



http://journal.vsuwt.ru
DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt>

ISSN 2713-1858 (print)
ISSN 2713-1866 (on-line)

Научные проблемы водного транспорта №69 (4) 2021

Предыдущее название «Вестник ВГАВТ» (2002-2019гг.)

Издание посвящено актуальным вопросам водного транспорта России и публикует новые научные разработки, результаты исследований, методы, методики и технологии по таким важным для отрасли направлениям как судостроение, судоремонт, экологическая безопасность судна, эксплуатация судового энергетического оборудования, гидротехническое строительство, эксплуатация водного транспорта, судовождение и безопасность судоходства, экономика, логистика и менеджмент на транспорте.

Целью журнала является создание научного пространства для распространения передовых знаний в области водного и других видов транспорта на территории России и за рубежом. Повышение авторитета национальных публикаций в мировом научном сообществе. Материалы выпуска рекомендуются научным сотрудникам, преподавателям высших учебных заведений, инженерам, аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), Свидетельство ПИ № ФС77-77658 от 17 января 2020 г. Подписной индекс в объединённом каталоге "Пресса России": **70191**

Выпускается с **2002 года**, периодичность выпуска - **4 раза в год**, форма выпуска *печатный, сетевой, язык русский, английский.*

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»).

Адрес учредителя, издателя и редакции: 603091, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5, Тел. +8(831) 419-51-84

▪ **Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (**Перечень ВАК**) по следующим специальностям:

- 05.08.01 Теория корабля и строительная механика**
- 05.08.03 Проектирование и конструкция судов**
- 05.08.04 Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства**
- 05.08.05 Судовые энергетические установки и их элементы**
- 05.22.19 Эксплуатация водного транспорта, судовождение**
- 08.00.05 Экономика и управление (по отраслям)**

▪ Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

- Полные тексты статей журнала размещены в российских научных электронных библиотеках CyberLeninka, elibrary.ru, ЭБС «Лань», а также публикуются на сайте журнала <http://journal.vsuwt.ru/>.
- Журнал подключен к международной системе библиографических ссылок Crossref
- Журнал предоставляет открытый доступ к полным текстам публикаций на основе лицензии Creative Commons (CC BY 4.0) .



Статьи принимаются в журнал в электронном виде на e-mail: raeva@vsawt.com (или через сайт журнала <http://journal.vsuwt.ru/>). Информация о порядке публикации и требованиях к оформлению статьи размещены на сайте журнала в разделе Авторам.

Редакция журнала осуществляет мониторинг корректного цитирования с помощью системы «**Антиплагиат**».

Редакция журнала осуществляет свою деятельность в соответствии с Положениями по соблюдению издательской этики, разработанными на основе международных стандартов:

1. положения, принятые на 2-ой Всемирной конференции по вопросам соблюдения добросовестности научных исследований (Сингапур, 22-24 июля 2010 г., <http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/8102>);
2. положения, разработанные Комитетом по этике научных публикаций (The Committee on Publication Ethics – COPE, <http://publicationethics.org/resources/guidelines>);
3. нормы главы 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации <http://www.gk-rf.ru/glava70>.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала «Научные проблемы водного транспорта» проходят обязательное двустороннее анонимное («слепое») рецензирование, Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. Мнение членов редколлегии и редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикации.

Редакция и Редколлегия

Главный редактор

Кузьмичев Игорь Константинович, д.т.н., профессор, ректор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Заместители главного редактора

Минеев Валерий Иванович, д.э.н., профессор, советник при ректорате, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Корнев Андрей Борисович, к.т.н., доцент, проректор по научной работе, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Митрошин Сергей Григорьевич, к.т.н., доцент, проректор по конвенционной подготовке и международной деятельности

Ответственный редактор

Гордлеев Сергей Дмитриевич, начальник Управления по научной и инновационной деятельности, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Ответственный секретарь

Раева Ольга Александровна, начальник издательского отдела, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Члены Редколлегии

Безюков Олег Константинович, д.т.н., профессор, академик РАТ, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. С.-Петербург, Россия;

Белых Владимир Николаевич, д.т.н., профессор, академик РАТ, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. С.-Петербург, Россия;

Бик Юрий Игоревич, д.т.н., профессор, Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия;

Ваганов Александр Борисович, д.т.н., доцент, Институт транспортных систем Нижегородского государственного технического университета им.Р.Е.Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия;

Волков Иван Андреевич, д.ф.-м.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Вычужанин Владимир Викторович, д.т.н., профессор, член-корреспондент Транспортной академии Украины, Одесский национальный морской университет, г. Одесса, Украина;

Гаврилов Александр Иванович, д.э.н., профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия;

Гирич Станислав Николаевич, к.т.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Грамузов Евгений Михайлович, д.т.н., профессор, Институт транспортных систем Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия;

Ермаков Станислав Александрович, д.ф.-м.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Иванов Валерий Михайлович, к.т.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Казаков Николай Николаевич, к.т.н., доцент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь;

Корнилов Дмитрий Александрович, д.э.н., профессор, академик РАЕН, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия;

Королёв Юрий Юрьевич, к.э.н., доцент, Институт бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета, г. Минск, Беларусь;

Костров Владимир Николаевич, д.э.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Лаврентьева Елена Александровна, д.э.н. профессор, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. С.-Петербург, Россия;

Мареев Евгений Анатольевич, д.ф.-м.н., профессор, член-корр. РАН, заместитель директора ИПФ РАН по научной работе, Нижний Новгород, Россия;

Матвеев Юрий Иванович, д.т.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Мордовченков Николай Васильевич, д.э.н. профессор, Княгининский университет, г. Нижний Новгород, Россия;

Никущенко Дмитрий Владимирович, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. С.-Петербург, Россия;

Озина Альбина Михайловна, д.э.н., профессор, Нижегородский институт управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Нижний Новгород, Россия;

Отделкин Николай Станиславович, д.т.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Роннов Евгений Павлович, д.т.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Ситнов Александр Николаевич, д.т.н. профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Соловьев Алексей Валерьевич, д.т.н. заместитель директора, ФАУ Российский Речной Регистр, Верхне-Волжский филиал, г. Нижний Новгород, Россия;

Удалов Олег Федерович, д.э.н., профессор, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия;

