78–86.
9. Эксплуатационная эффективность полнопоточной тонкой очистки моторного масла в судовых вспомогательных дизелях / Г.П. Кича, Л.А. Семенюк, М.И. Тарасов, А.В. Надежкин // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2020. – № 58-59. – С. 71–80.
10. Соболенко А.Н. Эффективность регенерации отработанного моторного масла в зависимости от параметров процесса / Соболенко А.Н., Тарасов В.В // Труды Крыловского государственного научного центра. 2020; 3(393): 5-16.
11. Тарасов В.В. Эффективность применения регенерированного моторного масла легированного присадками в судовых дизелях разной форсировки / Тарасов В.В., Соболенко А.Н., Тарасов М.И. // Санкт-Петербург, научный журнал Морские интеллектуальные технологии № 1 (47) Т. 2, 2020. С. 116-122.

*Поступила в редакцию 07.06.2023 г.*

## Управление морскими грузовыми портами: теоретический аспект

Исаев Александр Аркадьевич<sup>1</sup>, д-р эконом. наук, профессор, isaevalex@list.ru

Луговец Александр Анатольевич<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор alal@list.ru

Родионов Станислав Алексеевич<sup>2</sup>, аспирант ivicrodionova@gmail.com

<sup>1</sup> Владивостокский государственный университет, Владивосток

<sup>2</sup> МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

*В статье изложены основы теории выбора товаров на рынке, обоснован кибернетический подход к формированию системы управления морскими грузовыми портами. А также разработан алгоритм функционирования системы ДТВ-управления морских грузовых портов.*

**Ключевые слова:** морской грузовой порт, теория выбора товаров на рынке, ДТВ-управление.

## Control of sea cargo ports in the Arctic zone of Russia: theoretical aspect

Isaev Alexander Arkadievich<sup>1</sup>, Doctor of Economics, Professor, isaevalex@list.ru

Lugovets Alexander Anatolyevich<sup>2</sup>, Doctor of Economics, Professor alal@list.ru

Rodionov Stanislav Alekseevich<sup>2</sup>, post-graduate student ivicrodionova@gmail.com

<sup>1</sup> Vladivostok State University, Vladivostok

<sup>2</sup> MSU named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

*The fundamentals of the theory of choice of goods in the market are outlined. A cybernetic approach to the formation of a management system for sea cargo ports is substantiated. An algorithm for the functioning of the DTB-control system of sea cargo ports in the Arctic zone of Russia has been developed.*

**Keywords:** sea cargo port, theory of choice of goods on the market, DTB- control.

Создание новых и развитие существующих морских грузовых портов России требуют глубокой ревизии теоретических и методических основ управления морскими грузовыми портами как объектами транспортной инфраструктуры. Причем особую актуальность имеет проблема разработка алгоритма управления портами в условиях развитого рынка, конкурентной борьбы между морскими портами.

### 1. Теория выбора товаров на рынке

Одной из основных причин недостаточно глубокого развития методических основ управления морскими портами является игнорирование многими учеными и специалистами теории выбора товаров на рынке (теории принятия решения о покупке) [7]. Дело в том, что в условиях рынка определяющими субъектами рыночных отношений являются потребители различной продукции морских грузовых портов (услуги, изделия, информация). В этой связи

изучение глубинных процессов, протекающих в сознании потребителей в процессе выбора наиболее привлекательной продукции, является фактором улучшения основных экономических показателей порта: *выручки, прибыли, рентабельности и др.* В основе теории выбора товаров на рынке лежат следующие положения [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11].

1. Все продукты деятельности предприятия (изделия, услуги, информация) образуют в сознании покупателя комплекс продуктов, так называемый «интегрированный продукт».

Причем данный интегрированный продукт состоит из двух видов продуктов: основные и дополнительные. Если «основные продукты» – это продукты, нацеленные на удовлетворение основных потребностей покупателя (например, погрузочно-разгрузочные услуги) [2], то «дополнительные продукты» – это продукты, нацеленные на удовлетворение дополнительных потребностей покупателя (например, рекламные материалы). Следует учитывать, что в сознании покупателя основные и дополнительные продукты связаны друг с другом устойчивой ассоциативной связью [7].

2. Каждый продукт данного комплекса продуктов обладает своими характеристиками.

