

ISSN 2949-3684

ВЕСТНИК

МОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск 94 / 2024

Вестник Морского государственного университета. Вып. 94 / 2024 / Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского. — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2024. — 54 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 судоходства 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 - 3 апреля 2024 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; 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 – Холоша Михаил Васильевич, кандидат технических наук, доцент.
Выпускающий редактор – Баранникова Анастасия Олеговна, кандидат исторических наук.
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

Акмайкин Д.В., Букин О.А., Бочарова В.В., Салюк П.А., Пчелинцев Д.А. Методы автоматизированной оценки параметров движения судна.....4

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

Рысев В.Д., Дрозд М.С. Перспективы применения различных видов альтернативных топлив в судовых энергетических установках13

Соболенко А.Н. Расчёт мощности главной пропульсивной установки глиссирующего катера с гребными винтами Арнесона22

Стаценко В.Н., Петросьянц В.В. Лазерный торсиометр для измерения и контроля эффективности судовых энергетических установок.....27

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Баранникова А.О. Проблемы реализации проекта «Цифрового Шёлкового пути» Китая33

Вороненко А.К., Вороненко А.А., Смирнов С.М. Развитие и применение цифровых технологий в морской отрасли стран АТР: общие тенденции и особенности.....40

Копьёв Д.С. Исследование границ конкурентного поля портов Дальнего Востока для грузопотоков зерна в Юго-Восточную Азию.....51

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

УДК 656.61.052

Методы автоматизированной оценки параметров движения судна

Акмайкин Денис Викторович,¹ к.ф.-м. н, доцент, профессор, akmaykin@msun.ru

Букин Олег Алексеевич,¹ д.т.н., профессор, bukin@msun.ru

Бочарова Виктория Валерьевна,¹ к.т.н., bocharova@msun.ru

Салюк Павел Анатольевич,² к.ф.-м.н., psalyuk@poi.dvo.ru

Пчелинцев Денис Алексеевич,¹ студент, pchelintsev21621@mail.ru

¹ МГУ им. адм. Г. И. Невельского, Владивосток

² Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток

Информация в морской деятельности очень важна. Информацию предоставляют программно-аппаратные комплексы отслеживания данных в реальном времени. На основе концептуального проекта информационной телекоммуникационной системы управления и навигации «Солярис» был создан опытный образец судового программно-аппаратного комплекса «Маринео-01». Были осуществлены испытания опытного образца. Данные о географическом положении судна, его положении в пространстве и метеопараметрах окружающей среды были успешно измерены и сохранены внутри устройства и в дальнейшем проанализированы.

Ключевые слова: навигационные системы, информационные технологии, телекоммуникационная система, программно-аппаратный комплекс, судовая навигация, морское волнение, буксируемый подводный аппарат.

Methods of automated estimation of ship motion parameters

Akmaikin Denis V¹., akmaykin@msun.ru

Bukin Oleg A¹., bukin@msun.ru

Bocharova Victoria V¹., bocharova@msun.ru

Saliuk Pavel A²., psalyuk@poi.dvo.ru

Pchelintsev Denis A¹., pchelintsev21621@mail.ru

¹MSU named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

²Pacific Oceanological Institute named after V.I. Ilyichev FEB RAS, Vladivostok

Information in marine activities is very important. Information is provided by hardware-software complexes for real-time data tracking. On the basis of the conceptual design of the "Solaris" information & telecommunication system providing control and navigation services a prototype of the "Marineo-01" ship software-hardware complex was created. Tests of the prototype were carried out.

Data on the ship's geographical position, its position in space and meteorological parameters of the environment were successfully measured and stored in the device memory and further analyzed.

Keywords: navigation systems, information technologies, telecommunication system, software - hardware complex, e-Navigation, ship navigation, towed submersible vehicle.

Введение

XXI век – время высоких технологий, и не все направления человеческой деятельности в равной мере поспевают с внедрением новых изобретений или систем. Человеку в наше время для управления всеми процессами своей деятельности нужно больше информации. С решением этой задачи может помочь современное оборудование - информацию помогут собрать, обработать и выдать человеку в понятной форме. Информация в морской деятельности очень важна, особенно на судах, так как за отсутствием или несвоевременным получением критической информации могут случиться опасные ситуации, которых можно было бы избежать. Такую информацию могут предоставить программно-аппаратные комплексы отслеживания разнородных данных в реальном времени.

В соответствии с основными тенденциями развития глобальной стратегической программы e-Navigation и планами Международной морской организации, создание и разработка автоматизированных систем сбора, анализа и передачи информации на борту судна (бортовые автоматизированные информационные системы) и береговых системах (береговые автоматизированные информационные системы навигации) есть задача, реализация которой будет отвечать современным тенденциям развития технологий навигации [1, 3].

В рамках этого был разработан концептуальный проект информационной телекоммуникационной системы управления и навигации «Солярис» (ИТС «Солярис») [2]. Проект основан на современных гибких методологиях проектирования и разработки ПО автоматизированных информационных систем навигации морских судов [4–6].

Информационная телекоммуникационная система представляет собой объединение двух видов программно-аппаратных комплексов (ПАК), один из которых устанавливается на судне, а другой на берегу и решает следующие задачи (рисунок 1) [7, 10–12]:

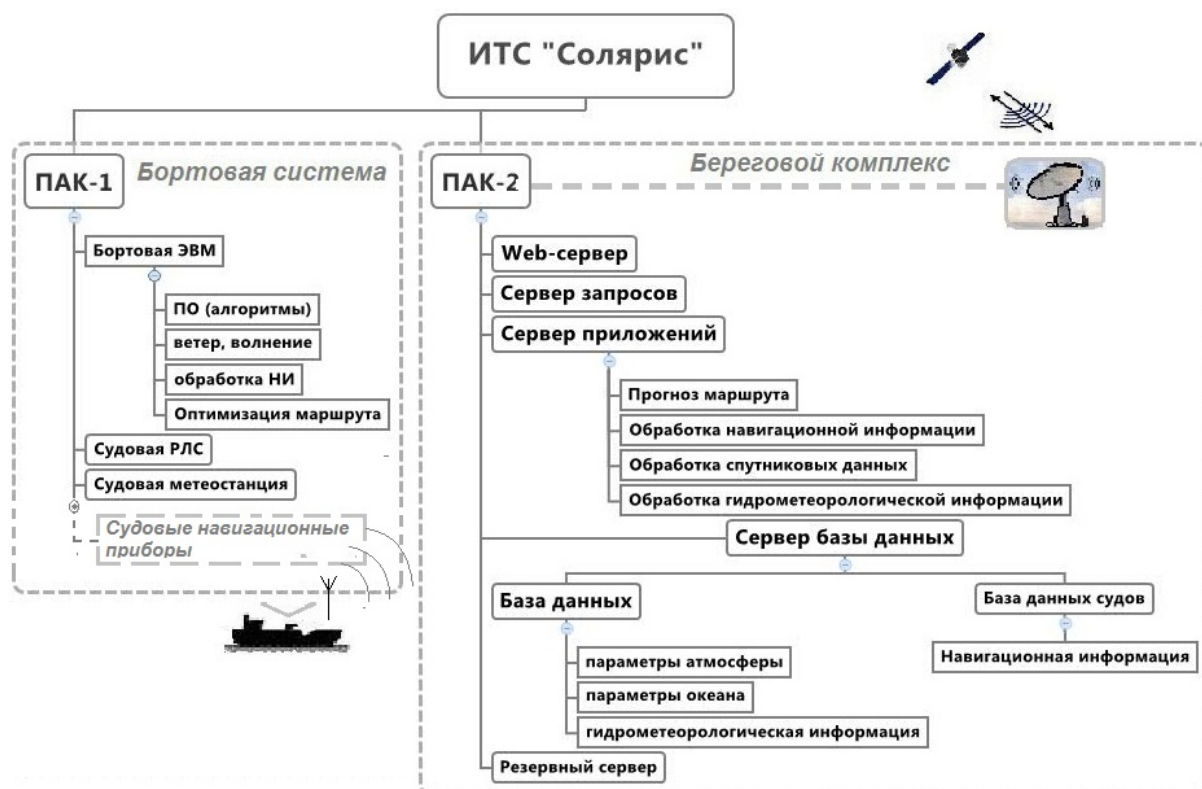


Рисунок 1 – Структурная схема ИТС «Солярис»

Судовой программный комплекс основан на использовании штатной судовой радиолокационной станции, к которой подключены АЦП и компьютер с программным обеспечением, кроме этого, дополнительно используется судовая метеостанция для повышения точности измерений [8, 12] и разработанное устройство для определения состояния морской поверхности [9].

На основе концептуального проекта информационной телекоммуникационной системы управления и навигации «Солярис» был создан опытный образец судового программно-аппаратного комплекса «Маринео-01».

Испытания опытного образца судового программно-аппаратного комплекса

Испытание опытного образца судового программно-аппаратного комплекса «Маринео-01» осуществлялось на лоцманском катере «Сергей Чередниченко» проекта ST23W1 3 октября 2017 г. Целью испытаний была отработка режима автоматической регистрации основных параметров окружающей среды и сбора параметров движения судна.

На рисунке 2 показаны фотографии испытаний и способы установки метеостанции. Для уменьшения влияния надстройки судна на результат измерений метеостанция Airmar 200WX была размещена на правом переднем релинге верхней палубы катера (рис. 2). Данное положение не лишено недостатков, однако для выполнения целей испытаний такой установки было достаточно.

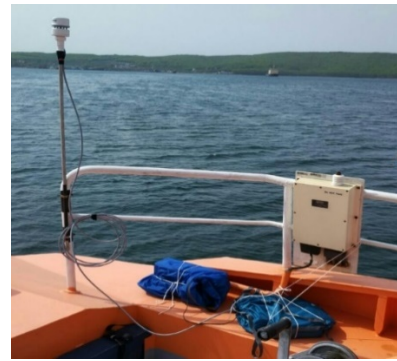


Рисунок 2 – Натурные испытания судового программно-аппаратного комплекса «Маринео-01» на лоцманском катере «Сергей Чередниченко»

Для получения достаточного набора статистических данных по работе системы, эксперимент проводился при различных направлениях курсовых углов бега волн и приповерхностного ветра. На рисунке 3 представлен маршрут лоцманского катера, выполнявшийся в течении рабочего дня, и соответствующая гистограмма скоростей судна. Видно, что судно часто выполняло всевозможные маневры в связи с чем не всегда находилось в режиме оптимального крейсерского хода. Значительная доля перемещений осуществлялась со средними скоростями около 6-7 узлов. Данные о движении судна и параметрах окружающей среды, записывались на устройство «Маринео-01» в виде лог-файлов.

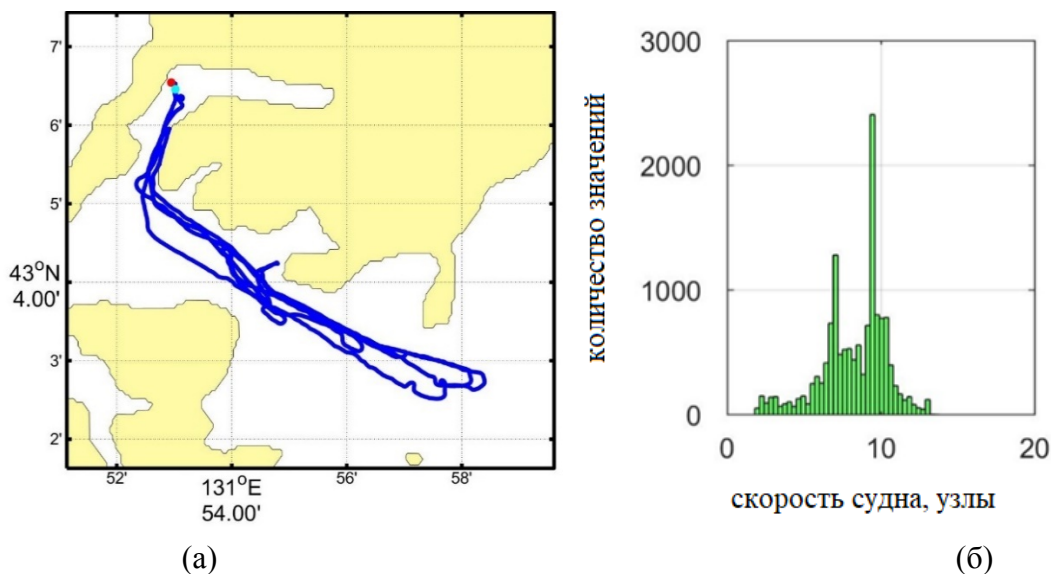


Рисунок 3 – Маршрут лоцманского катера «Сергей Чередниченко» (а) и соответствующая гистограмма скоростей катера (б) во время испытаний 3 октября 2017 г.

На рисунке 4 показана истинная скорость ветра в узлах, определенная из данных метеостанции во время эксперимента с учетом оцифрованных данных скорректированного магнитного компаса:

- временной ряд истинной скорости ветра, зеленым цветом отмечены значения получены при скорости судна больше 2 узлов (рис. 4 а);
- гистограмма всех значений истинной скорости ветра (рис. 4 б);
- ряд данных истинной скорости ветра, отложенный вдоль пройденного расстояния (рис. 4 в);

- гистограмма значений истинной скорости ветра, полученных при скорости судна больше 2 узлов (рис. 4 г).

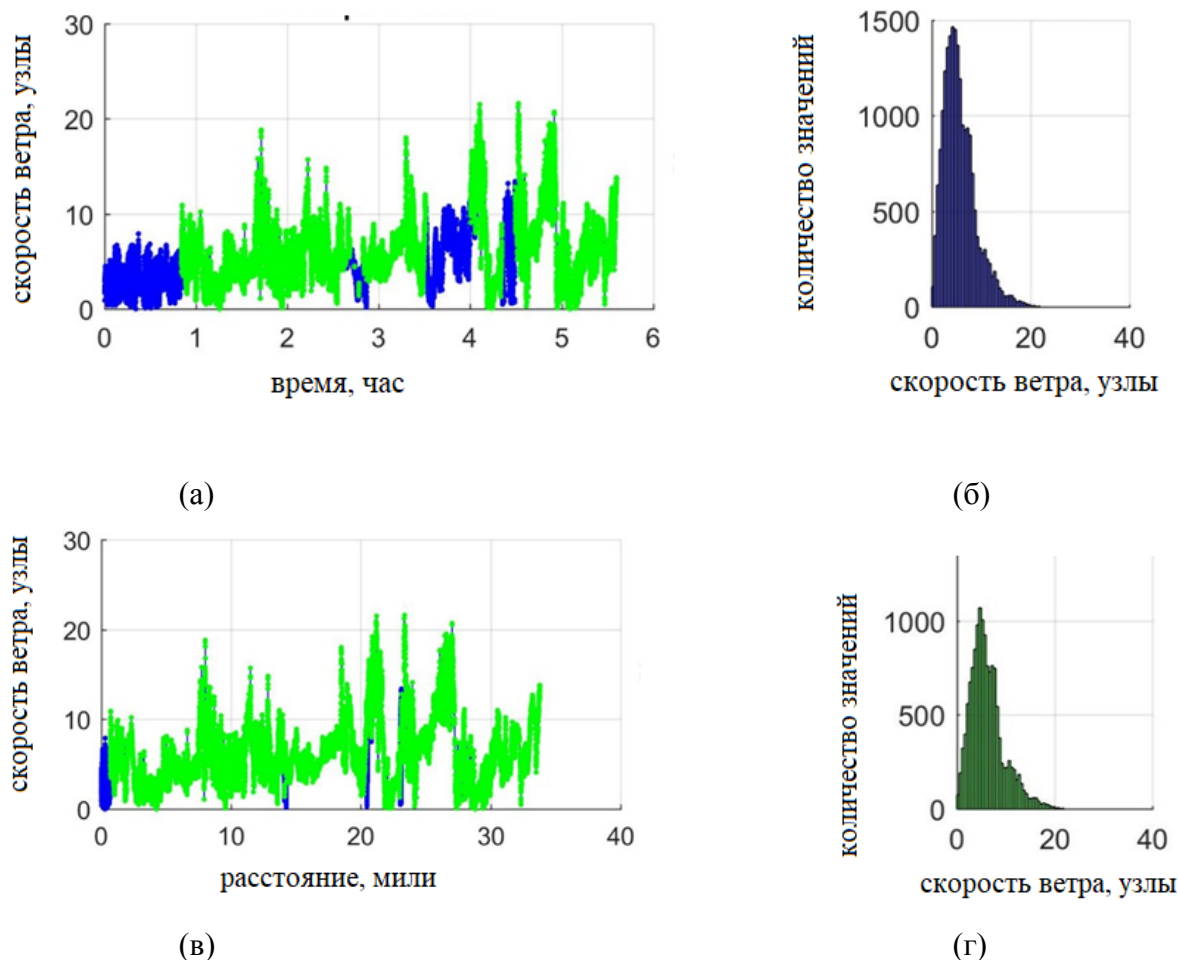


Рисунок 4 – Результаты измерений истинной скорости ветра во время эксперимента

Видно, что значения скорости ветра не превышали 20 узлов, мода распределения скорости во время движения судна составила около 7 узлов.

Для того, чтобы проанализировать возможное влияние ветра на скорость судна, были рассчитаны продольная и поперечная компоненты скорости ветра относительно диаметральной плоскости судна. На рисунке 5 показаны результаты анализа распределения данных компонентов скорости ветра во время движения судна:

- гистограмма всех значений продольных компонент скорости ветра (рис.5 а);
- гистограмма всех значений поперечных компонент скорости ветра (рис.5 б);
- плотностная диаграмма рассеяния скорости судна и продольной компоненты скорости судна (рис.5 в);
- гистограмма значений продольных компонент скорости ветра, измеренных при скоростях судна больше 2 узлов (рис.5 г);
- гистограмма значений поперечных компонент скорости ветра, измеренных при скоростях судна больше 2 узлов (рис.5 д);
- плотностная диаграмма рассеяния скорости судна и поперечной компоненты скорости судна (рис.5 е).

Собранной статистики при используемых режимах работы судна недостаточно, чтобы построить четкую зависимость влияния ветра на скорость судна, тем более что помимо ветра

на скорость судна влияет большое количество других факторов. Тем не менее при скоростях судна более 9 узлов, когда его двигатели находилось примерно при одних и тех же режимах работы просматривается положительная линейная связь между скоростью судна и продольной компонентой скоростью ветра, соответствующий коэффициент детерминации робастной линейной регрессии составил 0.32, что говорит о наличии статистически значимой линейной связи.