Уметалиев Акылбек Сапарбекович, д.э.н., профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Киргизстан;

Уртминцев Юрий Николаевич, д.т.н. профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия;

Цветков Юрий Николаевич, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, г. С.-Петербург, Россия;

Редакционный совет

Алексеев В.Я., Генеральный директор ОАО «Порт Коломна», г. Коломна, Россия;

Бессмертный Д.Э., к.т.н. Руководитель ФБУ «Администрация волжского бассейна», Нижний Новгород, Россия;

Ежов П.В., Генеральный директор ООО «Си Тех», Нижний Новгород, Россия;

Ефремов Н.А., д.э.н., Первый заместитель генерального директора ФАУ Российский речной регистр, Москва, Россия;

Мочалина Н.Н., Первый заместитель министра - начальник управления природопользования Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия;

Столповицкий К.С., начальник Управления государственного морского и речного надзора Ространснадзора, Москва, Россия;

Сазонов И.Г., заместитель Министра промышленности Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия;

Теодор де Йонге, Генеральный директор "Numerieck Centrum Groningen B.V.", Гронинген, Нидерланды;

Франк Венде - профессор, к.т.н., Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Магдебург, Германия; Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Россия;

Шаталов В.В., профессор, Генеральный директор ОАО КБ "Вымпел", Нижний Новгород, Россия.



http://journal.vsuwt.ru
DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt>

ISSN 2713-1858 (print)
ISSN 2713-1866 (on-line)

Russian Journal of Water Transport №69 (4) 2021

The previous name "Bulletin of VSAWT" (2002-2019.)

The journal is devoted to the topical issues of water transport in Russia and publishes scientific materials, research results, methods and technologies in such important areas for the industry as shipbuilding, ship repair, environmental safety of a ship, operation of ship power plants, hydraulic engineering, navigation, navigation safety, economics, logistics and transport management.

The purpose of the journal is the scientific area creation for dissemination of advanced knowledge in the field of water and other kinds of transport in Russia and abroad and for the increasing authority of national publications in global scientific community. The materials of the issue are recommended for researches, teachers of higher educational institutions, engineers, graduate students and students of the relevant specialties.

The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor) certificate PI No. FS77-77658 dated January 17, 2020. Subscription index in the united catalog "Press of Russia": 70191.

The journal has been published since 2002, **4 times a year**; the form of issue is *printed, networked*, language *Russian and English*

Founder and publisher: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volga State University of Water Transport"

Founder, publisher and editorial address: 603091, Russian Federation, Nizhny Novgorod, st. Nesterova, 5, Tel. +8 (831) 419-51-84

▪ The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications, in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of science, for the degree of doctor of sciences (List of Higher Attestation Commission) in the following specialties should be published:

- 05.08.01 Theory of the ship and structural mechanics
- 05.08.03 Ship design and construction
- 05.08.04 Technology of shipbuilding, ship repair and organization of shipbuilding production
- 05.05.05 Ship power plants and their elements
- 05.22.19 Operation of water transport, navigation
- 08.00.05 Economics and management (in different industry areas)

▪ The journal is included in the system of the Russian Science Citation Index (RSCI)
▪ The full texts of the journal articles are posted in the Russian scientific electronic libraries CyberLeninka, eLibrary.ru, EBS "Lan", and are also published on the journal's website <http://journal.vsuwt.ru/>

- The journal is connected to the international system of bibliographic references Crossref
- The journal provides open access to the full text of publications on a license basis Creative Commons (CC BY 4.0)



Articles are accepted in the journal in electronic form by e-mail: raeva@vsawt.com (or through the magazine's website <http://journal.vsuwt.ru/>)

Information about the publication procedure and requirements for the article formatting is posted on the journal's website in the For Authors section. The editorial board of the journal monitors the correct citation using Antiplagiat system.

The editorial board of the journal carries out its activities in accordance with the Provisions on the observance of publishing ethics, developed on the basis of the international standards:

1. provisions adopted at the 2nd world conference on integrity of scientific studies (Singapore, July 22-24, 2010; <http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/8102>);
2. provisions developed by the Committee on publication ethics (The Committee on Publication Ethics – COPE; <http://publicationethics.org/resources/guidelines>);
3. norms of Chapter 70 "Copyright" of the Civil code of the Russian Federation <http://www.gk-rf.ru/glava70>

All scientific articles submitted to the editorial office of the journal "Scientific Problems of Water Transport" are subject to mandatory bilateral anonymous ("blind") reviewing. All reviewers are recognized experts on the subject of the reviewed materials. The opinion of the members of the editorial board and editorial staff may not coincide with the authors point of view.

Editorial Team

Editor In chief: Igor K. Kuzmichyov, Dr. Sci. (Tech.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia

Editor In chief deputy: Valeriy.I. Mineev, Dr. Sci. (Econ.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia

Editor In chief deputy: Andrey B. Kornev, Dr. Sci. (Tech.), Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia

Editor In chief deputy: Sergey G. Mitroshin, Cand. Sci. (Tech.), Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia

Contributing Editor: Sergey D. Gordleev, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia

Executive Secretary: Olga A. Raeva, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia

Editorial board

Oleg K. Bezyukov, Dr. Sci. (Tech), professor, academician of Russian Transport academy, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St.-Petersburg, Russia;

Vladimir N. Belikh, Dr.Sci. (Phys-Math.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Yuriy I. Bik, Dr. Sci. (Tech.), professor, Siberian state university of water transport, Novosibirsk, Russia;

Alexandr B. Vaganov, Dr. Sci. (Tech.), assistant professor, Institute of transportation system of NSTU, named after R.E. Alekseyev, Nizhny Novgorod, Russia;

Ivan A. Volkov, Dr. Sci. (Phys-Math.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Vladimir V. Vichyuzhanin, Dr. Sci. (Tech.), professor, corresponding member of Academy of transport of the Ukraine, Odessa National maritime university, Odessa, Ukraine;

Alexandr I. Gavrilov, Dr. Sci. (Econ.), professor, FSBEE H.Ed.” Russian academy of national economy and public service under the President of Russian Federation, Moscow, Russia;

Stanislav N. Guirin, Cand. Sci. (Tech.), Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Evgeniy M. Gramuzov, Dr. Sci. (Tech.), professor, Institute of Transportation System NSTU, named after R.E. Alekseyev, Nizhny Novgorod, Russia;