Причем, поскольку каждая характеристика интегрированного продукта является результатом определенных затрат труда (физического или интеллектуального), любую характеристику продукта следует рассматривать как микропродукт. В этой связи любой интегрированный продукт является комплексом микропродуктов.

3. Качество интегрированного продукта – это степень соответствия совокупности всех его характеристик предъявляемым покупателями требованиям.

В основе измерения качества интегрированных продуктов лежит квалиметрия [1] – теория, позволяющая оценить качество данного интегрированного продукта (продукта, микропродукта) количественным путем.

4. Потребительская привлекательность интегрированного продукта – это его способность демонстрировать в сознании покупателей определенное отношение качества интегрированного продукта к его цене [2].

Речь идет о проявлении так называемой «двуединой потребности» покупателя. Причем, чем больше глубина удовлетворения «двуединой потребности» (отношения качества к цене), тем более привлекательным является для покупателей данный интегрированный продукт в сравнении с конкурирующими интегрированными продуктами.

5. Покупатель выбирает такой интегрированный продукт, который характеризуется максимальной потребительской привлекательностью на данном рынке (т.е. есть демонстрирует максимальное отношение качества данного интегрированного продукта к его цене).

В этой связи «конкурентоспособный интегрированный продукт» – это продукт, демонстрирующий наибольшую потребительскую привлекательность на данном рынке.

## **2. Система ДТВ-управления морского грузового порта**

Одним из наиболее эффективных путей повышения привлекательности интегрированного продукта данного морского грузового порта является внедрение в порту системы ДТВ-управления (от слов «Decision To Buy») [10]. Речь идет о создании на предприятии системы управления качеством характеристик интегрированных продуктов с целью достижения максимальной потребительской привлекательности интегрированных продуктов данного предприятия в сравнении с интегрированными продуктами предприятий-конкурентов.

Система ДТВ-управления морского грузового порта опирается на основные положения кибернетики [12] и состоит из четырех основных органов (см. рисунок):

А) субъект управления (руководитель предприятия);

В) объекты управления (производственные подразделения), которые отвечают за качество соответствующих характеристик интегрированных продуктов);

С) орган «обратной связи» (подразделение, занимающееся мониторингом качества всех характеристик интегрированных продуктов данного предприятия и предприятий-конкурентов);



Д) орган «прямой связи» (подразделение, обеспечивающее стимулирование производственных подразделений, которые отвечают за качество соответствующих характеристик интегрированных продуктов в сравнении с качеством таких характеристик интегрированных продуктов предприятий-конкурентов).

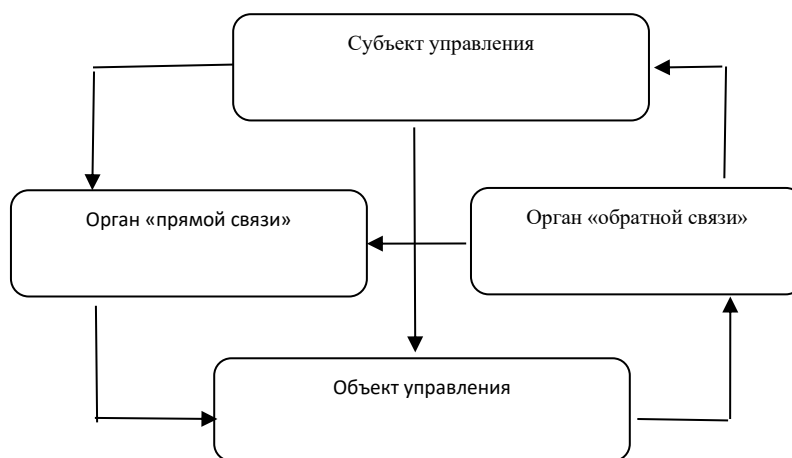


Рисунок 1 – Функциональная структура системы ДТВ-управления морского грузового порта

### 3. Алгоритм функционирования системы ДТВ-управления морского грузового порта

Разработанный алгоритм функционирования системы ДТВ-управления морского грузового порта состоит из 7 шагов.

Шаг 1. Выявление всех характеристик интегрированного продукта данного порта и портов-конкурентов (Департамент мониторинга качества интегрированных продуктов).

В частности, для морских грузовых портов России такими характеристиками являются следующие (табл.).