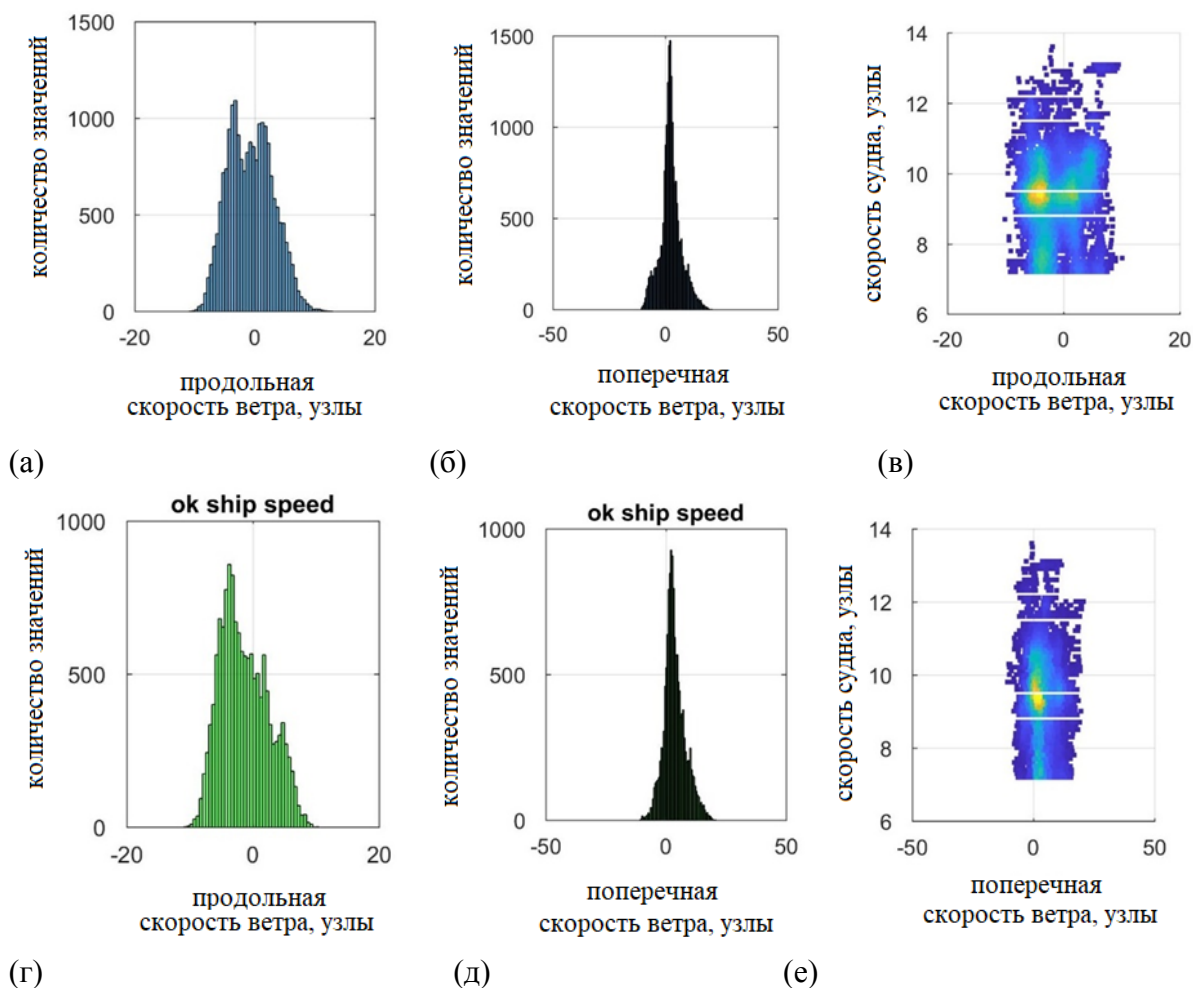
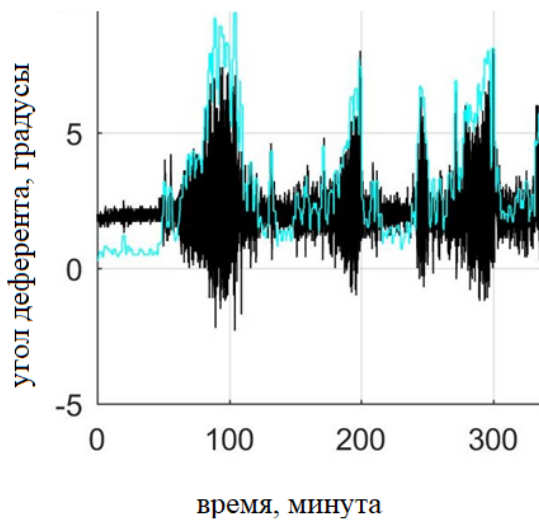
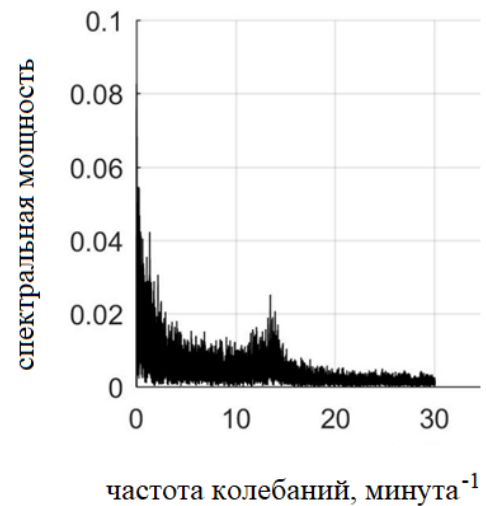


Рисунок 5 – Анализ влияния скорости ветра на скорость судна

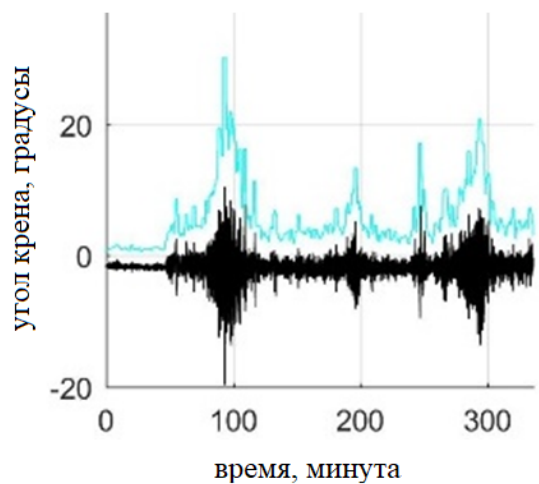
Для анализа морского волнения на скорость судна были проанализированы данные датчиков углов деферента и крена. На рисунке 6 представлены результаты соответствующих измерений и анализа. Дополнительно в скользящем окне 2 минуты был рассчитан размах изменений углов крена и деферента (разница между максимальным и минимальным значением), соответствующий ряд данных отображен голубым цветом на рисунках 6 а и 6 в. Кроме этого, рассчитана спектральная мощность гармоник, на которые был разложен измеренный ряд данных с помощью преобразований Фурье, рисунки 6 б и 6 г. Видно, что на обоих рядах данных углов деферента и углов крена присутствуют колебания с частотой около 12-13 раз в минуту, что соответствует периоду колебаний около 5 секунд. Данные колебания связаны с влиянием морского волнения на качку судна.



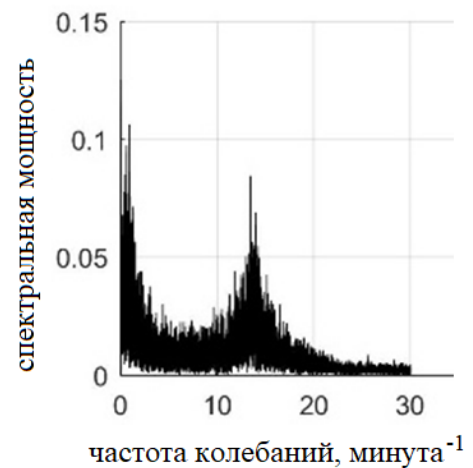
(а)



(б)



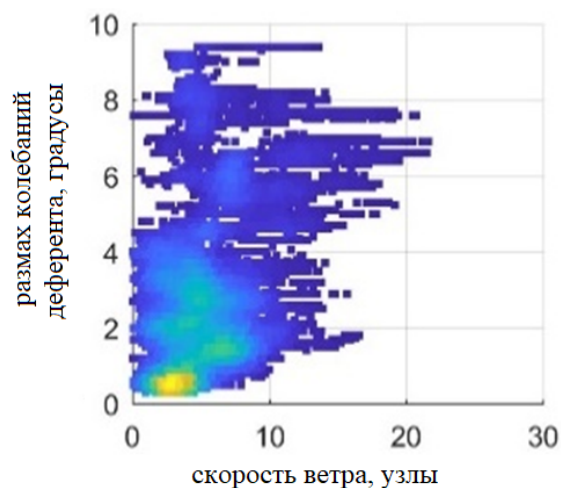
(в)



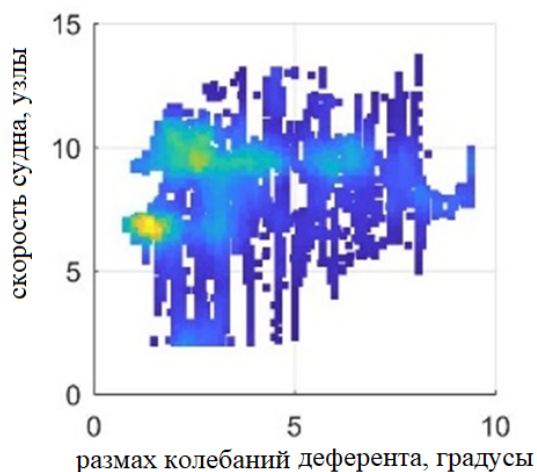
(г)

Рисунок 6 – Результаты измерений и анализа углов дифферента и крена во время испытаний: (а) временной ряд угла дифферента и размаха продольных колебаний судна; (б) спектрограмма угла дифферента судна; (в) временной ряд угла крена и размаха поперечных колебаний судна; (г) спектрограмма углов крена судна

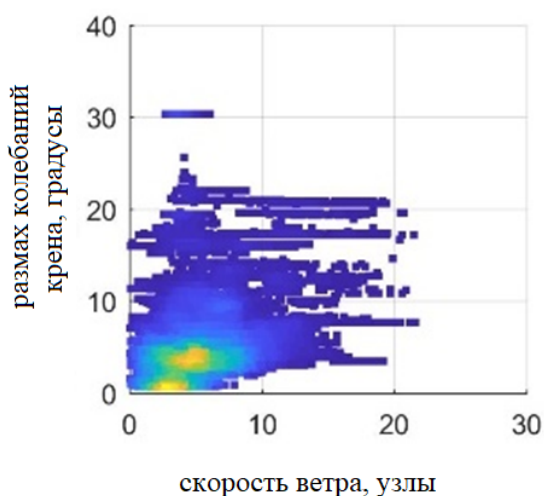
На рис. 7 представлен анализ зависимости колебаний судна от скорости ветра (рис. 7 а и 7 в), а также анализ влияния размаха колебаний судна на скорость его движения (рис. 7 б и 7 г). На рис. 7а и 7в видны слабые линейные прямые зависимости размаха колебаний судна от скорости ветра за счет соответствующего увеличения высоты волн. На рис. 7 б и 7 г прослеживаются обратные линейные зависимости скорости судна от размаха колебаний.



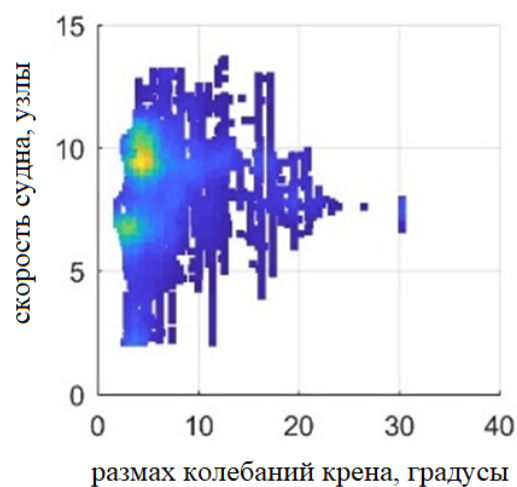
(a)



(б)



(в)



(г)

Рисунок 7 – Анализ влияния скорости ветра на качку судна (а), (в) и анализ влияния качки судна на скорость судна (б), (г)

Заключение

Таким образом, судовой программно-аппаратный комплекс был испытан в течении 5,5 часов, за которые судно прошло около 33 миль при различных режимах работы двигателей и различных сочетаниях курсовых углов направления ветра и распространения волнения. Данные о географическом положении судна, его положении в пространстве и метеопараметрах окружающей среды были успешно измерены и сохранены внутри устройства и в дальнейшем проанализированы. Полученного ряда данных было достаточно, чтобы выделить колебания судна, относящиеся к воздействию морского волнения, и построить предварительные экспериментальные зависимости воздействия морского волнения и приповерхностного ветра на скорость движения судна. Для получения более корректных результатов необходим набор большей статистики измерений на равномерных участках маршрута без совершения судном дополнительных маневров и при как можно большем наборе сочетаний различных гидрометеорологических параметров.

Список литературы

1. Акмайкин, Д. А. Основные принципы и этапы планирования маршрутов судов / Д. А. Акмайкин, В. В. Бочарова, А. В. Гамс // Эксплуатация морского транспорта. – 2023. – Т.1. – С.50–54.
2. Акмайкин, Д. А. Проект системы оперативного анализа и оптимизации движения морских судов / Д. А. Акмайкин, С. Ф. Ключева, П. А. Салюк // Вестник ГУМРФ С.О. Макарова. – 2015. – №1(29). – С. 229–232.
3. Губернаторов, С. С. Навигация будущего – стратегическая программа e-Navigation / С. С. Губернаторов // Морской и речной транспорт. – 2014. – №1. – С.52–56.
4. Кон, М. Scrum. Гибкая разработка ПО / М. Кон. – М.: Вильямс, 2011. – 566 с.
5. Манифест гибкой разработки программного обеспечения. – <http://agilemanifesto.org/iso/ru/principles.ht>.
6. Мартин, Р. К. Быстрая разработка программ / Р. К. Мартин, Д. В. Ньюкирк, Р. С. Косс. – М.: Вильямс, 2004. – 752 с.
7. Обработка радиолокационной информации программно-аппаратными средствами / Д. А. Акмайкин, Д. Б. Хоменко, Д. В. Ключев, Е. С. Фалина // Автоматизация процессов управления. – 2012. – Т.4. – С. 62–66.
8. Патент № 2670247 Российская Федерация. Устройство для определения основных параметров окружающей среды при движении морского судна / Д. А. Акмайкин ; заявитель и патентообладатель ФБОУ ВПО "Государственный морской университет им. адм. Г.И. Невельского" – заявка 2017126583 от 24.07.2017 г, опубл. 19.10.2018 г.
9. Патент № 2510040 Российская Федерация. Устройство для определения состояния морской поверхности / Д. Б. Хоменко, Д. А. Акмайкин; заявитель и патентообладатель ФБОУ ВПО "Государственный морской университет им. адм. Г.И. Невельского" – заявка 2012125680 от 19.06.2012 г, опубл. 20.03.2014 г.
10. Хоменко, Д. Б. Использование программно-аппаратных средств в обработке радиолокационной информации / Д. Б. Хоменко // Сб. докладов 58-й межд. молод. науч.-техн. конф. "Молодежь-Наука-Инновации", 24-26 ноября 2010г. В 2 т. - Владивосток: Мор. гос. ун-т. – 2010. – Т.1. – С. 23–26.
11. Хоменко, Д. Б.; Акмайкин, Д. А. Учет динамических характеристик судов при маневрировании / ред. Д. Хоменко, Д. Акмайкин. – Сб. докл. XVI Intern. Conf. Modern Technique and Technologies (12-16 апреля 2010 г.): НИТПУ, 2010. – 280-282.
12. Solaris' information system for ship's navigation, using operational analysis of shipboard and satellite remote sensing data of hydrosphere and atmosphere / D. A. Akmaykin, D. B. Homenko, P.A. Salyuk [и др.]: SPIE Asia Pacific Remote Sensing: SPIE, 2014. – С. 926114.

Поступила в редакцию 9 февраля 2024 г.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

УДК 629.5.06

Перспективы применения различных видов альтернативных топлив в судовых энергетических установках

Рысев Владимир Дмитриевич,¹ rysev.vd@rs-class.org

Дрозд Михаил Сергеевич,² drozd.mikhail@rambler.ru

¹ Российский морской регистр судоходства, Дальневосточный филиал (Владивосток)

² МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

На данный момент одной из важных задач, стоящих перед человечеством, является снижение эмиссии парниковых газов с целью замедления темпов роста температуры на земле. Все сферы промышленности и транспорта вовлечены в решение этой проблемы, в том числе и морской сектор. Решить проблему на определенном судне можно за счет внедрения энерго-сберегающих технологий или перевода работы судна с нефтяного на альтернативный вид топлива. Данная статья рассматривает перспективы использования различных видов альтернативного топлива в судовых энергетических установках (СЭУ) с точки зрения энергетической плотности и объемов выбросов CO₂, образующихся при сжигании. Проведен анализ современного состояния и тенденций развития альтернативных видов топлив. Также обсуждается перечень мероприятий по переводу СЭУ существующего теплохода для работы на метаноле. Отдельное внимание уделяется вопросам модернизации главного двигателя. Проведен анализ нормативных документов по использованию метанола в качестве топлива. В результате проделанной работы определен наиболее перспективный вид альтернативного топлива и представлена, в общих чертах, методика модернизации систем судна и главного двигателя для работы на метанольном топливе.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, метанол, снижение выбросов, модернизация, глобальное потепление, морской сектор.

Perspectives for the use of various types of alternative fuels in marine power plants

Rysev Vladimir D.,¹ rysev.vd@rs-class.org

Drozd Mikhail S.,² drozd.mikhail@rambler.ru

¹ Russian Maritime Register of Shipping, Far Eastern branch (Vladivostok)

² Admiral Nevelskoy Maritime State University, Vladivostok

One of the important tasks facing humanity today is to reduce greenhouse gas emissions in order to slow down the rate of the Earth warming. All sectors of industry and transport are involved in

solving this problem, including the marine sector. It is possible to solve the problem on a certain vessel by introducing energy-saving technologies or replacing oil with an alternative type of fuel. This article examines the prospects for the use of various types of alternative fuels in marine power plants (MPPs), from the point of view of energy density and the volume of CO₂ emissions generated during combustion. The analysis of the current state and trends in the development of alternative fuels is carried out. A list of measures for the conversion of the existing ship's MPP to run on methanol is also being discussed. Special attention is paid to the modernization of ship main engine. The analysis of the regulatory documents on the use of methanol as marine fuel has been carried out. The most promising type of alternative fuel has been identified and, in general terms, the methodology for upgrading the ship's systems and the main engine to run on methanol fuel presented.

Keywords: energy efficiency, energy conservation, methanol, emission reduction, modernization, global warming, marine sector.