Stanislav A. Yermakov, Dr. Scs. (Phys-Math.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Valeriy M. Ivanov, Cand. Sci. (Tech.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Nikolay N. Kazakov, Cand. Sci. (Tech.), deputy dean of Belorussian State University of Transport, Gomel, Belarus;

Dmitriy A. Kornilov, Dr. Sci. (Econ.), professor, NSTU, named after R.E. Alekseyev, Nizhny Novgorod, Russia;

Yuriy Yu. Korolyov, Cand. Scs. (Econ.), assistant professor, Belorussian state university (I.B.M.T BSU), Minsk, Belarus;

Vladimir N. Kostrov, Dr. Sci. (Econ.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Yelena A. Lavrentyeva., Dr. Sci. (Econ.), professor, FSBEE H.Ed. SUMRF named after admiral Makarov, St.-Petersburg, Russia;

Evgeniy A. Mareyev, Dr. Sci. (Phys-Math), Federal Research Center Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, corresponding member, Nizhny Novgorod, Russia;

Yuriy I. Matveyev, Dr. Sci. (Tech.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Nikolay V. Mordvichenkov, Dr. Sci. (Econ.), professor, FSBEE H.Ed, Nizhny Novgorod, Russia;

Dmitriy V. Nikushenko, Dr. Sci. (Tech.), professor, State Marine Technical University, St.-Petersburg, Russia;

Al'bina M. Ozina, Dr. Sci. (Econ.) Dr., professor, Russian academy of national economy and public service under the President of Russian Federation, Moscow, Russia;

Nikolay S. Otdelkin, Dr. Sci. (Tech.), professor, Volga state university of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Evgeniy P. Ronnov, Dr. Sci. (Tech.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Alexandr N. Sitnov, Dr. Sci. (Tech.), professor, Volga state unuversity of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Alexey V. Soloviev, Dr. Sci. (Tech.), associate Director, Upper Volga branch of the Russian River Register, Nizhny Novgorod, Russia;

Oleg F. Udalov, Dr. Sci. (Econ.), professor, FSAEI H.Ed. NNSU named after Lobachevsky, Nizhny Novgorod, Russia;

Akylbek S. Umetalyev, Dr. Sci. (Econ.), professor, Kyrgyz State Technical University named after Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan;

Yuriy N. Urtmintsev, Dr. Sci. (Tech.), professor, Volga state university of water transport, Nizhny Novgorod, Russia;

Yuriy N. Tsvetkov, Dr. Sci. (Tech.), professor, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St.-Petersburg, Russia.

Editorial Council

Alekseyev V.Ju., General Manager of public corporation “Port of Kolomna”, Kolomna, Russia;
Bessmertniy D.E., Cand. Scs. (Tech.), Manager of “Federal budgetary institution of the Volga basin”, Nizhny Novgorod, Russia;

Ezhov P.V., General manager of LLC “Sea Tech”, Nizhny Novgorod, Russia;

Efremov N.A., Dr. Sci. (Econ.) First deputy of general manager of Russian river register, Moscow, Russia;

Mochalina N.N., First deputy minister- chief of dept of natural resources use of ministry of Ecology and natural resources of Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Russia;

Stolpovitsky K.S., chief of marine and river state inspection department of Rostransnador, Moscow, Russia;

Sazonov I.G., deputy minister of Industry of Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Russia;

Shatalov V.V., professor, General manager OAO KB “Vimpel”, Nizhny Novgorod, Russia.

Teodore de Yonge, General Director of “Numeriek Centrum Groningen BV”, Groningen, Netherlands;

Frank Wende, PhD, professor, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und - automatisierung IFF, Magdeburg, Germany.



Конструкторское бюро ВГУВТ
Института инноваций в судостроении и
судоремонте организовано при ФГБОУ
ВО "Волжский государственный
университет водного транспорта" в
Нижнем Новгороде в 2014 году.

**Оказываемые услуги в сфере гражданского,
грузового, технического, пассажирского флота и
береговой инфраструктуры:**

- ▶ Разработка документации эскизного, технического и рабочего проектов судов и объектов морской и речной техники;
- ▶ Согласование документации с классификационными обществами: РРР, РМСР и др., в том числе с ГИМС;
- ▶ Проектирование порт-пристаней, береговой инфраструктуры, включая яхт-клубы;
- ▶ Расчёты прочности, гидро- и аэродинамики с использованием лицензионного программного обеспечения;
- ▶ Консалтинговые услуги, в том числе проведение испытаний судов и материалов;
- ▶ Дизайн объектов морской и речной техники, 3D-моделирование, создание анимаций;
- ▶ Организация постройки судов;
Конструкторское сопровождение производства.



Руководитель КБ ВГУВТ
Шабала Алексей Геннадьевич
kb-vsawt.ru
+7(987)110-36-67
8(831)419-78-41
skb@vsawt.com

СОДЕРЖАНИЕ

Судостроение, судоремонт и экологическая безопасность судна

А.М. Борисов

Анализ корпусных конструкций современных сухогрузных судов-представителей... 15

А.Н. Винцов, Е.Г. Бурмистров

Особенности формирования температурных полей при форсированной плазменной резке и их влияние на структуру сталей 36

А.Н. Волков, В.А. Зуев

Технические показатели работы современных траулеров 49

О.К. Зяблов, О.В. Алексеева, Ю.А. Алексеев

Обоснование принятия управленческих решений о модернизации сухогрузных теплоходов типа «Волга» на основании экспресс-анализа рыночной ситуации 63

В.И. Самулеев, Ю.П. Мухин

Технико-экономические аспекты и проблемы внедрения роторных гребных установок при модернизации и постройке судов (на примере проектов 1809 и CNF11CPD) 81

А. О. Токарев, Л.Д. Макагон

Оценка износостойкости и триботехнических свойств плазменных покрытий 95

Эксплуатация судового энергетического оборудования

А.В. Кулагин

Диагностирование состояния судовых дизельных двигателей вероятностным методом распознавания неисправностей 109

Экономика, логистика и менеджмент на транспорте

Е.М. Галкина, О.В. Почакаева, Н.В. Железнова

Оптимизация затрат транспортной компании при осуществлении смешанных перевозок 123