Таблица – Структура интегрированного продукта морского грузового порта

Наименование продуктов
Основные услуги
1. Погрузочно-разгрузочные услуги
Дополнительные услуги
2. Складские услуги
3. Услуги по погрузке выгрузке с причала (пирса) на транспортные средства различных видов транспорта (железнодорожный, автомобильный, воздушный и др.)
4. Услуги по охране груза
5. Услуги по предоставлению гидротехнических сооружений (причалы, пирсы, волноломы и т.д.)
6. Снабженческие услуги
7. Услуги водо-, тепло-, -электроснабжения
8. Услуги по предоставлению акватории порта определенной глубины
9. Услуги по предоставлению навигационных средств
10. Услуги судов спасательного, противопожарного, рейдового, снабженческого флота
11. Услуги по предоставлению средств пожаротушения на берегу
12. Ледокольные услуги

Шаг 2. Оценка качества всех характеристик интегрированного продукта данного порта и портов-конкурентов (Департамент мониторинга качества интегрированных продуктов).

Шаг 3. Расчет «весового» коэффициента каждой характеристики интегрированного продукта данного порта и портов-конкурентов (Департамент мониторинга качества интегрированных продуктов)

Шаг 4. Расчет показателя качества интегрированного продукта данного порта и портов-конкурентов (Департамент мониторинга качества интегрированных продуктов).

Шаг 5. Выявление «проблемных» характеристик интегрированного продукта данного порта в сравнении с портами-конкурентами (Департамент мониторинга качества интегрированных продуктов).

Шаг 6. Информирование руководителя порта о «проблемных» характеристиках интегрированного продукта в сравнении с портами-конкурентами (Департамент мониторинга качества интегрированных продуктов).

Шаг 7. Формирование соответствующего управленческого воздействия на производственную структуру, отвечающую за качество «проблемной» характеристики (Руководитель порта или Департамент стимулирования качества) [11].

### Заключение

Разработанный алгоритм функционирования системы ДТВ-управления в морских грузовых портах позволяет повысить потребительскую привлекательность интегрированных продуктов морских портов и тем самым улучшить основные экономические показатели морских грузовых портов России.

### Список литературы

1. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 172 с.
2. Жилина Е.В., Зеленина Э.Е., Исаев А.А., Исаева Л.А., Родионова И.В. Оценка конкурентоспособности морского грузового порта // Транспортное дело России. – 2022. – № 5. – С. 85-87.
3. Исаев А.А. Принятие решения о покупке: эмоциональный аспект // Практический маркетинг. – 2015. – № 5. – С.3-6.
4. Исаев А.А. Программы человека. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2022. – 47 с.
5. Исаев А.А. Психопрограммистика. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2019. – 62 с.
6. Исаев А.А., Исаева Л.А. Обеспечение конкурентоспособности товаров: биокибернетический аспект // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 1 (51). – Т. 1. – С. 97-101.
7. Исаев А.А., Исаева Л.А. Оценка конкурентоспособности судоходной компании // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 3 (49). – Т. 1. – С. 232-236.
8. Исаев А.А., Исаева Л.А., Луговец А.А. Обеспечение конкурентоспособности морских перевозок: теоретический и методологический аспекты // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4 (38). – Т. 3. – С. 139-143.
9. Исаев А.А., Мегей Е.С., Лентарев А.А. Факторы конкурентоспособности каботажных грузовых морских перевозок // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4 (38). – Т. 3. – С. 144-150.
10. Исаев А.А., Исаева Л.А., Сокуренок В.А. Формирование системы обеспечения конкурентоспособности продукции на предприятии; под науч. ред. д-ра экон. наук А.А. Исаева. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2018. – 148 с.
11. Мегей Е.С., Исаев А.А. Обеспечение конкурентоспособности интегрированного транспортного продукта судоходной компании // Практический маркетинг. – 2020. – № 5 (279). – С. 26-31.
12. Wiener N. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. – New-York, Wiley and Sons, Inc. Paris: Hermann et cie, 1948. – 194 p.

*Поступила в редакцию 26.04.2023 г.*

**ВЕСТНИК  
МОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Выпуск 91 / 2023**

Дата выхода в свет – 30 июня 2023 г.  
Выходит четыре раза в год.

Зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-82589 от 30.12.2021.

Учредитель и издатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского».

Адрес учредителя, издателя и редакции: 690003, Россия, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а.  
Электронная почта редакции: [vestnik@msun.ru](mailto:vestnik@msun.ru); телефон редакции: +7 (423) 251-76-36.