В настоящее время борьба с глобальным потеплением занимает приоритетное место в деятельности мирового сообщества. Для снижения уровня вредных промышленных выбросов предлагается множество мер различного характера: экономического, социального и технического. Тенденция развития требований к выбросам в морском секторе идет к ужесточению и заставляет судовладельцев искать пути решения проблемы. Самым адекватным способом сокращения эмиссии углекислого газа в морской отрасли по-прежнему остается переход на альтернативные виды топлива. А одним из наиболее действенных факторов стимулирования отказа от применения нефтяного топлива является применение налога на выбросы парниковых газов. Мировое сообщество нацелено на реализацию проектов по использованию альтернативного судового топлива: метанола, аммиака, водорода и других видов. Но для того, чтобы реализовать полномасштабный переход, необходимо обеспечить доступность альтернативных видов топлива, как в плане стоимости, так и в плане географического расположения бункеровочных станций.

Введение налога на выбросы, или так называемых рыночных мер, рассчитано на нивелирование разницы в стоимости между ископаемыми и альтернативными видами топлив. Дополнительно, это будет способствовать привлечению инвестиций в развитие топливной инфраструктуры и производства. Как правило, рыночные меры представляют собой прямое финансовое стимулирование или системы лимитов на выбросы, позволяющие продавать квоты при их избытке и покупать, если их не хватает.

В 2022 году состоялись переговоры Международной морской организации (ИМО) в отношении мероприятий по снижению выбросов парниковых газов, и государства подтвердили свою приверженность и поддержку разработки комплекса мер, включающего технические требования и экономические меры [1]. После обсуждений 2023 года будут приняты главные меры среднесрочного характера, а также утверждены временные рамки для внесения определенных изменений в Конвенцию MARPOL. Скорее всего, основной упор мероприятий будет делаться на: требования к содержанию парниковых газов в судовом топливе, введении квот на выбросы или системе торговли выбросами.

Последние заседания ИМО прошли с 03.07.2023 по 07.07.2023 года в ее штаб-квартире (Лондон). Итогом активных дебатов и переговоров на мероприятии стала обновленная Стратегия ИМО, направленная на снижение выбросов (Рез. МЕРС. 377 (80)). По сравнению с первоначальным вариантом Стратегии 2018 г. (МЕРС. 304 (72)), направленной на полное снижение выбросов парниковых газов с судов до конца текущего века, обновленная стратегия

предполагает полное прекращение таких выбросов. На заседании поставили цель «*достичь чистых нулевых выбросов к, или около, т.е. вблизи, 2050 года, с учетом различных национальных обстоятельств*» и достигли договоренности в части исключения жестких сроков из текста резолюции. Термин «чистые нулевые выбросы» создает предпосылки более широкого распространения на судах бортовых систем улавливания и хранения CO₂, а также других подобных средств.

Обновленная стратегия включает ожидаемый к 2030 году показатель использования топлива / технологий с низким или нулевым уровнем выбросов парниковых газов (не менее 5 % от общей доли топлива / технологий, используемых в международном судоходстве с перспективой роста до 10 %), а также промежуточные контрольные точки снижения выбросов относительно уровня 2008 года:

к 2030-му году – минимум на 20 %, стремясь к 30 %;

к 2040-му году – минимум на 70 %, стремясь к 80 %.

Для того, чтобы приблизиться к осуществлению цели, ИМО предпринимает шаги для стимулирования темпов перехода с ископаемых видов топлив на альтернативные виды. В 2021 г. приняты поправки к Приложению VI Конвенции MARPOL (MEPC.328 (76)) относительно краткосрочных мер для снижения выбросов парниковых газов (стандарты EEXI, система оценки СИ, более обширный SEEMP), которые предполагается пересмотреть к 2026 г. Планируется, что среднесрочные меры вступят в силу в 2027 г. (комбинация технологических и экономических компонентов). В контексте среднесрочных мер будет также использоваться принятое Комиссией по защите морской среды (КЗМС) «Руководство 80» по оценке выбросов парниковых газов на протяжении жизненного цикла судового топлива (Руководящие принципы по оценке интенсивности парниковых газов GHG на протяжении жизненного цикла морского топлива - Руководящие принципы LCA) (резолюция MEPC.377 (80)). Таким образом международное сообщество продолжает подталкивать отрасль к переходу на альтернативные виды топлива.

Среди новых источников энергии, потенциально применимых для судоходства, в настоящее время активно обсуждаются следующие виды: сжиженный природный газ (СПГ), метанол, этанол, сжиженный углеводородный газ (СУГ), сжиженный аммиак, сжиженный водород, биотопливо (биодизель), электробатареи [2].

Очевидно, для того, чтобы решить проблему выбросов CO₂, следует использовать виды топлива, которые не образуют CO₂ при сжигании: водород и аммиак. Именно за эти виды топлива выступают страны ЕС и ИМО. Для определения эффективности использования альтернативных видов топлива ниже представлена диаграмма, определяющая относительную плотность энергии альтернативных видов топлив ρ_d , иными словами, низшую теплотворную способность топлива, выделяемого при сгорании конкретного количества топлива в сравнении с теплотворной способностью дизельного топлива.

Относительная плотность по объему ρ_d получается путем умножения теплоты сгорания вещества на его плотность, деления на теплоту сгорания дизельного топлива и плотность дизельного топлива, т.е. единица представляет собой плотность энергии дизельного топлива [3].

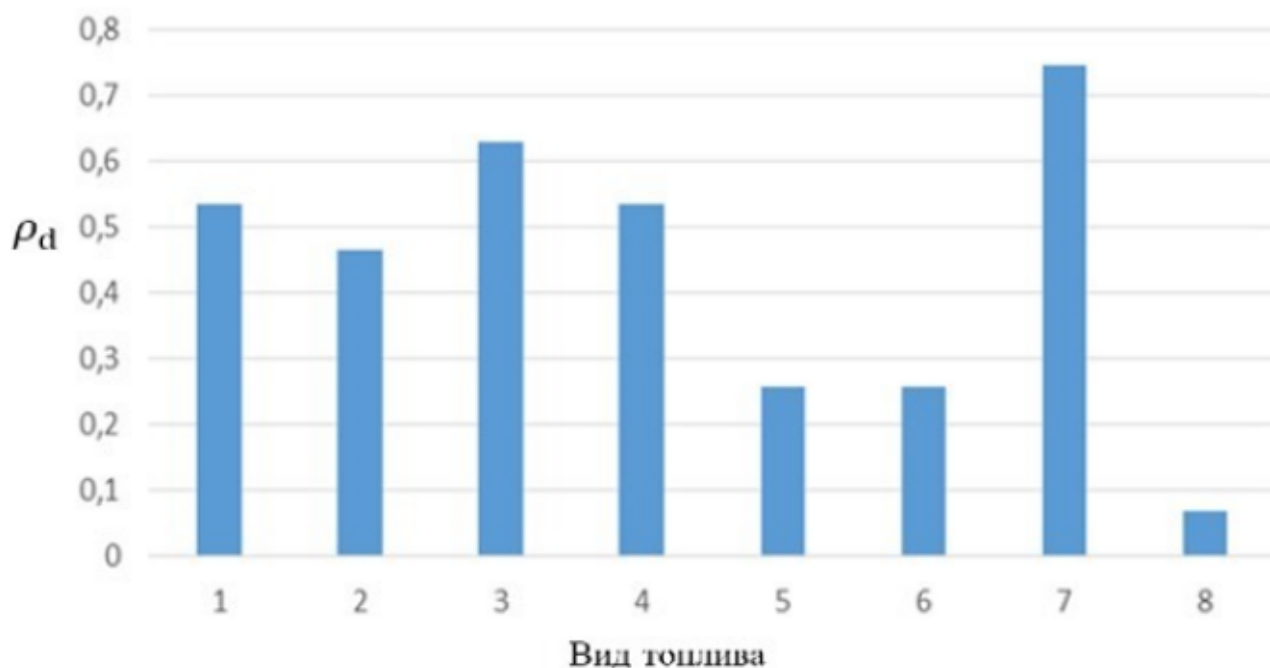


Рисунок 1 - Оценка эффективности применения различных видов топлива:
 1 – СПГ; 2 – метанол; 3 – этанол; 4 – СУГ; 5 – сжиженный аммиак; 6 – сжиженный водород;
 7 – биодизель; 8 – электробатареи

Из диаграммы видно, что энергетическая плотность дизельного топлива (по объему) на 40–70 % больше, чем у альтернативных видов топлив, в связи с этим на судне необходимо иметь запас альтернативного вида топлива в 1,4–1,7 раз больше, чем дизельного. Самыми непривлекательными видами топлива являются: водород, электрические батареи, аммиак. Самыми перспективными видами альтернативных видов топлива являются метанол, СУГ и СПГ. Однако следует учесть, что данная оценка принимает во внимание только объем используемого вещества и не принимает во внимание потери объема, необходимые для размещения на судне контейнеров, в которых хранится это вещество.

Последние полгода контейнеровозы на метаноле заказывают чаще, чем на СПГ. Суда с двухтопливными двигателями, использующими метанол либо СПГ, на сегодня составляют 40 % всего портфеля заказов. В том числе на метанол в данное время заказано 68 контейнеровозов суммарной емкостью 0,93 миллиона TEU, что составляет 12 % от общего числа заказов. Для справки, год назад такие суда составляли всего 1 % от общей вместимости заказанных контейнеровозов. Эти цифры свидетельствуют о том, что «зеленая» революция в судоходстве идет полным ходом, и перевозчики вкладывают огромные средства в то, чтобы модернизировать флот в соответствии с новой энергетической парадигмой.

Датская судоходная компания Moller-Maersk представила фото и видео перспективных проектов гигантских контейнеровозов, которые наряду с традиционным дизельным топливом с ультранизким содержанием серы смогут использовать углеродно-нейтральный метанол. По предварительным оценкам, стоимость одного такого судна составит 175 миллионов долларов, что на 10–15 % дороже обычного контейнеровоза такой же вместимости. Однако датский оператор считает, что эти дополнительные затраты будут вполне оправданными за счет использования гибридного силового агрегата. Согласно проектным расчетам, использование метанола в качестве альтернативного вида топлива позволит сократить затраты на традиционное горючее почти на 20 %.

Запасы метанола на судне будут храниться в специальных резервуарах общим объемом 16 тыс. м³. По расчетам специалистов компании Maersk, этого должно быть достаточно для выполнения кругосветного рейса без дозаправки, например, из Европы в Азию и обратно.

Основное количество верфей-строителей судов на метаноле сосредоточено в Южной Корее – HD Korea Shipbuilding & Offshore Engineering Co. и Samsung Heavy Industries Co. Они получили около 60 % заказов на строительство контейнеровозов в 2023 году. В качестве преимущества перед конкурентами они используют первенство в части новейших технологий. Наряду с Кореей, ведется строительство судов на метаноле и в Китае. Китайские верфи активно конкурируют с корейскими верфями, они используют конкурентные цены на суда и развитию сеть по производству метанола. Около 60 % производства метанола в мире сосредоточено в КНР. В январе 2024 года после модернизации вышло в рейс первое в Китае судно-бункеровщик метанола, имеющее объем танков 16000 м³. Таким образом, Китай набирает хороший темп по строительству судов, использующих альтернативные виды топлива для работы, и в ближайшей перспективе будет составлять равноценную конкуренцию остальным оппонентам.

На данный момент в России реализуются проекты по строительству заводов по производству метанола, выбрано два места: в Приамурье – г. Сковородино и в Приморье в г. Находка. Строительство ведется с 2019 года, планируемая дата завершения 2028 год. РФ стремится к лидерству в области производства альтернативных видов топлива и, учитывая масштабы и амбиции проектов, очевидно, что цели будут достигнуты.

Глобальный энергетический переход стал возможен благодаря быстрому развитию технологий в части альтернативных источников энергии. В этом отношении возобновляемые источники энергии играют незаменимую роль, составляя основу перехода к более устойчивому энергетическому будущему. Стоит понимать, что выбросы образуются не только при сжигании топлива, но и в процессе технологических процессов по преобразованию исходного сырья в промежуточный и конечный продукты. Хотя метанол является многообещающим альтернативным видом топлива, он также является одним из главных источников промышленной эмиссии двуокси углерода, которая дает 10 % всех выбросов мировой химической и нефтехимической промышленности. Несмотря на это, производство метанола быстро растет [4]. Основные методы производства метанола: переработка природного газа – на долю этого метода приходится 65 % от общего объема производства метанола в мире и переработка угля – 35 % мирового производства метанола. Эти технологические процессы являются очень энергоемкими и, следовательно, углеродоемкими. Но прогресс не стоит на месте. На данный момент существуют технологии, позволяющие производить «зеленый» метанол с минимальными выбросами углерода.

На 2020 год доля производства «зеленого» метанола составляла всего 0,2 %, согласно прогнозам, к 2050 году этот показатель увеличится до 50 %. Угроза штрафов, введения налогов и квот на выбросы парниковых газов станет стимулом для перехода к производству метанола.

Способы получения метанола:

Наиболее «зелёным» и самым дорогостоящим способом является каталитическая реакция атмосферного диоксида углерода с водородом, полученным с помощью электролиза [4].

Способ получения метанола

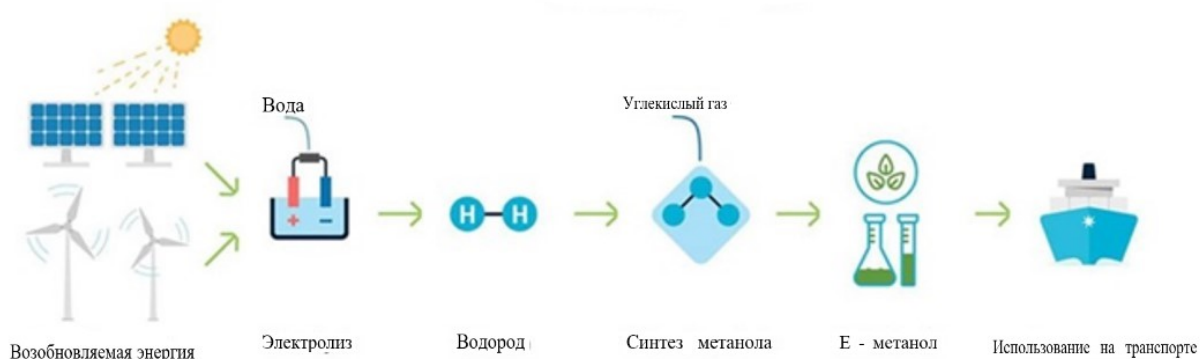


Рисунок 2 – Способ получения метанола

Самым перспективным материалом для получения «зеленого» метанола являются водоросли. Помимо водорослей, выделяют еще ряд материалов для его производства: сельскохозяйственные культуры, древесина и твердые бытовые отходы.



Рисунок 3 – Способ производства метанола с помощью биомассы

Помимо заказов на новые суда, производится модернизация существующих судов. Компанией Wartsila совместно с компанией Stena Teknik энергетическая установка судна была переоборудована для работы на метаноле. Установленное топливное оборудование позволило использовать четыре среднеоборотных двигателя Wartsila-Sulzer модели 8ZAL40S в двухтопливном режиме. На созданной энергетической установке впервые были выполнены практические исследования по применению метанола в качестве моторного топлива. В результате этих исследований была подтверждена возможность работы двигателей в условиях реальной эксплуатации, впервые выявлены преимущества и недостатки использования метанола, проверены технические решения и обоснованность их использования. По результатам замеров при работе главных двигателей судна Stena Germanica на метаноле выбросы оксида серы (SO_x) уменьшились на 99 %, оксида азота (NO_x) – на 60 %, двуоксида углерода (CO_2) – на 25 % и твердых частиц – на 95 % [3].

Самый серьезный конкурент для двигателей Wartsila - MAN-B&W Diesel A/S. Этот производитель имеет широкую линейку дизелей, способных работать как на ископаемых топливах, так и на альтернативных.

На данный момент есть небольшой опыт проектирования и эксплуатации судов, где используется метанол в качестве топлива. Не так давно Российский Морской Регистр Судоходства (РМРС) дополнил часть XVII Правил классификации и постройки морских судов. Данное дополнение особенно актуально в нынешнее время, оно содержит требование правил для судов, использующих метанол в качестве топлива. Принимая во внимание это обновление, можно определить перечень мероприятий по переоборудованию судна для работы на метаноле.

Переоборудование существующего судна необходимо осуществлять, исходя из физико-химических характеристик метанола. Теплота сгорания метанола на 40–50 % ниже, чем у нефтяного топлива, поэтому необходимо предусмотреть увеличенный объем цистерн для хранения метанола. Согласно правилам регистра, цистерны для хранения метанола следует устанавливать на расстоянии не менее 800 мм в корму от носовой переборки и обязательно выше переборки крайнего комового трюма. Емкости метанола должны быть окружены коффердамами.

Метанол имеет низкое значение температуры вспышки, что негативно сказывается на пожарной опасности, она находится в пределах 12–13 °С, поэтому при переоборудовании судна необходимо предусмотреть систему инертных газов, а также модернизировать систему вентиляции машинного отделения.

Осушительная система должна быть разделена на участки. Не допускается прокладывать участки системы через помещения, где теоретически метанола быть не должно. Также необходимо дооборудовать систему сточными цистернами, куда будут уходить возможные утечки и дренаж. Должна быть предусмотрена сдача содержимого этой цистерны на берег.

Топливная система ДВС также требует вмешательства. Необходима замена ТНВД. Топливные трубопроводы в машинном отделении требуется конструктивно изменить, они должны иметь герметичную оболочку в виде трубы, прокладка трубопровода должна осуществляться на расстоянии не менее 800 мм от борта судна, при этом они не должны проходить через жилые помещения. Расстояние между внутренней и наружной трубой должно вентилироваться инертной средой с кратностью не менее 30 воздухообменов в час и выходить на открытый воздух, при этом должно быть создано разрежение, также должен работать газоанализатор на предмет наличия паров метанола в анализируемой среде. Наряду с возможностью ручного перехода с метанольного топлива на нефтяное, необходимо предусмотреть автоматический возврат к нефтяному топливу при снижении мощности от среднего значения. Все имеющие уплотнения сочленений труб и соединения шлангов должны быть электрически заземлены.

Существует несколько способов применения метанола в качестве топлива для ДВС, работающих по циклам Дизеля и Тринклера – Сабате:

- использование растворов и эмульсий спиртов в дизельном топливе;
- использование системы отдельного или прямого впрыска спирта и дизельного топлива;
- конвертация двигателя для его работы по циклу Отто;
- впрыскивание метанола с присадкой, повышающей его цетановое число [3].

Метанол обладает различными свойствами, которые могут влиять на характеристики моторного масла, поэтому потребуется замена масла в главном двигателе на совместимое для работы на метаноле. Двигатели, работающие на метаноле, эксплуатируются при более высоких температурах. Масло должно иметь превосходную термостойкость и устойчивость к окислению, так как высокие температуры увеличивают вероятность деградации и образова-

ния вредных отложений. Для повышения эксплуатационных характеристик масла производители добавляют моющие и противоизносные присадки, сводя к минимуму износ деталей цилиндро-поршневой группы. Сгорание метанола также приводит к образованию кислых продуктов сгорания, что может ускорить старение масла. Регулярный анализ масла и контроль его характеристик позволит увеличить срок старения масла, а также двигателя в целом [5, 6].