Ж.К. Кегенбеков, А.Н. Алипова, А.Г. Бидашева

Взаимосвязь логистики и торгового маркетинга в компаниях FMCG сектора 133

А.С. Кокин, В.А. Одинокоев, В.Н. Щепетова

Анализ развития валютного рынка в РФ 149

Ю.О. Колотов, И.О. Яблочникова

Особенности управления развитием ИКТ и инфокоммуникационной инфраструктуры 162

В.В. Крайнова

Взаимосвязь систем управленческого учета и внутреннего контроля 176

А.И. Торотенкова, В.В. Цверов

Совершенствование процедуры выдачи разрешения на плавание судов под иностранным флагом по внутренним водным путям Российской Федерации 183

**Эксплуатация водного транспорта, судовождение
и безопасность судоходства**

С.В. Железнов, И.В. Липатов, А.А. Лисин, Ю.Н. Уртминцев

Исследование факторов восстановления грузовых речных перевозок на Единой
глубоководной системе России 197

А.И. Телегин, Н.В. Гончарова, В.И. Тихонов, А.В. Юлова

Апробация методики определения времени перемещения пассажира на
внутригородском и пригородном маршруте 209

CONTENTS

Shipbuilding, ship repair and ecological safety of the ship

Alexander M. Borisov

Analysis of modern hull structures dry cargo ships-representatives 15

Anna N. Vintsiv, Evgeny G. Burmistrov

Features of the formation of temperature fields during forced plasma cutting and their effect on the structure of steels 36

Andrey N. Volkov, Valeriy A. Zuev

Technical indicators of modern trawlers..... 49

Oleg K. Zyablov, Olga V. Alexeeva, Yuri A. Alexeev

Justification of management decisions on the modernization of Volga-type dry cargo ships based on an express analysis of the market situation 63

Vladimir I. Samuleev, Yuri P. Mukhin

Techno-economic aspects and problems of the rotary rowing units introduction in the modernization and construction of ships (on the example of projects 1809 and CNF11CPD) 81

Alexander O. Tokarev, Lyubov D. Makagon

Assessment of tribotechnical properties and resistance to wear of plasma coatings 95

Operation of ship power equipment

Andrey V. Kulagin

Diagnosing the state of marine diesel engines by probabilistic fault recognition method .. 109

Economics, logistics and transport management

E.M. Galkina, O.V. Pochekaeva, N.V. Zheleznova

Optimization of the costs of a transport company in the implementation of multimodal transport..... 123

Zhandos K. Kegenbekov, Alima.N. Alipova, Alina G. Bidasheva

The relationship between logistics and trade marketing in FMCG companies 133

Alexander S. Kokin, Vladimir A. Odinkov, Valentina N. Shchepetova

Analysis of the development of the foreign exchange market in the Russian Federation... 149

Yuriy O. Kolotov, Irina O. Yablochnikova

Features of the infocommunication infrastructure development management mechanism 162

Vera V. Krainova

Interrelation of management accounting and internal control systems 176

Arina. I. Torotenkova, Vladimir. V. Tsverov

Improvement of the permit issuance procedure for foreign-flagged vessels sailing on inland waterways of the Russian Federation..... 183

***Operation of water transport, navigation and safety
of navigation***

Sergey V. Zheleznov, Igor V. Lipatov, Alexander A. Lisin, Yuriy N. Urtmintsev
Factor analysis of cargo river transportation recovery on the Unified deep-water system of
Russia..... 197

Anatoly I. Telegin, Natalia V. Goncharova, Vadim I. Tikhonov, Anastasia V. Yulova
Testing the methodology of determining the time of passenger movement on the inner-city
and suburban route..... 209

СУДОСТРОЕНИЕ, СУДОРЕМОНТ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СУДНА

SHIPBUILDING, SHIP REPAIR AND ECOLOGICAL SAFETY OF THE SHIP

УДК 629.5.081.326.012/.015.4

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.226>

Анализ корпусных конструкций современных сухогрузных судов-представителей

А.М. Борисов

ORCID: 0000-0002-1521-5720

*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород,
Россия*

Аннотация. Приводятся результаты анализа проектирования корпусных конструкций современных сухогрузных судов-представителей внутреннего и смешанного («река-море») плавания в сравнении с классическими судами постройки XX века. Рассматриваются характерные повреждения корпусных конструкций, приводятся рекомендации по проектированию основных связей корпуса в соответствии с требованиями Российского Речного Регистра (РРР) и Российского морского регистра судоходства (МРС). Отмечено, что с учетом сложившихся грузопотоков на водном транспорте корпуса судов внутреннего плавания ранней постройки подвергаются модернизации для эксплуатации в прибрежных морских районах. Показано, что с учетом старения флота в современных условиях значительная роль отводится строительству «сверхполных» судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания, способных доставлять различные грузы без промежуточной перевалки из морских портов в речные порты страны.

Ключевые слова: сухогрузный теплоход, баржа, Российский Речной Регистр, Российский морской регистр судоходства, класс судна, перевозимые грузы, суда внутреннего и смешанного («река-море») плавания, конструкция корпуса, старение флота, модернизация корпуса судна, мидель-шпангоут.

Analysis of modern hull structures dry cargo ships-representatives

Alexander M. Borisov

ORCID: 0000-0002-1521-5720

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article presents the results of the analysis of the hull structure design of the modern dry cargo vessels-representatives of inland and mixed ("river-sea") navigation in comparison with classical vessels built in the twentieth century. The characteristic damages of hull structures are considered, recommendations are given on the design of the main hull connections in accordance with the requirements of the Russian River Register (RRR) and the Russian Maritime Register of Shipping (MRS). It is noted that due to the existing cargo flows on water transport the hulls of inland navigation vessels of early construction are being modernized for operation in coastal marine areas. It is shown that due to the aging of the fleet

in modern conditions a significant role is assigned to the construction of "super-full" vessels of internal and mixed ("river-sea") navigation, capable of delivering various cargoes without intermediate transshipment from seaports to river ports of the country.

Keywords: dry-cargo ship, barge, Russian River Register, Russian Maritime Register of Shipping, vessel class, cargo transported, inland and mixed ("river-sea") navigation vessels, hull design, aging of the fleet, modernization of the hull, amidships-frame.

Введение

В нашей стране во второй половине XX века было построено большое количество самоходных и несамоходных речных и морских судов различного назначения.

В середине шестидесятых годов XX века началось строительство судов смешанного («река-море») плавания в результате создания единой глубоководной системы европейской части страны, позволившей обеспечить выход судов из внутренних водных бассейнов в прибрежные районы Балтийского, Северного, Белого, Черного, Каспийского и Средиземного морей. В результате развития кораблестроительной науки совершенствовались Правила Российского Речного Регистра (РРР) [1] и Российского морского регистра судоходства (МРС) [2], устанавливающие требования к проектированию корпусов судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания.

Сопоставительный анализ требований Правил МРС и РРР к конструкции и прочности корпусов грузовых судов смешанного плавания классов «R3-RSN» и «М-СП 3,5», близких по условиям эксплуатации, приведен в работе [3] и в работах других авторов. Анализ конструкции корпуса современных наливных судов-представителей в сравнении с судами ранней постройки приведен в работе автора [4].

В результате старения и утилизации флота за последние 35 лет судов стало почти в два раза меньше, а средний возраст судов вырос практически в два раза. Так, если на учете в 1980 г. состояло около 48,0 тыс. судов со средним возрастом 14,9 г., то к 2015 году произошло сокращение флота до 22,7 тыс. судов со средним возрастом 33,2 г. При этом ежегодно списывалось и утилизировалось от 800 до 1000 судов [5].

В настоящее время в эксплуатации находится около 1,56 тыс. грузовых судов смешанного, внутреннего и ограниченного морского плавания, из них судов, построенных до 2000 г. – 71%, остальные 29% судов построены в XXI веке. Всего по данным Морского Инженерного Бюро (МИБ) среди построенных за последние 20 лет: 221 сухогрузное судно, 233 танкера и комбинированных судна [5]. В постройке на разных стадиях находятся еще 71 судно, в том числе 59 сухогрузов.

При всем многообразии судов в настоящей работе приводятся результаты анализа и особенности конструкции корпуса современных самоходных и несамоходных сухогрузных судов-представителей внутреннего и смешанного («река-море») плавания в сравнении с классическими аналогичными судами ранней постройки.

1. Особенности конструкции корпуса самоходных сухогрузных судов

Одними из самых крупных судов внутреннего плавания и самых массовых сухогрузных серий были сухогрузные теплоходы различных модификаций типа «Волго-Дон» (пр. 507 и 1565) грузоподъемностью 5000 т, построенные в 60-е – 80-е годы XX века на класс «О» РРР (рис.1); всего было построено 225 судов. Главные размерения судна: $L \times B \times H \times T = 135 \times 16,5 \times 5,5 \times 3,5$ м; материал корпуса: сталь марки ВСтЗсп4, (предел текучести $R_{eH} = 235$ МПа), для верхнего пояса применена сталь повышенной прочности (СПП) марки 10Г2С1Д ($R_{eH} = 355$ МПа). В грузовом трюме корпус выполнен с двойным дном (ДД) и двойным бортом (ДБ), рамная шпация 1,8 м.

В средней части корпуса применена смешанная система набора (система Шиманского) и поперечная – в МО и оконечностях. Опыт эксплуатации судов внутреннего (СВП) и смешанного (ССП) плавания длиной более 80 м показывает, что

такая система набора корпуса позволяет наиболее эффективно обеспечить общую и местную прочность и поэтому она чаще применяется и на современных СВП и ССП средней и большой длины. На некоторых судах (например, пр. RSD44) в средней части корпуса для уменьшения расчетного изгибающего момента установлен диптанк ДД

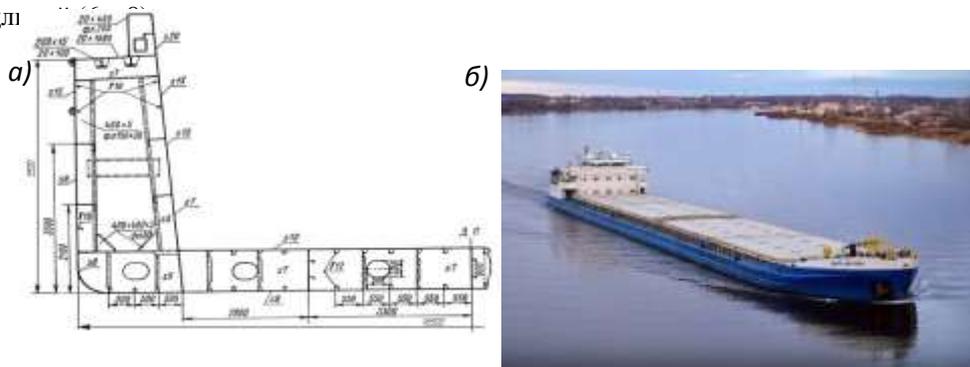


Рис.1. Эскиз (а) рамного шпангоута [6] и общий вид (б) сухогрузного теплохода типа «Волго-Дон»

Fig.1. Sketch (a) of the frame frame [6] and general view (b) of the Volga-Don type dry cargo ship

Рамные шпангоуты судов типа «Волго-Дон», имеющие Г-образное сечение отфланцованного профиля, при строительной толщине стенки 5 мм не обеспечивали достаточную местную прочность и после 20 лет эксплуатации имели значительные повреждения («кромочную деформацию»), требующие дорогостоящего ремонта. Большой эффективностью для рамного набора обладает сварной тавровый профиль, размеры которого назначаются в соответствии с требованиями РРР [1].

В ходе эксплуатации неподкрепленные стенки флоров ДД около внутреннего борта (особенно в районе вырезов-лазов), получали значительные повреждения с потерей устойчивости стенки и образованием трещин в углах вырезов (рис. 2, поз. а). Это приводило к увеличению трудоемкости при выполнении ремонтных работ в стесненных условиях ДД.



Рис.2. Повреждение флоров ДД с потерей устойчивости стенки и образованием трещин

Fig.2. Damage to the DD flores with loss of wall stability and crack formation

В соответствии с требованиями Регистра [1, 2] для обеспечения устойчивости стенки рамного набора подкрепляются ребрами жесткости, установленными нормально или параллельно поясам рамных балок. Особое внимание уделяется подкреплению стенки флора около внутреннего борта, и здесь рекомендуется применять диагональное (а) или комбинированное (б, в) подкрепление стенки (рис. 3) при смещении выреза-лаза от опоры в пролет [7].