В связи с пожароопасностью метанола, с целью защиты от огня и охлаждения поверхностей на открытой палубе, как правило, судно дооборудуют системой водяного орошения. При установке емкости запаса топлива на открытом участке палубы необходимо предусмотреть систему тушения спиртоустойчивой пеной типа AR/AFFF. При тушении пожара в машинном отделении будет достаточно одобренной стационарной системы пожаротушения.

Система вытяжной вентиляции также требует модернизации. При использовании метанола в качестве топлива наиболее опасно скопление его паров, данная опасность характерна для помещений подготовки топлива. Для того, чтобы минимизировать риски, кратность циркуляции в системе вентиляции должна быть не менее 30 объёмов воздуха в час [7]. Расположение всасывающих патрубков тоже имеет большое значение, они должны быть расположены так, чтобы предотвратить скопление паров метанолового топлива. Отверстия вытяжной вентиляции должны быть выведены на высоту как минимум трех метров над главной палубой и находиться на расстоянии не менее трех метров от ближайших воздухозаборников.

Системы сигнализации должны охватывать: систему бункеровки и систему мониторинга топливных цистерн, систему подачи топлива, при этом обеспечивая обнаружение паров метанола/этанола, обнаружение пожара, контроль параметров работы двигателя и производительности вентиляции.

Подводя итоги данной работы, можно сделать вывод, что постоянно усиливающиеся экологические требования к судам повлекут за собой быстрый рост повсеместного производства метанола. Стратегия ИМО предполагает значительное сокращение выбросов до 2050 года. Сейчас многие судовладельцы обратили внимание на самый доступный альтернативный вид топлива – метанол, и в дальнейшем их число будет только расти. Для переоборудования судна для работы на метаноле необходимо заменить ТНВД, установить топливные трубопроводы «труба в трубе», а также систему инертного газа, предусмотреть систему вентиляции, внедрить датчики обнаружения утечки метанола, дооборудовать станцию бункеровки, модернизировать систему пожаротушения и систему хранения метанола, адаптировать работу главного двигателя для работы на метаноле.

Метанол в силу ряда преимуществ может конкурировать с другими альтернативными видами топлива. Он не содержит серы, имеет очень низкое содержание твердых частиц, в отличие от СПГ, который выделяет диоксид углерода и метан. Аммиак и оксиды азота также являются парниковыми газами. По сравнению с имеющимися видами топлива, метанол обладает относительно высокой энергоэффективностью. Двигатели, резервуары для его хранения и заправки не требуют значительных изменений при его использовании. Положительно влияет на потенциальные возможности загрязнения в результате розливов его способность смешиваться с водой и способность морских организмов его разлагать. Поэтому в вопросе хранения метанола есть возможность перевозить его в балластных танках.

В настоящий момент это направление активно развивается, но пока морской сектор не готов к радикальному переходу на метанол. При этом, уже сейчас видны лидеры в области строительства судов, работающих на метаноле, а также в секторе производства метанола. Необходимо привлекать больше инвестиций в эти направления, оказывать поддержку мелким судовладельцам в повышении экологичности их флота. В дальнейшем требуется комплексное и масштабное развитие инфраструктуры для удобства пользования этим видом топлива.

Список литературы

1. Морской транспорт: требуется большее сокращение выбросов парниковых газов; международный орг. имеет план [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://journaltech.ru/morskoj-transport-trebuetsya-bolshee-sokrashhenie-vybrosov-parnikovyx-gazov-mezhdunarodnyj-org-imeet-plan/> (дата обращения: 21.12.2023).
2. Шурпяк, В. К. Анализ потребления альтернативных видов топлива на морских судах / В. К. Шурпяк, М. С. Богданов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2023. – №70/71. – С. 29–37.
3. Буянов, А. С. Анализ опыта применения метанола и этанола в качестве топлива на судах / А. С. Буянов, О. Н. Леонова, А. С. Реуцкий // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2021. – №64/65. – С. 91-97.
4. Борисов, М. Г. Роль и место метанола в энергетическом переходе / М. Г. Борисов // Восточная аналитика. – 2022. – № 13(4). – С. 113–125
5. Кича, Г. П. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания / Г. П. Кича // Химия и технология топлив и масел. – 1985. – № 2. – С. 28–30.
6. Кича, Г. П. Влияние очистки масел на их расход в дизельных двигателях / Г. П. Кича // Химия и технология топлив и масел. – 1986. – № 8. – С. 22–24.
7. РМРС Правила классификации и постройки морских судов, часть XVII «Дополнительные знаки символа класса и словесные характеристики, определяющие конструктивные или эксплуатационные особенности судна» М.: – РМРС, 2023. – 535 с.

Поступила в редакцию 13 февраля 2024 г.

Расчёт мощности главной пропульсивной установки глиссирующего катера с гребными винтами Арнесона

Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, sobolenko_a@mail.ru

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

В статье приводится расчёт ходкости цельносварного алюминиевого катера с двумя винторулевыми приводами типа ARNESON ASD12B-1-S. Описаны особенности гребных винтов типа «Арнесон» и приведена их фотография. Данные винты предназначены для работы в суперкавитирующем режиме и используются на быстроходных глиссерных судах. Изложена методика расчёта мощности пропульсивной установки глиссирующего катера и выполнен расчёт соответствия мощности штатной энергетической установки катеру. Установлено, что при имеющейся суммарной мощности двух главных двигателей $2 \times 327 \text{ кВт} = 654 \text{ кВт}$ будет гарантировано обеспечиваться скорость глиссирования 70 км/ч, при условии чистого корпуса и чистого гребного винта. Расчёт выполнен по методике с использованием диаграмм модельных испытаний применительно к глиссирующим быстроходным катерам.

Ключевые слова: гребной винт Арнесона, глиссирующий катер, мощность энергетической установки

Calculation of the power of the main propulsion unit planing boat with Arneson propellers

Sobolenko Anatoly N., sobolenko_a@mail.ru

Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

The article provides a calculation of the performance of an all-welded aluminum boat with two rudder drives of the ARNESON ASD12B-1-S type. The features of Arneson-type propellers are described and their photograph is provided. These propellers are designed to operate in supercavitating mode and are used on high-speed planing vessels. A methodology for calculating the power of the propulsion system of a planing boat is outlined and a calculation is made of the correspondence of the power of the standard power plant to the boat. It has been established that with the available total power of the two main engines $2 \times 327 \text{ kW} = 654 \text{ kW}$, a planing speed of 70 km/h will be guaranteed, provided that the hull is clean and the propeller is clean. The calculation was carried out using a method using model test diagrams in relation to planing fast boats.

Key words: Arneson propeller, planing boat, propulsion power

Объект исследования

Скоростной катер – цельносварной алюминиевый катер с двумя винторулевыми приводами типа ARNESON ASD12B-1-S. Моторное отделение расположено в кормовой части катера включает в себя два дизеля марки Detroit-Diesel 6V92TA.

Основные характеристики катера приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики катера

№ п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Величина
1	Длина максимальная	м	13,4
2	Длина между перпендикулярами	м	11
3	Ширина	м	3,45
4	Осадка	м	0,55
5	Водоизмещение	т	8,9
6	Вес	т	5,4
7	Гребные винты	-	ВФШ
8	Диаметр гребного винта	м	0,7
9	Число лопастей	шт.	4
10	Мощность одного главного дизеля (с информационной таблички двигателя)	кВт	327
11	Номинальная частота вращения	мин ⁻¹	2170
12.1	Частота вращения гребного винта	мин ⁻¹	1446,7
12.2	Частота вращения гребного винта	с ⁻¹	24,1
13.1	Скорость катера по проекту	км/ч	70-90
13.2	Скорость катера по проекту	м/с	19,44–25

Данный катер оснащён двумя четырёхлопастными гребными винтами полупогружного типа фирмы Арнесон (или одобренной компании-партнера) диаметром 0,7 м [5]. Внешний вид гребных винтов представлен на рисунке 1.

Условия работы гребного винта с приводом Арнесона, когда в воде оказывается погруженным только 40 ÷ 60 % часть его диаметра, требуют применения винтов специальной геометрии. Они имеют небольшой угол наклона лопастей; дисковое отношение варьируется в пределах $\theta = 0,7 \div 1,05$. Профиль сечения лопастей – выпукло-вогнутый с лункой, смещённой к выходящей кромке, и заострённой входящей кромкой. Корни лопастей более толстые, чем на обычных винтах, чтобы без усталостных разрушений противостоять циклической нагрузке на изгиб – ведь упор приложен у конца лопасти в течение короткого времени, когда она пересекает поверхность воды. Контур лопасти проектируется таким образом, чтобы при её

входе в воду гидродинамические силы нарастали не мгновенно, в виде удара о поверхность воды, а постепенно, хотя речь идёт о тысячных долях секунды [2].



Рисунок 1 – Внешний вид штатных гребных винтов Арнесона

Расчёт соответствия штатной энергетической установки катеру

Чтобы определить соответствие штатной энергетической установки катеру выполним следующие расчёты

Расчётная скорость потока в диске гребного винта [4, 7]

$$v_p = 0,514 \cdot (1 - \omega) \cdot v_s, \text{ м/с.} \quad (1)$$

Коэффициент попутного потока ω определяется по формуле для глиссирующих катеров [4]

$$\omega = 0,5 v^2, \quad (2)$$

$$\text{где } \vartheta = \frac{\vartheta^0}{57,3} = \frac{15}{57,3} = 0,261, \quad (3)$$

$\vartheta^0 = 15$ – Trim Angle Degree [5]

$$\omega = 0,5 \cdot 0,261^2 = 0,034. \quad (4)$$

Значения расчётной скорости потока в диске гребного винта

$$\begin{aligned} v_p &= (1 - 0,034) \cdot 70/3,6 = 18,8 \text{ м/с.} \\ v_p &= (1 - 0,034) \cdot 50/3,6 = 13,4 \text{ м/с.} \\ v_p &= (1 - 0,034) \cdot 30/3,6 = 8,05 \text{ м/с.} \\ v_p &= (1 - 0,034) \cdot 10/3,6 = 2,7 \text{ м/с.} \end{aligned}$$

Для глиссера число Фруда $Fr = v_p / \sqrt{g^3 \Delta / \gamma}$ (5)

Мощность пропульсивной установки для глissера [1]

$$N = \frac{g \cdot \Delta \cdot v}{K\eta} \quad (6)$$

где $K\eta$ – суммарное пропульсивное качество глissерного катера [1]. Графики $K\eta$ для реданных и безреданных катеров приведены на рис. 2. Результаты расчёта мощности пропульсивной установки катера приведены в табл. 1.

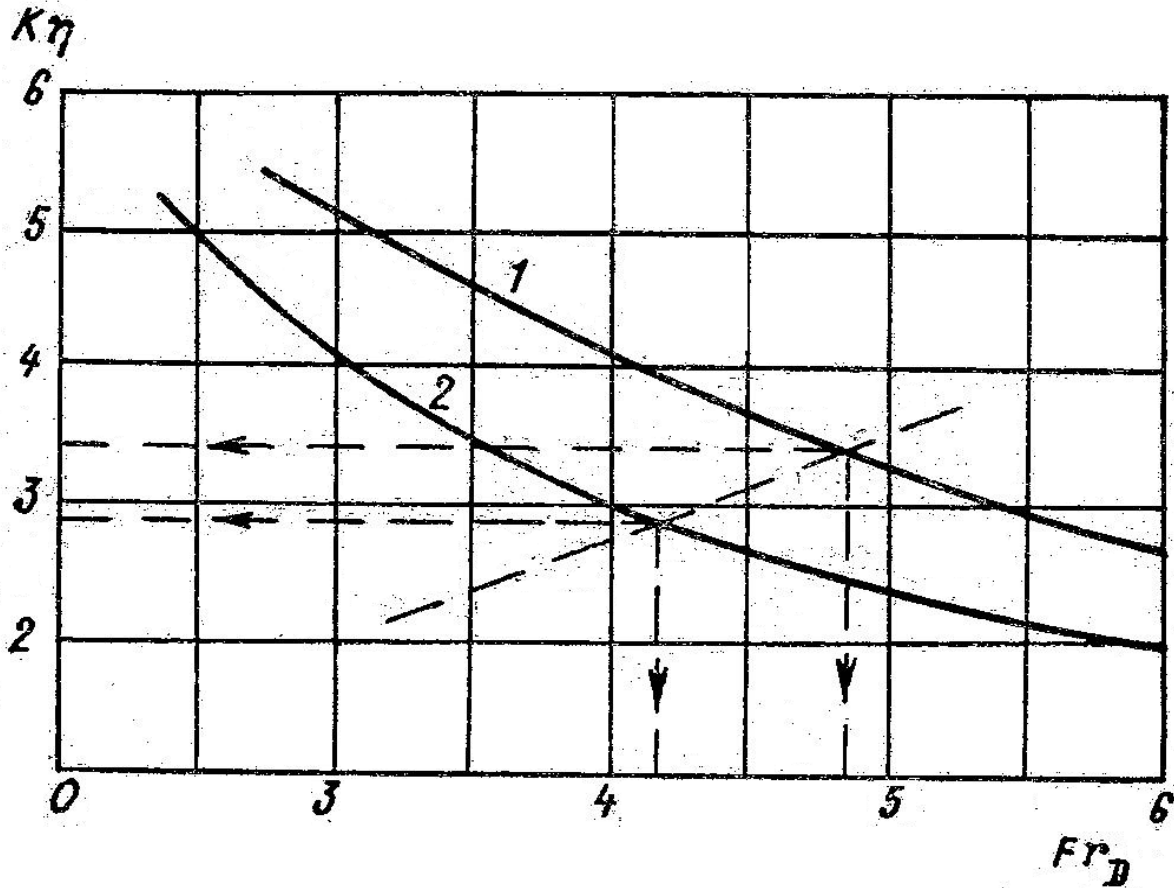


Рисунок 2 – Зависимость суммарного пропульсивного качества глissерного катера от числа Фруда: 1, 2 – для реданных и безреданных катеров, соответственно [1].

Таблица 1

Результаты расчёта мощности пропульсивной установки катера

Скорость, V , км/ч	70	62	50	30	10
Скорость, V_p , м/с	18,8	17,2	13,4	8,05	2,7
Число Фруда Fr (формула 5)	4,2	3,83	3,0	1,8	0,6
Коэффициент пропульсивного качества $K\eta$ (рисунок 1)	2,7	3,0	4	4,7	6,0
Суммарная мощность пропульсивной установки N (по формуле 6)	608	500	292	149,5	39,2

Заключение

При имеющейся суммарной мощности двух главных двигателей $2 \times 327 \text{ кВт} = 654 \text{ кВт}$ будет гарантировано обеспечиваться скорость глиссирования 70 км/ч , при условии чистого корпуса и чистого гребного винта [3].

Список литературы

1. Ваганов А. М. Проектирование скоростных судов. Л.: Судостроение, 1978, - 279 с.
2. ГОСТ 805481. Межгосударственный стандарт винты гребные металлические. Общие технические условия. Propellers metal. General specifications.
3. Правила технической эксплуатации судовых дизелей. –СПб.-М.: Гипрорыбфлот-Сервис-SPSL. Русская панорама, 199. –168 с.
4. Хейфец Л. Л. Гребные винты для катеров. Л.: Судостроение, 1976, - 180 с.
5. Описание ASD12 ARNESON Surface drive. Technical Data ASD12B1LU.
6. Романенко Л.Л., Щербаков Л.С. Моторная лодка. Л.: Судостроение, 1971,с 448.
7. Соболенко А.Н., Симашов Р.Р. Судовые энергетические установки: дипломное проектирование. Учебное пособие: –М.: Моркнига. Ч. I, 2015. –425 с

Поступила в редакцию 25 марта 2024 г.

Лазерный торсиометр для измерения и контроля эффективности судовых энергетических установок

Стаценко Владимир Николаевич, д.т.н., профессор, statsenko_vni@dvfu.ru

Петросьянц Виктор Владимирович, к.т.н., профессор, petrosyants.vv@dvfu.ru

Политехнический институт, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

Представлен разработанный авторами статьи торсиометр, основанный на измерении угла закручивания торсионного вала. Для измерения угла используется лазер и система зеркал, установленных на этом валу. Зеркала закреплены на концах вала под разными углами относительно оси вала и его радиуса. Благодаря этому отметка лазера при закручивании торсионного вала перемещается по линейной шкале вдоль продольной оси вращающегося вала. Проведенные эксперименты позволили найти зависимость угла наклона траектории лазерного луча относительно линии шкал и соответственного перемещения лазерного луча на этой шкале.

По представленной методике произведены расчеты величины перемещения лазерного луча на шкале торсиометра для торсионного вала длиной 1 м и диаметром 0,124 м, выполненного из рессорно-пружинной стали 50ХФА в зависимости от мощности двигателя.

Ключевые слова: лазер, торсиометр, зеркала, лазерный луч, торсионный вал, угол закручивания, шкала.

Laser torsionmeter for measurement and control efficiency of ship power plants

Statsenko Vladimir N., Doctor of Technical Sciences, Professor, statsenko_vni@dvfu.ru

Petrosyants Viktor V., Ph.D., professor, petrosyants.vv@dvfu.ru

Polytechnical Institute, Far Eastern Federal University, Vladivostok

A torsionmeter developed by the authors of the article is presented, based on measuring the angle of twist of the torsion shaft. To measure the angle, a laser and a system of mirrors mounted on this shaft are used. The mirrors are fixed at the ends of the shaft at different angles relative to the shaft axis and its radius. Due to this, when the torsion shaft is twisted, the laser mark moves along a linear scale along the longitudinal axis of the rotating shaft. The experiments carried out made it possible to find the dependence of the angle of inclination of the laser beam trajectory relative to the scale line and the corresponding movement of the laser beam on this scale.

Using the presented method, calculations were made of the amount of movement of the laser beam on the torsionmeter scale for a torsion shaft with a length of 1 m and a diameter of 0.124 m, made of spring steel 50HFA, depending on the engine power.

Key words: laser, torsionmeter, mirrors, laser beam, torsion shaft, twist angle, scale.

Судовые энергетические установки имеют высокие показатели энергопотребления на пропульсивные (движение судна) и на общесудовые нужды. Мощность двигателя определяется по зависимости [3, 4]

$$N_e = Q_n * G_T * \eta_i * \eta_m, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где Q_n – теплотворная способность топлива, кДж/кг; G_T – расход топлива, кг/с; η_i , η_m – индикаторный и механический КПД двигателя.

В процессе эксплуатации двигателя происходит изменение его технического состояния (износ втулок, поршневых колец, деталей топливной аппаратуры – насоса высокого давления, форсунок и др.), возможны ненадлежащая настройка двигателя, нарушение правил эксплуатации, при этом снижается эффективность, т.е. индикаторный КПД двигателя. В этом случае необходимая мощность двигателя обеспечивается перерасходом топлива, что было отмечено в [2, 9]. Так, для судового двигателя фирмы МАК с эффективной мощностью 4 МВт при снижении КПД на 1% перерасход топлива может составлять до 20 кг/ч=480 кг/сут. Соответственно увеличиваются выбросы в атмосферу углеводородов C_nH_m , окислов углерода CO , альдегидов, сажистых частиц и т.п.