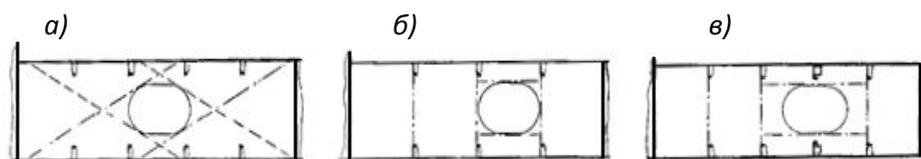


Рис. 3. Подкрепление стенки флоров ДД в районе вырезов-лазов у ДБ

Fig. 3. Reinforcement of the wall of the floor DD in the area of the cutouts at the DB

Для уменьшения концентрации напряжений и исключения трещинообразования при переходе настила ДД в узкую полку флора ДБ стали устанавливать горизонтальные (фестонные) кницы (рис. 4), свободная кромка которых подкрепляется полосой или отгибается фланец (б, в). Такой узел хорошо зарекомендовал себя в эксплуатации и применяется на современных судах [7].

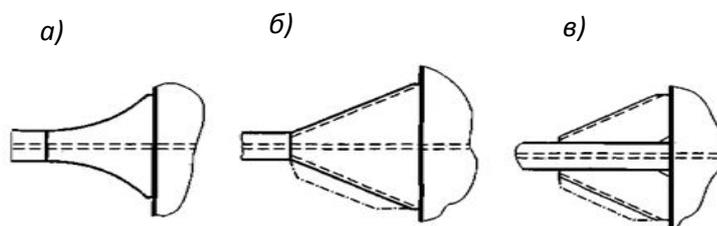


Рис. 4. Установка горизонтальных книц (бракет) в районе ДБ

Fig. 4. Installation of horizontal knits (bracket) in the DB area

В 90-е гг. для обеспечения международных грузоперевозок и выхода СВП в прибрежные морские районы некоторые речные суда были реконструированы на класс смешанного («река-море») плавания («М-ПР» и «М-СП» РРР). Для обеспечения общей прочности корпуса этих судов были укорочены, получили усиленный набор и корпус (устанавливались накладные полосы по комингсу и днищу). В ходе модернизации на судах было установлено более совершенное оборудование трюмов и люковых закрытий, высокий бак в носовой оконечности, а также спроектирована надстройка более современной формы с применением модульных конструкций. Большинство модернизированных судов типа «Волго-Дон» находятся в эксплуатации до настоящего времени.

В результате совершенствования сухогрузных теплоходов типа «Волго-Дон» с 1981 г. началось строительство сухогрузных теплоходов типа «Волжский» (пр. 05074) и его модификаций на класс «О» и «О-ПР» РРР. На судне с главными размерениями $L \times B \times H \times T = 136 \times 16,5 \times 5,5 \times 3,5$ м и грузоподъемностью около 5000 т были устранены выявленные ранее конструктивные недостатки (отмеченные выше), однако, принципиальная конструкция теплоходов сохранилась как у «Волго-Дона».

1991 г. часть судов проекта 05074 М была дополнительно модернизирована (рис. 5) для повышения класса плавания с «О» и «О-ПР» на «М-СП» РРР, а также на класс «КМ ★ L4 R2-RSN» МРС.

a)



б)



Рис.5. Сухогрузный теплоход типа «Волжский» до (а) и после модернизации (б)

Fig.5. Dry cargo ship of the «Volzhsky» type before (a) and after modernization (b)

Для улучшения мореходных качеств при работе в морских условиях корпус судов типа «Волжский» (как и некоторых судов типа «Волго-Дон») был укорочен на 30 м, поднята высота второго борта и комингса на 2,5 м, убраны сцепные устройства, переоборудованы трюмы. Схемы мидель-шпангоутов сухогрузного теплохода типа «Волжский» (пр.05074М) до (а) и после (б) модернизации [8] приведены на рис. 6.

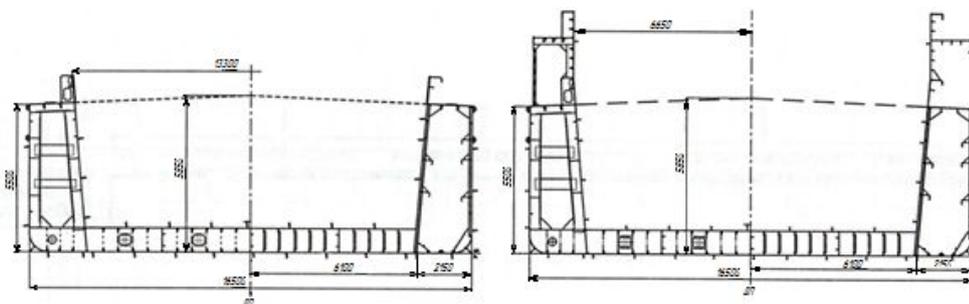


Рис. 6. Схемы мидель-шпангоутов сухогрузного теплохода типа «Волжский» пр.05074М до (а) и после (б) модернизации

Fig. 6. Schemes of the midship frame of a dry cargo ship type «Volzhsky» pr.05074M before (a) and after (b) modernization

В связи с изменениями в формировании грузопотоков в 2000-2003 гг. девять судов типа «Волжский» (пр. 05074) были переоборудованы в нефтеналивные суда типа «Волга-Флот» (пр. 05074Т) с усилением днища, установкой продольной переборки в ДП, настила палубы и поперечных переборок, делящих грузовой отсек на восемь танков [4].

Однако в 2019 г. при изменении грузопотоков три танкера типа «Волга-Флот» (пр.05074Т) снова были переоборудованы в сухогрузные теплоходы по проекту RSD22 с демонтажем палубы, диаметральной переборки и наращиванием комингса аналогично приведенному на рис. 6, б. Конверсированные сухогрузные суда дедевейтом 5450 т используются для перевозок генеральных и насыпных грузов, включая зерно, лес, гранулированную серу. В последние годы Волжское пароходство запланировало переоборудование в сухогрузы еще три таких танкера.