Цель настоящей статьи – представить разработку устройства для регулярного измерения и контроля эффективной мощности двигателя в процессе эксплуатации.

Описание технического решения

Измерение эффективной мощности N_e (Вт) связано с определенными сложностями, обычно ее определяют по крутящему моменту $M_{кр}$ (Н·м) и угловой скорости вращения вала ω (рад/с)

$$N_e = M_{кр} \cdot \omega. \quad (2)$$

Частота вращения вала ω легко измеряется с помощью тахометра, а для измерения крутящего момента $M_{кр}$ используются существующие методики, основанные на измерении угла скручивания вала при приложении к нему мощности.

Крутящий момент определяется по зависимости [4, 13]:

$$M_{кр} = \frac{\pi d^4 E \theta}{32l}, \quad (3)$$

где θ – угол закручивания, рад; l – расстояние на валу в пределах скручивания, м; d – диаметр вала, м; E – модуль упругости материала, Па.

В настоящее время разработаны устройства для измерения угла скручивания – торсиометры. Их работа основана на использовании стробоскопического эффекта, емкостного и тензометрического преобразователей угла закручивания [13], а также на применении схем фазочувствительного и магнитоупругого измерителей крутящего момента [5, 10]. Недостатком известных фотоэлектрических торсиометров [6, 7, 8], применяемых для определения крутящего момента вала, является чувствительность прибора к изменению интенсивности излучения источника света вследствие изменения напряжения источника питания, а также влияние на результаты измерения светового потока теней, полутеней и завета, которые изменяются при увеличении скорости вращения вала [3].

Торсиометр, представленный в [1] имеет измерительную шкалу с делениями и лазерное средство снятия отсчета. При приложении крутящего момента M происходит закручивание вала и с помощью лазерной отметки снимается изменение отсчета по шкале. Недостаток этого устройства - позволяет измерять крутящий момент на неподвижном валу или при небольшой скорости вращения. Все представленные методики сложны, ненадежны и практически не применяются на практике.

В настоящей работе для измерения угла закручивания вала предлагается использовать авторский метод с измерением смещения лазерного луча через систему двух зеркал, расположенных на разных концах торсионного вала, при этом шкала выведена наружу корпуса торсиометра. [11].

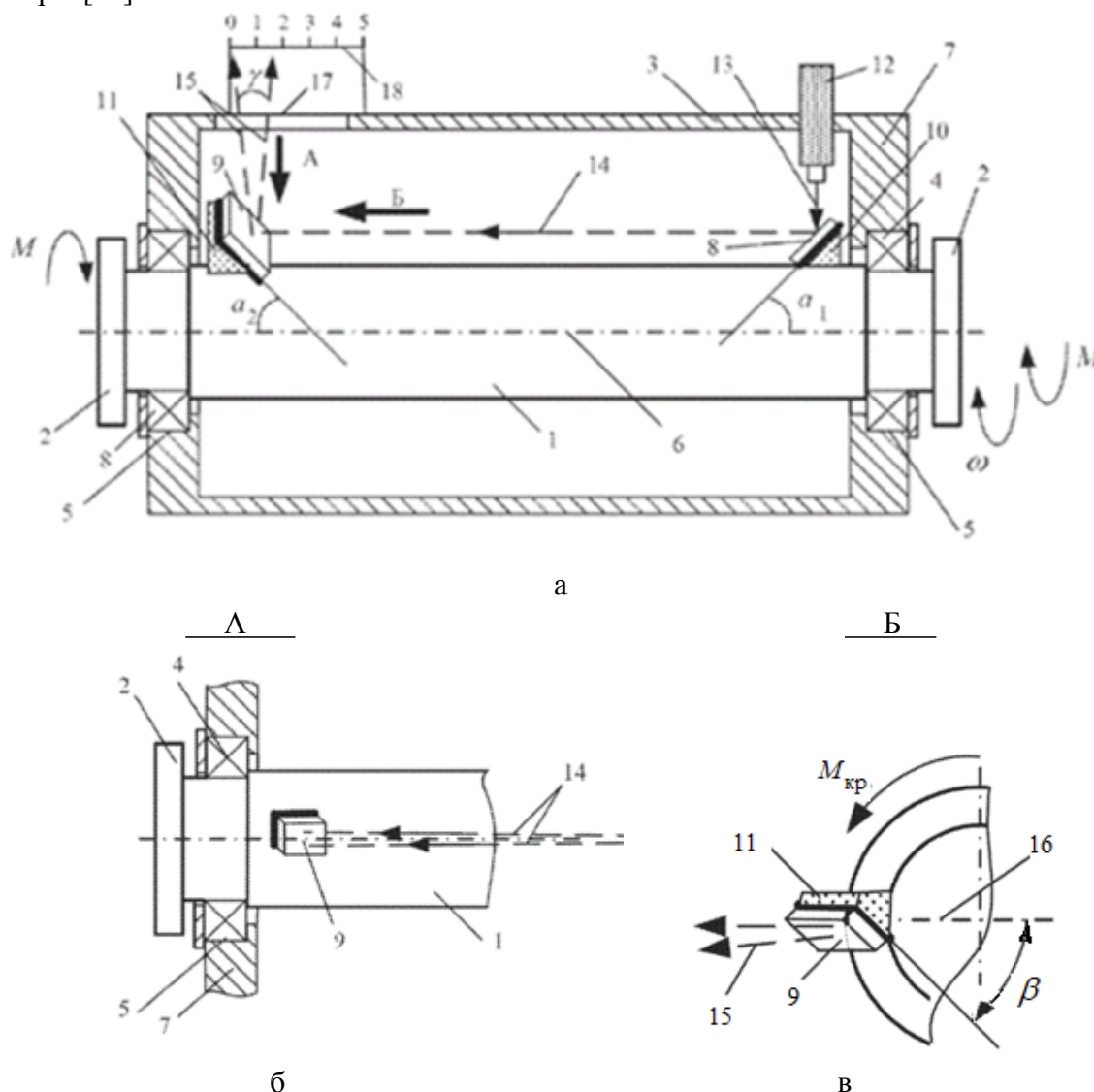


Рисунок 1. Схема лазерного торсиометра

1 – вал; 2 – фланцы; 3 – корпус; 4 – подшипник; 5 – отверстие; 6 – ось вращения; 7 – торцы; 8, 9 – зеркала; 10, 11 – крепления; 12 – лазер; 13, 14, 15 – луч лазера; 16 – радиус вала; 17 – отверстие; 18 – шкала

Лазерный торсиометр (рис.1) содержит вал 1 с фланцами 2, который закреплен в корпусе 3. Корпус выполнен соосным с валом, который установлен в подшипниках качения 4, закрепленных в торцевых стенках 7 корпуса, при этом подшипники качения зафиксированы от перемещения вдоль вала.

Средство снятия отсчета включает два зеркала 8 и 9, установленных на валу 1 с помощью креплений 10 и 11 у торцевых стенок корпуса и лазер 12, установленный на стенке корпуса с возможностью формирования луча 13 в плоскости перпендикулярной оси вращения вала и возможностью попадания луча на первое зеркало 8, установленное под углом $\alpha_1=45^\circ$ к оси вращения вала. Второе зеркало 9 установлено с возможностью падения на него луча 14 отраженного от первого зеркала 8 и возможности его отражения в плоскости под углом $\alpha_2=15-45^\circ$ к оси вращения вала (чем меньше этот угол, тем

точнее измерения) и под углом $\beta=45^\circ$ к радиусу 16 вала в точке закрепления этого зеркала.

Вдоль образующей корпуса 3 выполнено отверстие 17, вдоль него закреплена линейная измерительная шкала 18 с делениями, на ноль которой ориентирован отраженный от второго зеркала луч 15 лазера при отсутствии вращения вала.

Для увеличения деформации (угла закручивания) вал может выполняться не круглого сечения, а в виде пластины (плоский вал) [12].

Методика измерения параметров

Устройство работает следующим образом (рис.2).

При вращении вала и подведении к нему крутящего момента M от лазера его луч направляется на первое зеркало 8. Отраженный от него лазерный луч 14 движется вдоль оси вращения вала и попадает на второе зеркало 9 и при закручивании вала перемещается по нему в направлении его вращения на величину b_2 . Благодаря наклону зеркала 9 в двух плоскостях отраженный лазерный луч 15 перемещается по наклонной траектории относительно шкалы 18 под углом γ , его наклон определяется углом α_2 . Но при вращении вала это перемещение фиксируется только как движение метки лазерного луча 15 на угол γ вдоль делений измерительной шкалы, т.е. вдоль оси вращения вала на величину b .

Величина этого отклонения пропорциональна величине закручивания вала, удалению измерительной шкалы от второго зеркала 9, расстоянию между зеркалами 8 и 9, а также при уменьшении угла α_2 .

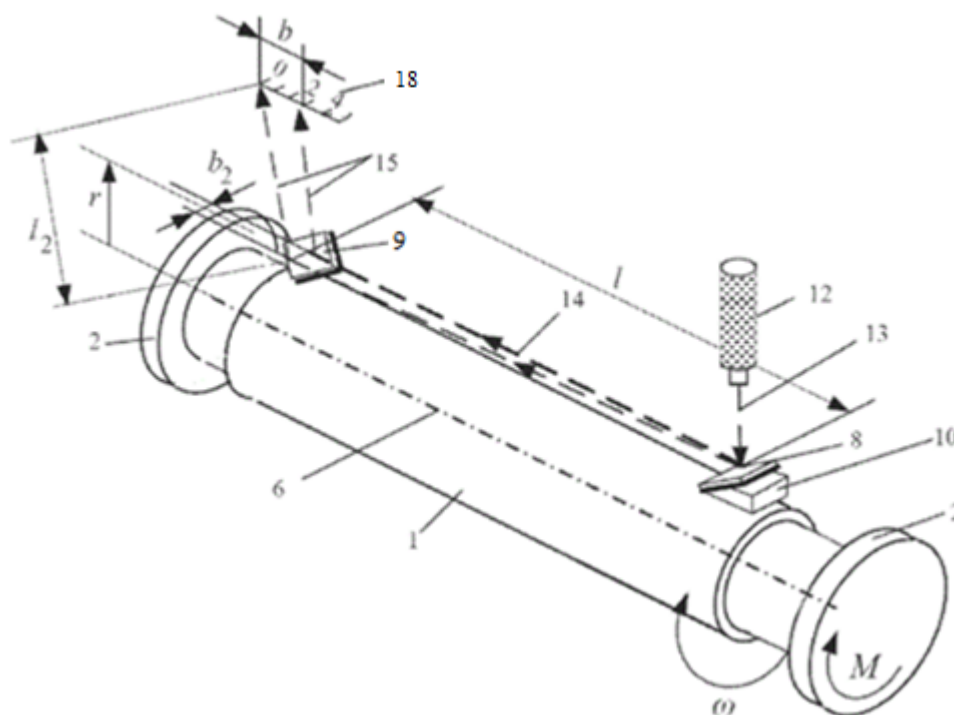


Рис. 2. Схема работы лазерного торсиометра

Для расчета угла закручивания вала θ измеряется величина перемещения b лазерного луча 15 на шкале 18 и рассчитывается величина его перемещения в зеркале 9 в плоскости вращения по горизонтальной координате

$$b_2 = b \cdot \operatorname{tg} \delta \frac{l}{l + l_2}, \quad (4)$$

где $\delta = 0,89\alpha_2 + 13$, град - угол наклона траектории лазерного луча относительно линии шкалы; l - расстояние между зеркалами 8 и 9 по линии лазерного луча, м; l_2 - расстояние между зеркалом 9 и шкалой 18 по линии лазерного луча, м; α_2 – угол установки зеркала 9 (рис.1), град.

Угол закручивания вала θ определяется по зависимости

$$\theta = \frac{b_2}{r}, \text{ рад}, \quad (5)$$

где b_2 - величина перемещения стрелки на шкале; r – радиус - расстояние от центра вращения вала до лазерного луча на зеркале 9.

По полученному значению угла закручивания вала производится расчет крутящего момента по формуле (3), мощности – по (2).

Достоинство предлагаемого торсиометра заключается в том, что применение лазерного луча для фиксации показаний позволяет измерять крутящий момент в период вращения вала.

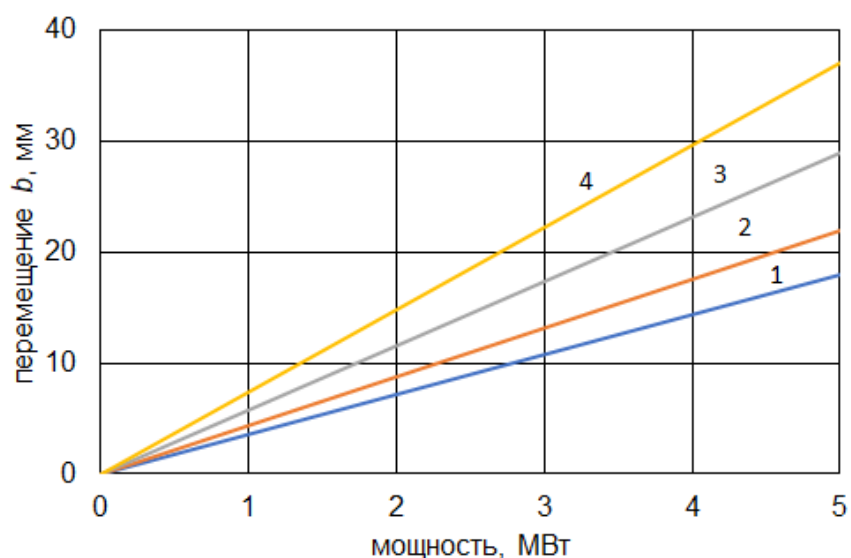


Рис. 3. Величина перемещения лазерного луча на шкале,
 $\alpha_2=30$ °С; $d=0,124$ м, $l_1=1,0$ м
 1 - $l_2=0,2$ м; 2 - $0,5$ м; 3 – $1,0$ м; 4 – $1,5$ м

Результаты расчета по представленной методике величины перемещения лазерного луча на шкале торсиометра для торсионного вала диаметром $d=0,124$ м, выполненного из рессорно-пружинной стали 50ХФА при $\alpha_2=30$ °С; $l_1=1,0$ м и различных l_2 представлены на рис 3. Эти данные показывают, что при увеличении мощности двигателя с 1 до 4 МВт при длине лазерного луча от второго зеркала до шкалы $l_2=0,2$ м перемещение лазерного луча на шкале увеличивается с 4 до 14 мм, а при $l_2=1,5$ м – с 8 до 30 мм.

Заключение

Представленная схема торсиометра обладает рядом преимуществ:

- результаты измерения мощности снимаются в рабочем состоянии на линейной шкале по лазерной отметке;
- схема измерения не влияет на работу основного вала;
- простота исполнения и надежность конструкции;
- возможность компактного исполнения: варьируя размеры профиля вала, можно увеличивать или уменьшать угол закручивания, что сказывается на размерах самого устройства;

- возможно применение данной схемы на судовых валопроводах большой длины и измерения крутящего момента и мощности судовых энергетических установок в процессе эксплуатации.

Список литературы

1. Афанасьев А.М., Марьин В.А. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов // — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во "Наука", 1975. — 287 с.
2. Варбанец Р.А., Кучеренко Ю.Н., Кырнац В.И., Жолтиков Е.И. Технологические карты научных исследований в задачах мониторинга и параметрической диагностики судовых дизелей // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Морская техника и технология. 2016. № 1. С. 47–59.
3. Воронцов А.В. Аналитический обзор датчиков крутящего момента // Казанская наука. 2011. № 2. С. 30–31.
4. Гапонов В.Л., Гуринов А.С., Дудник В.В. Измерение крутящего момента на вращающихся валах // Вестник Донского гос. техн. ун-та. 2012. № 1. С. 25–32.
5. Гармаш С. А. Влияние эксплуатационных факторов на мощность и экономичность паротурбинной установки морского газовоза: автореф. ... дис. канд. техн. наук / МГУ им. Адм. Г.И. Невельского. Владивосток, 2012. 23 с.
6. Горожанкин С.А., Савенков Н.В., Степаненко Т.И. Установка для стендовых испытаний автомобильных ДВС на неустановившихся режимах работы // Вісник СевНТУ. 2014. № 152. С. 119–122.
7. Кирюха В.В., Горбенко Ю.М., Яблокова В.С. Методы контроля и измерения скручивания вала // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток, 2018. С. 256–258.
8. Корганова О.Г., Кузнецова В.А. Метод измерения вязкости по скорости вращения электродвигателя // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. 2015. № 1(45). С. 198–201.
9. Маслов И.З. Диагностирование судовых технических средств и пути совершенствования методов диагностирования // Worldscience. 2018(1);2:41–54.
10. Росляков А.Д., Бурлий В.В., Бит-Зая А.В. Применение устройств измерения крутящего момента при бурении нефтяных и газовых скважин // Расходометрия. Мир измерений. 2007. № 5. С. 9–13.
11. Стаценко В.Н., Сухорада А.Е. Торсиомер. Патент на изобретение №2681663, заявка № 2018115271, приоритет изобретения 25.04.2018 г., дата регистрации 12.03.2019 г.
12. Стаценко В.Н., Петросьянц В.В. Фотоэлектрический торсиомер для измерения и контроля эффективности судовых энергетических установок // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2019. № 2(39). С.82-89. <https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/c37/2019-2-10.pdf>
13. Шарапов В.М., Полищук Е.С., Кошевой Н.Д., Ишанин Г.Г., Минаев И.Г., Совлуков А.С. Мир электроники. Датчики. М.: Техносфера, 2012. 624 с.

Поступила в редакцию 25 марта 2024 г.

Проблемы реализации проекта «Цифрового Шёлкового пути» Китая

Баранникова Анастасия Олеговна, к.и.н., aobarannikova@gmail.com

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

Цифровизация, которая на данный момент является одним из национальных приоритетов Китая, не могла не затронуть сектор транспортно-логистических услуг в целом и такие мегапроекты, как «Один пояс - один путь» в частности. В результате на первый план выходит такая составляющая, как Цифровой шелковый путь. Тем не менее, несмотря на положительные стороны цифровизации, внедрение ЦШП несет и определенные риски для стран-участниц.

Ключевые слова: Цифровой шелковый путь, «Один пояс - один путь», Китай, цифровой суверенитет, цифровое неравенство

Challenges in implementing the China Digital Silk Road project

Anastasia O.Barannikova, Ph.D., aobarannikova@gmail.com

Admiral Nevelskoy Maritime State University, Vladivostok

Digitalization is currently one of China's national priorities, and it could not but affect its transport and logistics sector in general and such megaprojects as "One Belt - One Road" in particular. As a result, such a component as the Digital Silk Road comes to the fore. However, despite the positive aspects of digitalization, the implementation of the Digital Silk Road also carries certain risks for the participating countries.

Key words: Digital Silk Road, One Belt - One Road, China, digital sovereignty, digital inequality

В последние годы Китай прилагает активные усилия к тому, чтобы стать мощной технологической сверхдержавой. Подъем цифровой экономики рассматривается китайским правительством в качестве ключевого фактора будущего развития страны. Планы по цифровизации как катализатора социально-экономического развития отражены в ряде документов, например, в стратегии «Сделано в Китае - 2025», концепции «Интернет +» и Плане развития цифровой экономики на 14-ю пятилетку (2021-2025 гг.), который реализуется в стране в данный момент. Лозунг китайского правительства "Ускорить цифровое развитие и построить цифровой Китай" подразумевает цифровизацию всех сфер жизни страны - экономики и промышленности, сельского хозяйства, медицины, транспорта, а также построение цифрового

общества, цифрового правительства, создание "умных" городов, портов и цифровых деревень, совершенствование кибербезопасности и т. д. Успешным примером цифровизации экономики является цифровой юань (e-CNY), благодаря внедрению которого Китаю удалось создать суверенную экосистему розничных расчетов, которая полностью контролируется правительством страны и защищена от санкционных рисков.

Естественно, цифровизация затронула и рынок транспортно-логистических услуг, который для Китая, как крупнейшего экспортера и участника глобальных логистических цепочек, имеет особо важное значение. Объем китайского рынка транспортно-логистических услуг в 2022 г. оценивался в 440 млрд долларов США (третье место после США и ЕС) [1]. Такие тенденции, как развитие в стране электронной коммерции и рост объемов онлайн-продаж с одной стороны и расширение глобальных торговых связей с другой требуют диверсификации логистических решений. С целью оптимизации и автоматизации процессов и снижения затрат в логистике активно внедряются цифровые технологии, «умные» логистические цепи поставок, активно строятся "умные" порты. В числе таких высокоавтоматизированных портов морской порт Нинбо-Чжоушань, использующий облачные технологии и 5G, интеллектуальный контейнерный терминал в Тяньцзине, порты Мавань, Гуанчжоу, Циндао и другие. Применение ИТ позволяет оптимизировать численность персонала, операторов и выбросы углерода, что параллельно решает и такие актуальные для Китая проблемы, как экологические, демографические и проблему удорожания рабочей силы.

Действующими планами и стратегиями китайского правительства предусмотрено также внедрение информационных технологий в крупные инфраструктурные и транспортные проекты. Среди проектов международного масштаба особое место занимает инициатива «Один пояс - один путь» (далее - «Пояс и Путь»), которая служит одним из инструментов продвижения глобального лидерства Китая. Данный мегапроект предполагает объединение и развитие сухопутных и морских торговых путей, связывающих Китай со странами Юго-Восточной Азии, Африки, Ближнего Востока и Европы, строительство транспортной инфраструктуры, устранение торговых и таможенных барьеров и т. д. По состоянию на январь 2023 года, 151 страна и 32 международные организации подписали с Китаем документы о сотрудничестве по проекту. За десять лет реализации инициативы товарооборот Китая со странами вдоль маршрута увеличился с 1,04 трлн до 2,07 трлн долларов США [9].

На протяжении нескольких лет инициатива эволюционировала и дополнилась такими ответвлениями, как «Полярный» и «Зеленый» Шелковые Пути, «Шелковый путь здоровья» и «Цифровой Шелковый путь» (ЦШП), который и будет рассмотрен в данной статье.

Проект создания ЦШП был одобрен китайским правительством в 2017 году, когда председатель КНР Си Цзиньпин в ходе Форума международного сотрудничества «Пояс и Путь» отметил, что инициатива должна стать «дорогой инноваций» и «Цифровым Шёлковым путем XXI века» [5]. Проект ЦШП предполагает развитие вдоль маршрутов «Пояса и Пути» электронной торговли, Интернета, технологий больших данных, спутниковой навигации, облачных вычислений и искусственного интеллекта. Проектом предусмотрено создание цифровой инфраструктуры от телекоммуникаций и «умных» городов в Азии и Африке до проектов 5G связи в Европе. В настоящий момент Китай заключил с 16 странами соглашение о сотрудничестве по созданию ЦШП, также достигнуты договоренности с 7 странами по сотрудничеству в цифровой экономике [3].

Как правило, при рассмотрении аспектов реализации проекта ЦШП акцент делается на его положительных сторонах. Действительно, внедрение ИТ вдоль «Пояса и Пути» позволит осуществлять прогнозирование и контроль процессов, оптимизировать маршруты и логистику, повысить безопасность грузовых перевозок, и т. д. Помимо очевидных выгод для самого Китая (перспективы выхода китайских компаний на новые рынки), проект сулит весомые бо-



Рисунок 1 - «Один пояс - один путь» (Источник - ТАСС)

нусы странам-участницам проекта в виде развития инфраструктуры, связи, транспортных коммуникаций.

В то же время существует ряд проблем, как на этапе внедрения, так и в ходе реализации инициативы.

Цифровое неравенство

Подобно тому, как продвижение инициативы «Пояса и Пути» невозможно без активного участия стран, по которым проходит Шелковый путь, реализация ЦШП невозможна без вовлечения цифровых экономик и технологий стран-участниц. Тем не менее, уже сегодня обнаруживается проблема цифрового разрыва и неравенства доступа к цифровым технологиям. Например, на начало 2023 г. численность интернет-пользователей в Китае достигло свыше 1 млрд человек, а в России — свыше 124 млн (по другим оценкам - 129 млн) [7]. Естественно, данный разрыв обусловлен разницей в общей численности населения двух стран, но именно эта разница и будет определять темпы развития рынка Интернета вещей (IoT). В результате ожидается, что к 2030 году доход Китая на рынке IoT составит 184 млрд долларов США, что составляет примерно треть всего мирового рынка. В России и странах Средней Азии доход составит лишь 12,2 млрд долларов, а в странах Африки - 6,6 млрд [13]. При этом уровень развития цифровой инфраструктуры, обеспечения цифровой безопасности и предоставления цифровых услуг населению в России хотя бы сопоставимы с китайскими. Что касается других стран ЕАЭС, то разрыв только усиливается. У всех стран отмечается слабая конкурентоспособность по таким критериям, как развитие цифровой экономики, международная цифровая торговля, внедрение цифровых инноваций и более низкий уровень конкурентоспособности в области цифровой инфраструктуры, чем у Китая и России [12]. Подобная неравномерность цифрового развития осложняет цифровую интеграцию Китая даже со странами ЕАЭС. Что касается других стран-участниц ЦШП, то, например, страны Африки обладают еще менее развитыми технологиями и сложными условиями строительства инфраструктуры и внедрения инноваций.

Риски для цифрового суверенитета

Технологическое отставание стран-участниц ЦШП от Китая представляет серьезные вызовы и угрозы их цифровому суверенитету. В данный момент цифровизацией государств, подключенных к ЦШП и реализацией региональных проектов занимаются китайские технологические гиганты - Huawei, China Mobile и China Telecom, ZTE, BeiDou, Dahua, Alibaba и используется китайское же оборудование. Это не только ставит страны-участницы в зависимость от производителей и вендоров китайской продукции, но и создает сложности с контролем потоков данных, который, по сути, осуществляется Китаем. В связи с этим в странах ЦА уже возникают опасения, что Китай может злоупотреблять данным контролем и использовать проекты ЦШП в политических целях. Например, китайские компании могут заниматься несанкционированным сбором данных о гражданах центральноазиатских государств с целью отслеживания ситуации в пограничном со Средней Азией Синьцзян-Уйгурском автономном районе [11]. Стремительное распространение китайских цифровых технологий в Африке, которые включают телекоммуникационные сетевые кабели, цифровое партнерство с университетами, системы наблюдения, центры обработки данных облачных вычислений, производственные мощности, научно-исследовательские лаборатории и образовательные программы - также вызывает опасения, что Китай может использовать зависимость стран от своих технологий, инвестиций и инфраструктуры вплоть до влияния на политиков данных стран [15]. Что касается российско-китайского сотрудничества в данной сфере, то доминирование китайских технологий и инфраструктуры может привести к неравной конкуренции с российскими производителями, препятствуя их развитию, а в политическом масштабе - к серьезным расхождениям во взглядах на процесс цифровизации и вопрос «контроля» Интернета [8].

Общей проблемой для всех стран, сотрудничающих с Китаем по проекту ЦШП является то, что технологическая гонка в мире началась уже несколько лет назад и ее лидеры уже определены - США и Китай. Остальные страны вынуждены довольствоваться ролью «киберколонии» или площадкой для размещения вычислительных мощностей Китая, потребность в которых будет расти по мере реализации амбициозных планов по построению «Цифрового Китая». Пока Китай ограничивается строительством ЦОДов за рубежом для реализации проектов сотрудничества с конкретными странами. Например, в 2021 году Tencent Holdings запустила первый интернет-центр обработки данных в Индонезии [16]. В 2024 году будет запущен ЦОД GDS Holdings в Малайзии [6]. Строительство подобных ЦОДов может потребоваться и в странах-участницах ЦШП. Однако не стоит исключать вариант, при котором Китай попытается снизить негативное воздействие ЦОДов на экологию и энергопотребление за счет переноса вычислительных мощностей на территории других стран, со всеми вытекающими для них проблемами.

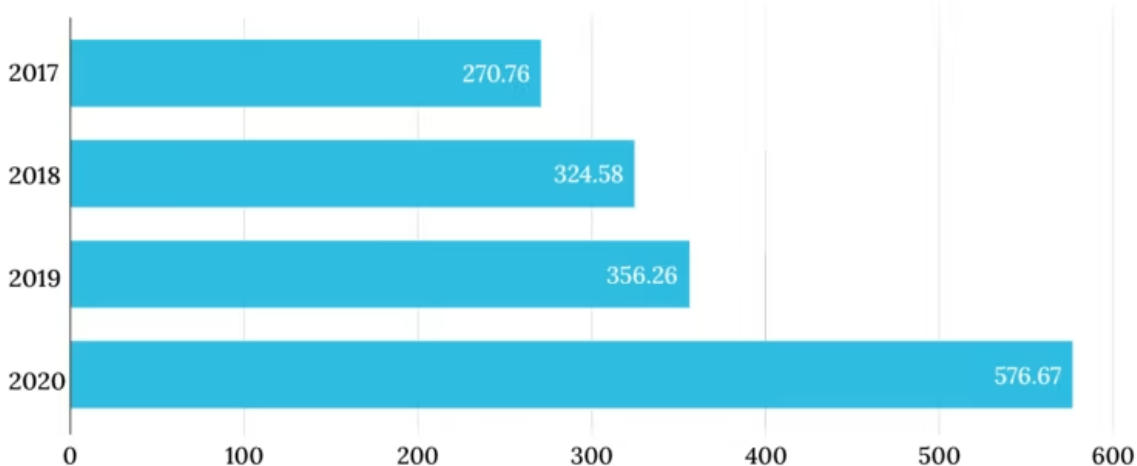


Рисунок 2 - Рост энергопотребления ЦОДов Китая, млн киловатт-часов (Источник - Китайская академия информационных и коммуникационных технологий)

Проблемы экономической зависимости от Китая

Широкое внедрение технологий и строительство инфраструктуры, необходимой для реализации ЦШП, подразумевает огромные инвестиционные вложения. Китайские инвестиции в проекты ЦШП по всему миру составили \$79 млрд к концу 2010-х гг. Общие расходы в рамках «Пояса и Пути» уже превысили 1 трлн долларов США [14]. При этом большинство стран, получающих китайские инвестиции и технологии, уступают Китаю по темпам роста экономики и так или иначе зависят от него как торгового партнера. В связи с этим возникают вполне обоснованные опасения не только среди противников китайских инициатив, но и среди стран-участниц, по поводу возможных долговых «ловушек» и роста зависимости от китайских кредитов. Данные опасения не беспочвенны, с учетом опыта сотрудничества Китая с зарубежными странами. Например, в 2017 г. Шри-Ланка из-за невозможности погасить внешний долг перед Китаем была вынуждена передать ему в аренду сроком на 99 лет глубоководный порт на своем южном побережье [2]. Таджикистан, зависящий от китайских кредитов, и вовсе уступил Китаю 0,77 процента от своей территории [10].

Ситуация в российско-китайских отношениях иная, но следует признать, что за последние годы разница между экономической мощью Китая и России только увеличивалась, и хотя страны говорят о взаимозависимости, данная взаимозависимость ассиметрична. В то время, как для России Китай - главный торговый партнер, для Китая Россия - не единственная и даже не самая перспективная страна с точки зрения сотрудничества. В 2022 году на долю России приходилось всего 3% от общего объема мирового товарооборота Китая. Китай осуществляет экономическое сотрудничество даже с геополитическими противниками, что дает ему большую свободу выбора и диверсификацию партнеров. В условиях ограниченного выбора партнеров для сотрудничества поставки исключительно китайского оборудования и технологий для проектов в рамках ЦШП может только усугубить проблему экономического неравенства России и Китая. Что касается других стран, то для них возвращение долгов и кредитов в рамках ЦШП может стать вопросом национального суверенитета и безопасности.

Политические проблемы

Несмотря на имеющиеся опасения стран-участниц, пока китайская инициатива главным образом вызывает открытое противодействие со стороны США и коллективного Запада, тем более, что она является частью «Пояса и Пути», который воспринимается в качестве ответа Китая на стратегию США по «развороту в Азию» и в целом воспринимается как китайский вариант экономической глобализации, конкурирующий с западным вариантом. США

проводят активную информационную кампанию, направленную на дискредитацию китайского проекта, оказывают давление на отдельные страны-участницы и выдвигают новые инициативы вроде «свободного и открытого» Индо-Тихоокеанского региона и альтернативы китайскому «Поясу и пути». Например, в прошлом году США, Евросоюз, Саудовская Аравия, ОАЭ, Израиль, Иордания и Индия завершили работу над соглашением о новом экономическом коридоре Индия — Ближний Восток — Европа.

В связи с тем, что США не могут в данный момент соперничать с Китаем по объему инвестиций в экономики развивающихся стран, они традиционно воздействуют давлением и санкциями, в том числе и против самого Китая. Например, США продвигают идею создания полупроводникового альянса с участием Тайваня, Японии и Южной Кореи, способного разрушить связи Китая с мировой цепочкой полупроводниковой промышленности и подорвать способность Китая разрабатывать чипы [4], воздействуют на Тайвань, который является мировым лидером по выпуску полупроводниковых микросхем, вводят санкции и ограничения, затрагивающие такие критически важные для Китая отрасли, как сектор информационных технологий. Естественно, США не смогут полностью вытеснить Китай из мировой экономики, да и Китай активно включился в технологическую гонку с США, активно работая над снижением зависимости от зарубежных источников инноваций и технологий. Тем не менее, санкции США против сектора ИТ, затрагивающие производство микросхем и поставки современного оборудования для выпуска чипов могут несколько замедлить проекты Китая, в том числе и ЦШП.

Противодействие США проектам вроде ЦШП следует рассматривать в плоскости борьбы за глобальное технологическое лидерство, а значит, данное противостояние будет продолжаться в обозримой перспективе.

Таким образом, на пути реализации проекта ЦШП существуют серьезные проблемы, не в последнюю очередь обусловленные большим и разнообразным количеством стран-участниц. Экономики и технологические уровни данных стран неоднородны, не говоря уже о том, что все страны-участницы преследуют различные политические цели и интересы, имеют различные позиции по вопросам международной политики и проблемы во взаимоотношениях как друг с другом, так и с Китаем. Рано или поздно эти факторы проявят себя в полной мере, что может создать непреодолимые препятствия для реализации китайской инициативы.

Список литературы

1. Ван Сюган Цифровизация транспортно-логистических цепочек поставок: особенности и перспективы в Китае // Креативная экономика. 2023. Том 17. № 4. С. 1493-1512.
2. В Шри-Ланке заявили, что арендованный Китаем порт Хамбантота не превратят в военную базу // ТАСС. 15.05.2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/17748003>
3. Китай заключил с 16 странами соглашение о сотрудничестве в построении "Цифрового шелкового пути" // «Жэньминь Жибао». 5.01.2022. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://russian.people.com.cn/n3/2022/0105/c31518-9940855.html>
4. Кулешова Наталья Сергеевна, Чжан Чэньи. Тайваньский вопрос в контексте Индо-Тихоокеанской стратегии США // Обозреватель. 2022. №7-8 (390–391). <https://cyberleninka.ru/article/n/tayvanskiy-vopros-v-kontekste-indo-tihookeanskoj-strategii-ssha> (дата обращения: 27.03.2024)
5. Лю Ижу, Авдокушин Е.Ф. Формирование основ «цифрового шелкового пути» // Мир новой экономики. 2019. № 13(3). С. 62-71.

6. Мироненко В. Китайские частные операторы ЦОД стремятся освоить зарубежные рынки // Servernews. 11.07.2022. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://servernews.ru/1069895>
7. Михайлова А.А. Россия и Китай в международном цифровом пространстве // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2023. №2. <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiya-i-kitay-v-mezhdunarodnom-tsifrovom-prostranstve> (дата обращения: 27.03.2024).
8. Нежданов В. Цифровой Шелковый путь: возможности и вызовы для постсоветской Евразии // Евразия Эксперт. 26.07. 2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eurasia.expert/tsifrovoy-shelkovyy-put-vozmozhnosti-i-vyzovy-dlya-postsovetskoy-evrazii/>
9. Один пояс — один путь»: что нужно знать о проекте // Коммерсант. 18.10.2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/6282836>
10. Таджикистан отрезал Китаю земли // Коммерсант. 13.01.2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/1566129>
11. «Цифровой Шелковый путь» в Центральной Азии // Интернет-портал СНГ. 10.03.2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e-cis.info/news/566/107475/>
12. Чжан Ваньтин, Селищева Т. А., Дятлов С. А. Цифровой Шелковый путь как форма сопряжения Евразийского экономического союза и проекта «Один пояс-один путь» // Проблемы современной экономики, N 1 (77), 2021. <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=7035>.
13. Internet of Things (IoT) annual revenue from 2020 to 2030, by region // Statista [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/1194715/iot-annual-revenue-regionally/>
14. Spencer Feingold. China's Belt and Road Initiative turns 10. Here's what to know // World Economic Forum. 20.11.2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2023/11/china-belt-road-initiative-trade-bri-silk-road/>
15. Steven Feldstein. Testimony before the U.S.-China Economic and Security Review Commission Hearing on China's Strategic Aims in Africa // U.S.-China Economic and Security Review Commission. 8.05.2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.uscc.gov/sites/default/files/Feldstein_Testimony.pdf
16. Tencent Cloud запускает первый дата-центр в Индонезии, ускоряя глобальную экспансию // Prc.today. 14.04.2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://prc.today/tencent-cloud-zapuskayet-pervyj-data-czentr-v-indonezii-uskoryaya-globalnuyu-ekspansiyu/>

Поступила в редакцию 27 марта 2024 г.