Большую группу судов смешанного плавания представляют сухогрузные теплоходы грузоподъемностью около (2000...3000) т, спроектированные для прохождения по Волго-Донскому (ВДСК), Беломоро-Балтийскому (ББК) и Волго-Балтийскому (ВБК) каналам с выходом в море на классы «М-ПП», «М-СП» РРР и на классы II СП (R2-RSN) и III СП (R3-RSN) МРС. Это суда типа «Балтийский» (пр. 781, 613), «Волго-Балт» (пр. 791, 2-95, 2-95А, 2-95А/Р), «Сормовский» (пр. 1557) и «Омский» (пр. 1743), имеющие близкие главные размерения и форму поперечного сечения.

Популярность судов грузоподъемностью около 3000 т (так называемые «трехтысячники») исторически связана с партией перевозимого груза, перегружаемого в портах для дальнейшей транспортировки в железнодорожные составы из 50 вагонов. Это позволяет без промежуточных перегрузок доставлять грузы из речных портов России в порты Европы. Поэтому такие суда востребованы и в современных условиях транспортных перевозок различных грузов.

Эскиз рамного шпангоута [6] и внешний вид сухогрузного теплохода типа «Волго-Балт» (пр. 791), построенного на класс «М» (в последующем – на класс «М-СП») РРР грузоподъемностью 2700 т с главными размерениями $L \times B \times H \times T = 110,1 \times 13,0 \times 5,5 \times 3,34$ м, приведены на рис. 7.

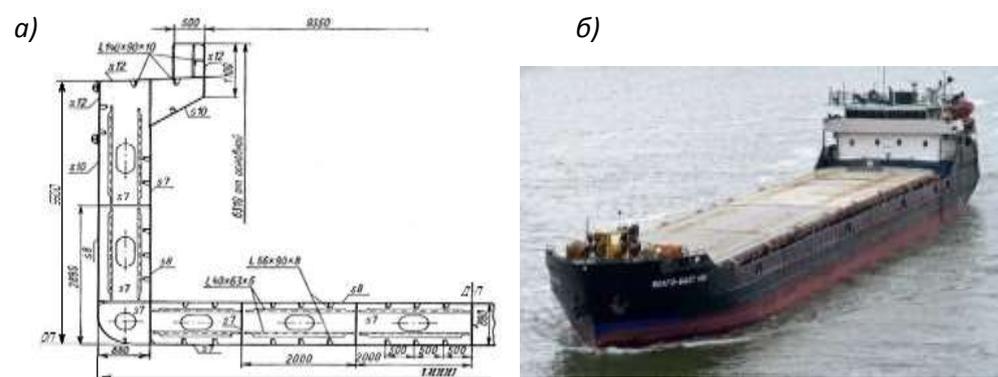


Рис. 7. Эскиз рамного шпангоута (а) и внешний вид (б) сухогрузного теплохода типа «Волго-Балт» (пр. 791)

Fig. 7. Sketch of the frame frame (a) and appearance (b) of the «Volga-Balt» type dry cargo ship (pr. 791)

Корпус судна выполнен по смешанной системе набора в средней части и поперечной – в МО и оконечностях. Грузовое пространство разделено поперечными гофрированными переборками на четыре трюма с ДД и ДБ. В узких ДБ (880 мм) применена диафрагменная конструкция рамного набора аналогично конструкции флоров и кильсонов ДД. Материал корпуса: сталь марки ВСтЗсп4 ($R_{eH} = 235$ МПа); верхний пояс для обеспечения общей прочности выполнен из стали повышенной прочности (СПП) марки 09Г2 ($R_{eH} = 315$ МПа).

Для улучшения мореходных качеств, увеличения грузоподъемности, грузовместимости и прочности корпуса по проекту МИБ была выполнена модернизация ряда судов этих проектов. При этом на полки существующих комингсов установлены дополнительные продольные комингсы грузовых люков высотой 1,3 м (общая высота продольных и поперечных комингсов составляет 2,5 м). Соответственно увеличивается высота поперечных переборок и высота бака. В результате выполненной модернизации по данным МИБ [5, 8] стандарт общей прочности судна увеличивается в среднем на 67%, грузоемкость трюмов – на 20%, дедвейт – на 21%, и корпус переоборудованного судна приводится в соответствие с требованиями Международной Конвенции (МК) о грузовой марке.

Эскиз мидель-шпангоута сухогрузного теплохода типа «Волго-Балт» (пр. 2-95А/Р) после модернизации приведен на рис. 8 [7].

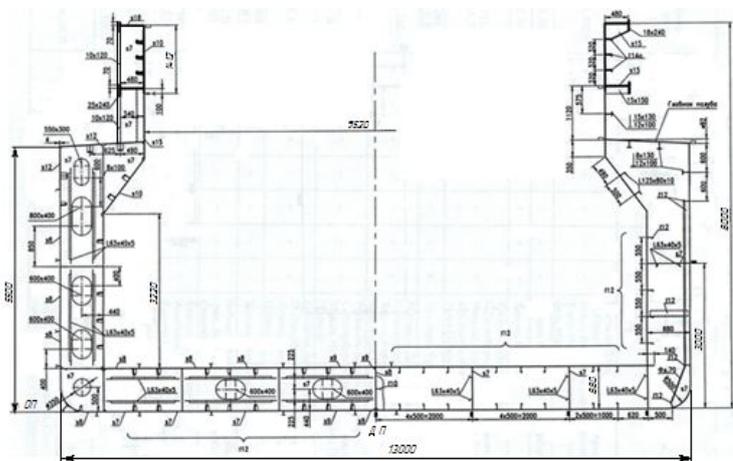


Рис. 8. Эскиз мидель-шпангоута сухогрузного теплохода типа «Волго-Балт» (пр.2-95А/Р) после модернизации

Fig. 8. Sketch of the midship frame of the «Volgo-Balt» type dry cargo ship (pr.2-95A/R) after modernization

Внешний вид сухогрузного теплохода «Ополье» типа «Волго-Балт» (пр.2-95А/Р) после модернизации судна в 2016 г. на класс «КМ ★ L4 R2-RSN (L4 при $d \leq 3,85$ м)» МРС с увеличением высоты продольного комингса приведен на рис. 9. Аналогичная модернизация по проектам МИБ выполнялась на однотипных судах, приведенных выше проектов, при реклассификации их на классы МРС.