Развитие и применение цифровых технологий в морской отрасли стран АТР: общие тенденции и особенности

Вороненко Анна Константиновна,¹ voronenko@msun.ru

Вороненко Антон Александрович,² avoronenko@gmail.com

Смирнов Сергей Маратович,¹ кандидат технических наук, ssmirnov@msun.ru

¹ МГУ им. адм. Г. И. Невельского, Владивосток

² ООО «Никола-Транс», Владивосток

Эффективная работа транспортно-логистической отрасли в современных условиях невозможна без ее цифровизации на основе технологий Индустрии 4.0. Ведущие экономики АТР - Китай, Япония, Республика Корея, Тайвань, Индия, в силу ориентированности на глобальные рынки и зависимости от устойчивого функционирования глобальных цепей поставок стали признанными лидерами во внедрении информационных технологий Индустрии 4.0 в морской индустрии. Созданная в конце 2023 г. Национальная цифровая транспортно-логистическая платформа РФ свидетельствует об определенном прогрессе в данном вопросе, хотя реальных практических решений в отечественной отрасли пока не так много. Поэтому изучение и анализ приоритетных направлений НИОКР и практической деятельности ведущих игроков представляет значительный интерес, особенно для транспортно-логистической отрасли Дальнего Востока РФ с учетом стратегии «Поворота на Восток».

Ключевые слова: умный порт, транспортная логистика, цифровизация, зеленые технологии, контейнерный терминал, автономные технологии, искусственный интеллект.

Development and application of digital technologies in the maritime industry of Asia-Pacific countries: general trends and features

Voronenko Anna K.¹, voronenko@msun.ru

Voronenko Anton A.², avoronenko@gmail.com

Smirnov Sergei M.¹, Ph.D. Technical Sciences, ssmirnov@msun.ru

¹ Admiral Nevelskoy Maritime State University, Vladivostok

² LLC «Nikola-Trans», Vladivostok

Effective operation of the transport and logistics industry today is impossible without its digitalization based on the Fourth Industrial Revolution technologies. The leading economies of the Asia-Pacific region - China, Japan, the Republic of Korea, Taiwan, India, due to their focus on global markets and dependence on the sustainable functioning of global supply chains, have become recognized leaders in the implementation of new information technologies in the maritime industry. The National Digital Transport and Logistics Platform of the Russian Federation created at the end of 2023 indicates some progress in this field, although there are not many real practical achievements in the domestic industry yet. Therefore, the study and analysis of priority areas of R&D and practi-

cal activities of leading players represents significant interest, especially for the transport and logistics industry in the Far East of the Russian Federation, taking into account the “Turn to the East” strategy.

Key words: smart port, transport logistics, digitalization, green technologies, container terminal, manless technologies, AI.

Введение

В конце 2023 года группой российских компаний было объявлено о создании Национальной цифровой транспортно-логистической платформы РФ (НЦТЛП), предполагающей интеграцию разнообразных сервисов с целью ликвидации информационных разрывов и организации бесшовной логистики. Это вполне соответствует мировому тренду на цифровизацию отрасли, ставшему доминирующим со времени ограничений и локдаунов пандемии COVID-19. На государственном уровне курс на цифровизацию транспортной отрасли закреплен распоряжением правительства РФ № 3097-р от 3 ноября 2023 г. «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли РФ до 2030 г.». [1]

В статье рассматриваются новации и планы в области информационных технологий Индустрии 4.0 применительно к транспортной отрасли в странах АТР, сравнивается приоритетность и уровень применяемых технологий в странах Северо-Восточной Азии (СВА) и граничащих с ними регионах ДФО. Особое внимание уделяется доступности и применимости отдельных цифровых технологических решений для отечественной транспортно-логистической отрасли в условиях усилившегося санкционного давления Запада на РФ.

Электронный документооборот

Компания Kale Logistics Solutions (Kale) опубликовала результаты исследования 200 портов по всему миру, из которых следует, что 30% из них не готовы работать по протоколу ИМО «Единое морское окно» (Maritime Single Window, MSW), который станет обязательным с января 2024 г. В исследовании участвовали порты, расположенные в АТР, на Ближнем Востоке, в Европе, Африке, Северной и Южной Америке.

Платформы MSW приносят значительные преимущества в области устойчивого развития портов и связанных с ними судоходных компаний и логистических операторов за счет оцифровки документации, оптимизации процессов и улучшения обмена информацией, что приводит к сокращению использования бумажных документов и более эффективному управлению судовыми операциями в границах порта, что в конечном итоге снижает выбросы и воздействие на окружающую среду. При этом в отчете указывается, что высокие затраты и длительные сроки внедрения, а также различные стартовые уровни цифровой готовности являются основными факторами, препятствующими достижению нормативных требований.

На вопрос о готовности к внедрению системы MSW значительное количество респондентов ответили, что у них есть цифровая инфраструктура на уровне отдельных процессов, но не на уровне портов. Цифровая готовность этих портов ниже необходимого уровня для внедрения MSW, следует из отчета. [2]

Три национальные системы электронного логистического документооборота стран СВА (Китай, Япония и Республика Корея) с 2006 г. путем длительной работы по кооперации трех стран объединены в единую платформу NACCS. [3] Россия, несмотря на неоднократные попытки и эксперименты частных компаний, так и не смогла подключиться к платформе. После февраля 2022 г. работы в данном направлении были приостановлены.

Процесс цифровизации идет не только на государственном и межгосударственном уровне, но и в бизнес-среде. Digital Container Shipping Association (DCSA) заявила, что девять членов ее контейнерного подразделения обязались к 2030 году полностью внедрить цифровые грузовые коносаменты (EBL), заменив менее эффективные бумажные процессы. [4]. Членами контейнерного подразделения DCSA являются крупнейшие морские перевозчики - Maersk, MSC, CMA CGM, Harpag-Lloyd, ONE, Evergreen, Yang Ming, HMM и ZIM. DCSA заявила, что переход на EBL может сэкономить 6,5 млрд долларов прямых затрат для заинтересованных сторон и обеспечить ежегодный рост объема мировой торговли на 30–40 млрд долл. за счет устранения торговых трений. В 2021 году 1,2 % из 45 млн выданных коносаментов были электронными. MSC заявила, что запустила свою программу EBL в апреле 2021 года после двухлетнего пробного периода в Индии. По словам компании, ее программа EBL, поддерживаемая блокчейн-технологиями, обработала сотни тысяч коносаментов и переживает экспоненциальный рост.

Примечательно, что EBL внедряются не только в сфере контейнерооборота. Виртуальный консорциум морских перевозчиков и портовых операторов GSBN использует цифровую платформу и инфраструктуру собственной разработки для удовлетворения комплексных потребностей грузоотправителей во всех видах морских перевозок, включая контейнерные, балкерные и танкерные, а также, изначально - для поддержки различных стандартов и совместимости. В 2023 году COSCO Shipping Specialized Carriers присоединилась к консорциуму и успешно оформила первый электронный коносамент на навалочный груз. Блокчейн-инфраструктура GSBN и приложение IQAX EBL были интегрированы в цифровую платформу COSCO Shipping Specialized Carriers, что позволяет компании предлагать полный набор безопасных услуг по работе с электронными коносаментами. Этот первый EBL был оформлен для компании ELDORADO, специализирующейся на контрактах по фрахтованию перевозок целлюлозы. COSCO Shipping Specialized Carriers планирует предоставлять услуги EBL для своей широкой клиентской базы.

Платформа впервые получила одобрение Международной группы P&I Clubs в июне прошлого года. GSBN заявила, что сотрудничество ее консорциума с органами стандартизации, такими как Ассоциация цифровых контейнерных перевозок (DCSA) и Балтийский международный морской совет (BIMCO), гарантирует, что применяемая ею блокчейн-инфраструктура сможет поддерживать все существующие типы решений EBL. В декабре прошлого года GSBN выбрала швейцарскую компанию по разработке программного обеспечения Decentriq для дальнейшего развития своей блокчейн-платформы. [5]

Новая технология выпуска контейнера SCR (Secure Container Release) без использования идентификаторов (PIN-кодов) запущена на крупнейшем в Европе контейнерном терминале MPET (MSC-PSA European Terminal) в порту Антверпен впервые в мире. SCR позволяет собирать контейнеры MSC на терминале, сканируя Alfarpass перевозчика, биометрические данные и специальный код назначения грузовика (TAR) на КПП при въезде на терминал вместо использования PIN-кода. [6] MSC ожидает, что это значительно повысит безопасность всей цепочки поставок, поскольку такой комбинированный подход делает процесс получения более безопасным и эффективным. Эксперты по технологиям из компании T-Mining потратили более пяти лет на разработку и тестирование базовой технологии блокчейна в рамках проекта SCR. В 2023 г. проект вступил в завершающую фазу внедрения, цель которого — обеспечить безопасный процесс выпуска контейнеров с территории порта без использования PIN-кодов.

Технологии блокчейн

Большинство новых решений, включая вышеуказанные, основаны на использовании блокчейн-технологий. Однако внедрение блокчейна в морской отрасли идет не очень гладко. Аналитики считают, что в отрасли по-прежнему медленно внедряются принципиально новые технологии и наблюдается недоверие относится к решениям, предлагаемым конкурентам (даже опосредованно).

Так, глобальная торговая платформа TradeLens, разработанная совместно A.P.Moller–Maersk и IBM, с недавнего времени прекратила свое существование. [7] Этот широко разрекламированный проект глобальной торговой платформы с поддержкой блокчейн-технологий IBM обещал сделать глобальную цепочку поставок более эффективной и безопасной. TradeLens, запущенная в 2018 году как совместное предприятие IBM и GTD Solution, подразделения Maersk, была разработана для использования технологии блокчейна в качестве основы для цифровых цепочек поставок, позволяющих множеству торговых партнеров сотрудничать путем создания единого общего доступа к процессу перевозки, данным и товаросопроводительным документам в режиме реального времени. За пять лет своего существования платформе удалось создать сеть из 175 компаний и организаций, владеющих более чем 600 портов и терминалов, а также значительным количеством логистических, таможенных и иных объектов инфраструктуры.

Разработчики TradeLens отмечали, что судоходная отрасль в силу наличия в ней крупных сетей и многочисленных не связанных друг с другом партнеров обладает желательными качествами для работы на блокчейне. Платформа на базе технологии распределенного реестра продвигалась как инструмент, который поможет улучшить прозрачность цепочек поставок. Однако, по мнению аналитиков, неудача проекта TradeLens обусловлена недоверием между акторами в сфере судоходства, особенно в части обмена данными, которые могут заключать в себе коммерческую тайну.

Несмотря на неудачу проекта Maersk - IBM, блокчейн-технологии по-прежнему считаются перспективными для цифровизации отрасли. В частности, независимый некоммерческий технологический консорциум GSDN, штаб-квартира которого находится в Гонконге (его прогресс в области электронного документооборота описан в предыдущем разделе), сегодня стал крупнейшим игроком на данном рынке, заручившись поддержкой крупнейших отраслевых компаний, включая перевозчиков COSCO и Harpag-Lloyd, а также портовых операторов Hutchison Ports, SPG Qingdao Port, PSA International и Shanghai International.

В мае 2023 г. судоходная компания Ocean Network Express (ONE) успешно провела тестовую грузовую операцию с применением инструментария GSBN. После этого ONE присоединилась к консорциуму, сообщив, что она планирует использовать растущую экосистему участников GSDN и инкорпорировать его софт в свою информационную платформу, в т.ч. в пакетном решении Cargo Release, который «предлагает безбумажное, высокоэффективное и прозрачное решение, связывающее все стороны, участвующие в порту импорта». [8]

Ведущие судостроительные корпорации также активно внедряют технологии на базе блокчейна. Южнокорейская компания Samsung Heavy Industries (SHI) получила Сертификат подтверждения блокчейна (SoF) от норвежского классификационного общества DNV. SoF был присужден за внедрение технологии блокчейна в стриминговом бортовом электронном журнале SVESSEL в рамках проекта автономного судна Samsung (SAS). Сопряжение потоковых данных SHI и электронного журнала с блокчейном VeChainThor продемонстрировало потенциал блокчейн-технологии для безопасности приложений, работающих с потоковыми данными на судах. Приложение блокчейна для потока данных SHI работает с навигационной информацией в системе SAS, в частности, с индексом риска столкновения и расстоянием до ближайшей точки сближения. Кроме того, сам электронный журнал SVESSEL, соответству-

ющий требованиям ИМО МЕРС.312(74), был разработан с использованием технологии блокчейн. [9]

Искусственный интеллект

Общемировым ключевым направлением в IT-индустрии является использование искусственного интеллекта (AI). Морская отрасль, обычно достаточно инертная к нововведениям, оказалась очень восприимчивой к новинкам в данном сегменте. В первую очередь, именно потому что современные новинки способствуют не столько генерации новых прорывных идей, сколько оптимизации существующих процессов, чего так долго не хватало как морской, так и транспортной отрасли в целом.

Индия в целом отстает от стран СВА по уровню финансирования национальных НИОКР в области Индустрии 4.0, но тем не менее ведет разработку и внедрение собственных продвинутых информационных продуктов. Так, в начале 2023 г. SemiCab - разработчик платформы по объединению транспортной деятельности – объявил о запуске в эксплуатацию платформы Национальной цифровой системы грузооборота (NDFE). К платформе присоединились более 20 других транснациональных компаний в вертикальных отраслях, таких как производство потребительских товаров, продуктов питания и напитков, фармацевтика, к платформе регулярно присоединяются новые компании. NDFE была создана в рамках национального Генерального плана по созданию современной инфраструктуры и логистики мирового уровня, объединяющей различные способы передвижения людей и товаров при широкой географии проектов.

SemiCab использовал AI для разработки своей платформы, что позволило ей не только обрабатывать данные для помощи в принятии решений и прогнозов, но и определять конкретные действия и способы их оптимального выполнения. NDFE использует данные унифицированной логистической интерфейсной платформы (ULIP), которые включают данные о перевозчиках, транспортных средствах и местоположении. Ожидается, что платформа NDFE повысит эффективность индийских автомобильных грузоперевозок за счет сокращения порожнего пробега на 70%, увеличит своевременность доставки на 35% и улучшит прозрачность логистических процессов в режиме реального времени на 99%. [10]

Популярным трендом в развитии судоходства является автономное судовождение. Японская Nippon Yusen Kaisha (NYK) стала последней по времени крупной судоходной компанией, инвестирующей в разработку и использование AI для приложений в области судоходства и других отраслей. Судоходный гигант инвестирует и будет сотрудничать с японской компанией Ghelia (созданная 5 лет назад «дочка» Sony), работающей с ключевыми игроками в различных отраслях в качестве трансграничного поставщика решений AI, в первую очередь, речь идет об автономном движении. [11] NYK отмечает, что в последнее время в судоходной отрасли растет число запросов, связанных с разработкой и проектированием цифровой инженерии и цифровых двойников. Помимо акцента на повышение безопасности судоходных операций, компания уделяет особое внимание созданию полностью автономных судовых систем и технологических инноваций, таких как переход на источники безуглеродной энергии нового поколения.

Еще одна японская судоходная компания K Line решила использовать в своих офисах в Японии плагин Aiplicity Chat на базе ChatGPT, работающий на основе облачного сервиса Azure OpenAI, предоставляемого Microsoft (рис.1). K Line сообщила в своем пресс-релизе, что решила внедрить эту услугу для нескольких целей, включая оптимизацию работы сотрудников, поощрение использования технологий, поддержку выполнения обязанностей в безопасной среде и «разжигание любопытства сотрудников и их духа пробовать новое». [12]



Рисунок 1 - Демонстрация применения пакета AI на основе ChatGPT в компании «К» Line

«К» Line уже два года использует AI для мониторинга работоспособности оборудования на своих судах. Она также работает над внедрением AI в навигационные системы (см. рис. 1) и является одной из компаний в мире, которая больше всего инвестировала в разработку автономных технологий для судов.

Последний по времени проект «К» Line на базе AI, реализуемый в Японии - разработка системы, использующей искусственный интеллект для облегчения маневрирования и швартовки судов. Министерство земель, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии в августе 2018 года выбрало причальные операции в качестве приоритетных в рамках своего демонстрационного проекта автономного судна. [13]

«К» Line, работающая со своей дочерней компанией «К» Line Kinkai, которая управляет прибрежными и каботажными судами в Японии, проведет исследования и разработки для пакета «Системы помощи при причаливании/отшвартовке». Они стремятся объединить опыт, накопленный двумя судоходными компаниями, с технологиями, разработанными Kawasaki Heavy Industries. Компании отмечают, что в настоящее время для швартовых операций в портах требуются опытные и знающие экипажи на борту, знакомые с характеристиками судна и его швартового оборудования. Их часто дополняет местный лоцман, знакомый с условиями в порту и вокруг него. Это будет первая в мире система, обеспечивающая комплексную поддержку всех необходимых операций, начиная от маневрирования в порту, швартовки / отшвартовки и мониторинга состояния причальных линий. Планируется развернуть готовую систему к весне 2025 года.

Многие специалисты в судоходной отрасли в настоящее время экспериментируют с ChatGPT, пытаясь интегрировать этот инструмент в повседневные операции. Например, компания P&O Maritime Logistics недавно создала помощника по безопасности с AI на базе ChatGPT для поддержки членов экипажа при управлении системой охраны труда и безопасности.

Платформа Freightos, занимающаяся тарификацией грузовых перевозок, недавно провела исследование о том, как AI может изменить логистическую отрасль. Согласно результатам опроса Freightos, подавляющее большинство специалистов в области логистики (96%) заявили, что планируют использовать AI, при этом 14% уже используют или тестируют решения

для автоматизации ценообразования или обслуживания клиентов. Более половины считают, что это изменит отрасль.

Умные порты

Одним из наиболее популярных проектов на базе AI является проект цифрового двойника порта Тяньцзинь, КНР, сочетающий в себе несколько передовых технологий. Проект осуществляется с 2023 г. в рамках партнерства Tianjin Port Group и Huawei.

Проект, реализуемый в три этапа, включает строительство новых полностью автоматизированных терминалов, модернизацию традиционных терминалов и комплексную цифровую трансформацию. Терминал Секции С, расположенный в районе Бэйцзян порта Тяньцзинь, был обозначен оператором как «умный портовый терминал с нулевым выбросом углерода». Терминал использует передовые технологии автономного движения на базе технологий 5G и L4, все контейнерные краны работают автоматически, а для горизонтальной транспортировки используются интеллектуальные роботы, управляемые навигационной спутниковой системой BeiDou. По словам представителей порта, это решение представляет собой новую модель модернизации и преобразования существующих традиционных контейнерных терминалов по всему миру. [14]

14 августа 2023 г. Evergreen Marine Corp. (EMC) провела церемонию официального открытия нового полностью автоматизированного контейнерного терминала №7 в порту Гаосюн, Тайвань. Строительство причальных сооружений произвела компания TIPC, Evergreen осуществила вложения в разработку операционной системы и приобретение портового перегрузочного оборудования – козловых и рельсовых кранов, ричстакеров и боковых погрузчиков. В соответствии с тенденциями мировой индустрии контейнерных перевозок и потребностями эксплуатации мегаконтейнеровозов, Терминал №7 оборудован пятью причалами общей длиной 2415 метров, способными принимать суда с осадкой 18 метров, на которых работают 24 козловых крана CTC, в том числе 19 дистанционно управляемых. Среди них 16 козловых кранов высотой 55,5 метров, которые могут обрабатывать сверхбольшие контейнеровозы с 25 вертикальными рядами контейнеров на палубе. [15]

Терминал также будет иметь системы связи 5G, оптоволоконную связь и информационные сети «Интернета вещей» (IoT), охватывающие всю территорию, вместе с интеллектуальной операционной системой терминала Evergreen (EMCTOS), технологией оптического распознавания символов (OCR) и системой контроля энергопотребления в реальном масштабе времени.

Пять причалов Терминала 7 будут открыты в два этапа. В настоящее время причалы S5, S4 и S3B уже введены в эксплуатацию, а причалы S1, S2 и S3A планируется ввести в эксплуатацию в июле 2024 года. После полного введения в эксплуатацию Терминал №7 позволит одновременно швартоваться четырем контейнеровозам вместимостью по 24 000 TEU и двум фидерным судам. При площади контейнерного двора 149 га комплекс способен хранить 89 238 TEU груженых контейнеров и 43 656 TEU порожних контейнеров.

Кибербезопасность

В период 2011 – 2023 гг. ИМО, Еврокомиссия и другие международные организации приняли ряд стратегических документов, направленных на повышение экологичности морского судоходства, в т.ч. «Индекс энергоэффективности проектирования» (EEDI), «Индекс энергоэффективности существующих судов» (EEXI), «Готовность к 55» (сокращение выбросов парниковых газов не менее чем на 55 процентов к 2030 году). Хотя эти нормативные документы направлены на защиту окружающей среды, внедрение устанавливаемых ими требований потребует применения технологий Индустрии 4.0 на судах и в портах, в т.ч. для обеспечения кибербезопасности операционных технологий (OT) в морской отрасли. [16]

Новые технологии обычно требуют большей интеграции между ОТ-системами внутри судна и перехода к облачной инфраструктуре для мониторинга в реальном времени.

Системы ОТ используются для контроля и мониторинга работы судна, они могут включать в себя системы мостика и машинного отделения, такие как радары, электронные картографические и информационные системы (ECDIS), автоматические идентификационные системы (AIS), удаленный мониторинг ГЭУ и грузов. Эти системы имеют решающее значение для безопасной эксплуатации судов и должны быть максимально защищены для предотвращения кибератак.

Однако многие системы ОТ были разработаны несколько десятилетий назад и не учитывали киберугрозы. Эти системы могут иметь устаревшие операционные системы, приложения и протоколы, уязвимые для атак. Кроме того, многие из этих систем не могут быть легко обновлены или заменены из-за их критического характера или очень высоких затрат.

Аутентификация и управление доступом необходимы для предотвращения несанкционированного доступа к сетям ОТ. Однако эти элементы управления часто неправильно реализуются в сетях ОТ. Например, пароли могут быть слабыми или общими, или контроль доступа может не обеспечиваться должным образом. Это облегчает злоумышленникам получение несанкционированного доступа к сети и проведение атак.

В сетях ОТ часто отсутствует надлежащая прозрачность и мониторинг, сетевые администраторы могут быть не в состоянии своевременно обнаружить нарушения безопасности или аномалии в сети. Это затрудняет быстрое и эффективное реагирование на инциденты. Кроме того, многие системы ОТ не предназначены для создания журналов или предупреждений, что еще больше затрудняет мониторинг и обнаружение атак.

Новые технологии на борту судов, необходимые для соответствия стандартам эффективности ИМО 2023 года, обычно требуют большей интеграции между системами ОТ внутри судна и между этими системами и облачной инфраструктурой. Это может повысить количество угроз в киберпространстве за счет следующих факторов:

Расширение фронта кибератак. Потребность в потоках данных в реальном времени и соединениях между судовыми ОТ-системами требует, чтобы эти системы были более тесно связаны с береговыми системами. Это увеличит потенциальную протяженность фронта атаки для киберугроз, поскольку системы ОТ судов будут более уязвимы для других систем внутри судна, а также для внешних сетей и облачных хранилищ данных.

Атаки на цепочки поставок по мере перехода на безбумажные технологии обмена данными становятся реальностью для различных секторов морской индустрии. Термин «атака на цепочку поставок» применяется в случаях, когда злоумышленники внедряются к стороннему поставщику или производителю и использует этот доступ, чтобы получить доступ к информационным системам целевой организации. Это может делаться через сети поставщика ПО, обслуживающего критически важную систему на судне, например, программу мониторинга грузовых операций. Через доступ к сетям поставщика ПО злоумышленники могут внедрять вирусы, трояны и пр., или получить доступ к системам управления судном.

USB-устройства широко используются в морской отрасли, особенно для перемещения данных в/из локальных сетей. При отсутствии четкой политики информационной безопасности USB-устройства могут занести вредоносное ПО, вирусы и другие типы вредоносного программного обеспечения в сети ОТ. Поэтому «гигиена» USB-устройств имеет решающее значение для кибербезопасности судовых и корпоративных сетей ОТ.

Эксперты в области кибербезопасности ЕС рекомендуют следующие меры для противодействия новым угрозам и вызовам в судоходной отрасли:

- Проведение сегментации сетей, контроль доступа и внедрение систем обнаружения вторжений в системы ОТ, регулярное обновление и исправление ошибок в прикладном ПО в сетях ОТ.

- Для снижения рисков атак на цепочку поставок транспортные компании должны тщательно проверять своих сторонних продавцов и поставщиков, включая проведение регулярных аудитов надежности этих поставщиков и используемых ими политик и средств кибербезопасности.

- Запрет использования «неодобренных» USB-устройств в сети ОТ посредством внедрения корпоративной политики использования USB-устройств. [16]

Заключение

На российском Дальнем Востоке тренд задают, в первую очередь, крупные федеральные перевозчики, однако постоянное взаимодействие с крупнейшими отраслевыми игроками из стран СВА, мировыми лидерами в области транспортной цифровизации, вносит свои коррективы.

Решение о создании Национальной цифровой транспортно-логистической платформы РФ обретает особую актуальность для Дальнего Востока, инфраструктура которого, изначально существенно уступающая центральным и западным регионам РФ, сегодня буквально задыхается в транспортных пробках в период пиковых нагрузок и форс-мажоров. [17] Однако до настоящего времени практически отсутствуют современные комплексные информационные решения в интересах развития транспортно-логистической системы на территории ДФО. Несмотря на декларативные заявления о создании цифрового двойника ПАО «ВМТП» [18], большинство внедряемых «цифровых» решений представляют собой стандартные наработки на базе модулей 1С с частично ручной обработкой. Для третьего десятилетия XXI века и в условиях политики «Поворота на Восток» данная ситуация не может считаться нормальной.

Список литературы

1. Как цифра трансформирует логистику [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/comments/kak-tsifra-transformiruet-logistiku/> (дата обращения: 19.12.2023).
2. 30% мировых портов «не готовы» работать в режиме Единого морского окна [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.offshore-energy.biz/30-of-global-ports-unprepared-for-joining-imos-msw-survey-shows/?utm_source=offshore-energy&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter_2023-10-19 (дата обращения: 18.10.2023).
3. Аналитический доклад «Анализ существующих международных транспортных коридоров, проходящих через территории государств - членов Евразийского экономического союза» [Электронный ресурс] // Департамент транспорта и инфраструктуры ЕАЭС, 2018. Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org> (дата обращения: 10.12.2023).
4. Контейнерные линии обязались полностью перейти на электронные коносаменты к 2030 году / Container Lines Commit to 100% Electronic Bill of Lading Adoption by 2030 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.seatrade-maritime.com/containers/container-lines-commit-100-electronic-bill-lading-adoption-2030/> (дата обращения: 10.10.2023).
5. COSCO Specialized Carriers присоединились к протоколу присоединились к протоколу GSBN EBL при работе с навалочными грузами /COSCO Specialized Carriers Joins GSBN EBL for Bulk Cargo [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.porttechnology.org/news/cosco-specialized-carriers-joins-gsbn-ebf-for-bulk-cargo/> (дата обращения: 25.02.2023).

6. На основе идентификаторов на Европейском Терминале MSC PSA (MPET) в Антверпене / MSC Has Launched the World's First ID-Based Container Pick-Up, Following a Successful Test Phase with Van Moer Logistics and MSC PSA European Terminal (MPET), Antwerp, in 2022 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.porttechnology.org/news/msc-launches-id-based-container-pick-up/>(дата обращения: 05.12.2023).
7. Компании Maersk and IBM закрывают платформу TradeLens /Maersk and IBM Abandon Blockchain TradeLens Platform [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://maritime-executive.com/article/maersk-and-ibm-abandon-blockchain-tradelens-platform>(дата обращения: 05.12.2023).
8. ONE присоединяется к GSBN для ускорения цифровизации отрасли морского судоходства/ONE joins GSBN to advance digitalization in shipping [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.offshore-energy.biz/one-joins-gsbn-to-advance-digitalisation-in-shipping/?utm_source=offshore-energy&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter_2023-05-31 (дата обращения: 15.01.2024).
9. SHI получил одобрение от DNV по внедрению блокчейн-технологии / SHI Secures Blockchain Statement of Fact From DNV [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ship-technology.com/news/shi-blockchain-statement-fact-dnv/> (дата обращения: 15.01.2023).
- 10.Индийская национальная цифровая система грузооборота начинает работу / India's National Digital Freight Exchange platform goes live [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.freightnews.co.za/article/indias-national-digital-freight-exchange-platform-goes-live> (дата обращения: 18.12.2023).
- 11.НУК инвестирует в компанию – разработчика искусственного интеллекта для софта автономной навигации / NYK Invests in AI Company for Autonomous Shipping and Applications [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.maritime-executive.com/article/nyk-invests-in-ai-company-for-autonomous-shipping-and-applications> (дата обращения: 12.03.2023).
- 12.К Line внедряет ChatGPT в своих офисах в Японии / K Line rolls out ChatGPT at offices across Japan [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://splash247.com/k-line-rolls-out-chatgpt-at-offices-across-japan/> (дата обращения: 11.09.2023).
- 13.Японская K-Line исследует применение технологий искусственного интеллекта для автоматизации швартовых операций / Japan's K-LINE Researchers AI Systems to Automate Berthing Operations [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.maritime-executive.com/article/japan-s-k-line-researches-ai-sys-tems-to-automate-berthing-operations> (дата обращения: 08.12.2023).
- 14.Порт Тяньцзинь и Huawei продвигают планы по внедрению «цифровых двойников» / Tianjin Port, Huawei Advance Cutting-Edge Digital Twin Plans [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.porttechnology.org/news/tianjin-port-huawei-advance-cutting-edge-digital-twin-plans/> (дата обращения: 08.12.2023).
- 15.Evergreen открывает на Тайване первый автоматизированный контейнерный терминал / Evergreen inaugurates Taiwan's first automated container terminal [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://safety4sea.com/evergreen-inaugurates-taiwans-first-automated-container-terminal/> (дата обращения: 17.12.2023).
- 16.ИМО в 2023 году: влияние проблематики киберпространства / The Cybersecurity Implications of IMO 2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://maritime-executive.com/editorials/the-cybersecurity-implications-of-imo-2023> (дата обращения: 09.12.2023).

17. Митранс заключил с бизнесом соглашение о разработке Национальной цифровой транспортно-логистической платформы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://morvesti.ru/news/1679/106636/> (дата обращения: 20.12.2023).
18. ВМТП представил проект цифрового двойника порта на TransRussia-2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.korabel.ru/news/comments/vmtp_predstavil_proekt_cifrovogo_dvoynika_porta_na_transrussia-2023.html (дата обращения: 20.12.2023).

Поступила в редакцию 19 марта 2024 г.

**Исследование границ конкурентного поля портов
Дальнего Востока для грузопотоков зерна в Юго-Восточную Азию**

Копьёв Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, kopyev@msun.ru

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

Выявлены субъекты Российской Федерации, потенциально заинтересованные в экспорте зерновых культур через порты Дальнего Востока. Уточнены границы форланда портов Дальнего Востока для Юго-Восточной Азии при экспорте зерна.

Ключевые слова: зерновой хинтерланд дальневосточных портов, определении границ зернового форланда дальневосточных портов, продажи по прямой договоренности с импортёрами, перевозка зерновых в контейнерах.

**Study of the boundaries of the competitive field of ports
Far East for grain cargo flows to Southeast Asia**

Kopyev Dmitry S.¹, Ph.D. Technical Sciences, kopyev@msun.ru

¹ Admiral Nevelskoy Maritime State University, Vladivostok

Subjects of the Russian Federation potentially interested in exporting grain crops through the ports of the Far East have been identified. The foreland boundaries of the ports of the Far East for Southeast Asia when exporting grain have been clarified.

Key words: grain hinterland of the Far Eastern ports, determining the boundaries of the grain foreland of the Far Eastern ports, sales by direct agreement with importers, transportation of grain in containers

Демографические и социальные изменения в странах Юго-Восточной Азии увеличили потребление зерновых, зернобобовых и масличных культур. Кроме традиционных стран потребителей, появляются новые импортеры зерновых: в прошлом году отправлена первая партия пшеницы во Вьетнам.

Новые возможности перед российскими экспортерами открывает уход с рынка Северо-Восточной и Юго-Восточной Азии трейдеров украинского зерна. Так только Бангладеш увеличила закупки российского зерна в 2,5 раза, до 2 млн 443 тыс. тонн против 975 тыс. тонн в прошлом сезоне, еще один крупный импортер - Пакистан нарастил импорт российской пшеницы на 12%, до 1 млн 478 тыс. тонн. Одним из конкурентных преимуществ российского зерна, несомненно, является цена предложения. Так цена российской пшеницы 4 класса (FOB Новороссийск) дешевле в среднем на \$10-12 за тонну относительно цен ЕС. [1,4]

Проведение Российской Федерацией специальной военной операции наложило отпечаток на схемы торговли зерном. В частности отказ страховых компаний страховать российские

грузы и трудности проведения платежей через канал SWIFT, подтолкнул к продажам по прямой договоренности с импортёрами. Это открывает возможности для потенциальных экспортёров с небольшими объёмами поставок, в число которых входят и трейдеры Дальневосточного Федерального округа.

Таким образом у портов Дальнего Востока появляется зерновой хинтерланд из производителей Восточной Сибири и Дальнего Востока. В [2] выявлены территориальные образования в районе тяготения к портам Дальнего Востока через сравнение динамик роста производства зерновых и роста потребления зерна в рассматриваемой территориальной единице на протяжении не менее трех лет.

Таблица 1. Субъекты Российской Федерации – потенциальные экспортёры зерновых через порты Дальнего Востока

Субъект РФ	Валовые сборы зерна в 2022г в % к 2021 г.
Алтайский край	141,3
Новосибирская обл.	134,4
Кемеровская обл.	120,4
Иркутская обл.	106,1
Респ. Тыва	113,2
Амурская обл.	102,9
Забайкальский край	144,4

Вместе с тем возникает возможность расширения границ хинтерланда за счет формирования конкурентного поля из экспортёров Сибирского федерального округа.

Отказ от страхования российских грузов породил проблемы фрахтования балкеров-зерновозов. Международные судоходные компании отказываются перевозить грузы российских трейдеров и заходить в российские порты, чтобы не попасть под вторичные санкции. А новые схемы доставки удорожают маршруты через специализированные порты, в том числе Новороссийск. Ситуация осложняется тем, что у российских экспортёров нет собственных морских балкеров-зерновозов и решение проблемы предполагается через строительство собственного флота. По оценкам Российского зернового союза потребность российских экспортёров составляет 61 зерновоз, грузоподъёмностью от 40тыс. до 60 тыс. тонн. Эти суда попали в перспективный план строительства гражданских судов до 2035 года. А сейчас идет активный поиск судов на вторичном рынке. В частности Объединенная зерновая компания планирует приобрести пять сухогрузов до 2025 года. [3]

Наблюдаемое обоюдное нежелание использовать дальневосточные порты для перевалки зерновых связано с дефицитом мощностей по хранению зерна и дороговизной (почти в 1,5 раза) технологий перегрузки зерновых. Вместе с тем использование контейнерных вкладывшей для сыпучих грузов меняет себестоимость транспортировки относительно небольших потоков зерновых, т.к. соответствует специализациям портов, возможностям отправителей в регионах и решает проблемы возврата контейнеров. [4]

При определении границ форланда дальневосточных портов учтен геополитический фактор и покупательское поведение импортёров. В частности было отмечено, что среди

стран Северо-Восточной и Юго-Восточной Азии можно выделить группу стран со стабильной географической привязкой к имеющимся поставщикам (Япония, Китай, отчасти Индонезия и др.). Эти страны традиционно закупают зерно в Соединенных Штатах, Канаде и Австралии. Вместе с тем есть группа стран готовых снизить долю основных поставщиков за счет замены на новых (Республика Корея, Вьетнам, Филиппины и ряд других). Нивелируя влияние геополитических рисков, в форланд включены Вьетнам, Индонезия, Малазия, Мьянма, Таиланд и Южноазиатская Бангладеш.

При определении границ тяготения сделаны сравнения стоимости перемещения зерновых в 40 футовом контейнере из районов Сибири и Урала в перечисленные страны через альтернативные порты: Новороссийск и Владивосток. В стоимость включены не только стандартная сквозная тарифная ставка, но и затраты на заполнение контейнера в транспортном узле, к которому тяготеет оптовый отправитель. В качестве критерия оценки выбраны минимальные совокупные затраты на доставку и тарировку. В таблице 2 представлены выбранные варианты, характеризующие границы тяготения региональных трейдеров к дальневосточным портам.

Расчеты выявили границы форланда: Таиланд, Индонезия, Малазия и границы хинтерланда: Алтайский край, Новосибирская область, Омская область.

Таблица 2. Границы тяготения Дальневосточных портов

Направление	Совокупные затраты, приходящиеся на один контейнер 40DC в 2022г, \$
Алтай – Владивосток – Таиланд	4049
Новосибирск – Владивосток – Таиланд	3910
Омск – Владивосток – Индонезия	3959
Омск – Владивосток – Таиланд	3797
Красноярск – Владивосток – Индонезия	3795
Красноярск – Владивосток - Таиланд	3399

При развитии инфраструктуры дальневосточных портов, возможна переориентация потоков зерна из Казахстана, что ускорит строительство специализированных терминалов и исключит возникновение грузопотока зерновых в Юго-Восточную Азию через Китай.

Список литературы

1. Единая межведомственная информационно-аналитическая система: официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – URL: <https://www.gks.ru/emiss>
2. Копьёв Д.С. Исследование потенциала экспорта зерна через порты
3. Дальнего Востока// Международный научный журнал «Научные вести» 2023, №6, С. 59-64

4. Объединенная зерновая компания. Официальный сайт – URL: https://www.ozk-group.ru/press_center/
5. Российский зерновой союз. Официальный сайт - URL: [https://www. grun.ru/analytics/research/](https://www.grun.ru/analytics/research/)

Поступила в редакцию 27 марта 2024 г.

**ВЕСТНИК
МОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 94 / 2024

Дата выхода в свет – 3 апреля 2024 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; телефон редакции: +7 (423) 251-76-36.