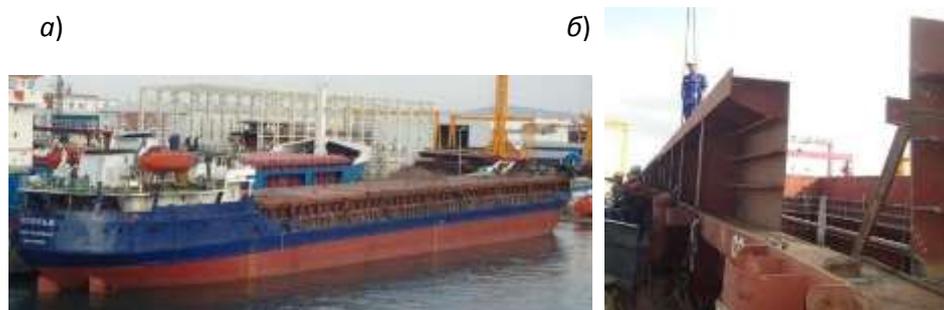


Рис. 9. Сухогрузный теплоход «Ополье» пр. 2-95А/Р (типа «Волго-Балт») после модернизации (а) и при увеличении высоты продольного комингса (б)

Fig. 9. Dry cargo ship «Opole» pr. 2-95A/R (type «Volgo-Balt») after modernization (a) and with an increase in the height of the longitudinal coaming (b)

В 90-е годы XX века большинство судов типа «Волго-Балт», «Омский», «Сибирский» и некоторая часть судов типа «Волго-Дон» для расширения морской эксплуатации были реклассифицированы на класс КМ★ L2 R3-RSN или КМ★ L2 R2-RSN MPC. Для обеспечения требуемой прочности укорачивалась цилиндрическая вставка, а по верхнему поясу (комингс, ширстрек, палубный стрингер) устанавливались накладные полосы толщиной (20...24) мм. При этом момент сопротивления корпуса возрастал на (20...40) %.

2. Особенности конструкции корпуса несамоходных сухогрузных судов

Кроме самоходных судов в составе отечественного флота была большая группа грузовых несамоходных судов (барж) внутреннего плавания (ВВП). Проектирование барже-буксирных составов (ББС) позволяет эффективнее использовать подвижной состав судов по сравнению с обычными самоходными сухогрузными и наливными судами, поскольку при простое самоходного судна под погрузкой-выгрузкой буксир/толкач может обеспечивать транспортировку другой партии несамоходных судов в пункт назначения. При этом экономичнее используется судовая энергетическая установка, что особенно актуально для судов внутреннего плавания с ограниченным навигационным периодом эксплуатации.

С 60-х годов XX века и до настоящего времени при проектировании и эксплуатации ББС преимущественно применяется метод толкания, более эффективный по сравнению с буксировкой несамоходных грузовых судов [4]. Для восприятия значительных контактных усилий взаимодействия в месте сцепления судов в носовой оконечности толкача и в кормовой оконечности толкаемой баржи устанавливались упорные и сцепные конструкции. В настоящее время эти конструктивные решения, хорошо зарекомендовавшие себя в эксплуатации, принимаются и в новом судостроении. При этом в плоскости упоров толкача и толкаемого судна в отсеках пиков устанавливаются продольные переборки (иногда и по всей длине судна), которые вместе с палубой и днищем образуют мощные коробчатые конструкции, вовлекающие в работу все связи корпуса.

Среди несамоходных сухогрузных судов-представителей необходимо выделить большую серию двухсекционных бункерных барж пр.1787 (общей грузоподъемностью 7500 т) и пр. 1787У (общей грузоподъемностью 8900 т), построенных на класс «О» РРР в 70-е годы XX века. Главные размерения секций барж

пр. 1787: $L \times B \times H \times T = 96 (97,2) \times 14,0 \times 4,8 \times 3,5$ м (в скобках приведена длина концевой секции).

Корпус баржи пр.1787У длиннее на 16,2 м и имеет усиленный палубный набор. Это позволило увеличить общую грузоподъемность состава на 1400 т. В остальном конструкция корпуса барж аналогична, выполнена по смешанной системе набора в средней части (продольная – по палубе и днищу в ДБ), причем ДД для обеспечения общей поперечной прочности было выполнено с поперечной системой набора. С этой целью на самоходных и несамоходных бункерных судах ранней постройки в плоскости палубы между внутренними бортами устанавливались мощные коробчатые балки – «озды», сильно повреждаемые при выполнении грузовых операций, и от постановки которых в дальнейшем отказались. Эскиз холостого шпангоута [6] и внешний вид баржи пр.1787 приведены на рис. 10.

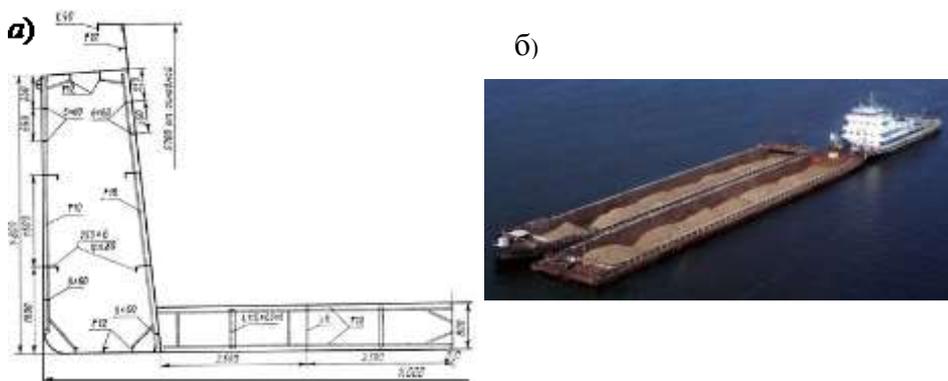


Рис. 10. Эскиз холостого шпангоута секции (а) и внешний вид барж пр. 1787 с толкачом (б)

Fig. 10. Sketch of the idle frame of the section (a) and the appearance of the barges pr. 1787 with a pusher (b)

В ходе эксплуатации при интенсивном износе днищевого пояса и недостаточной общей продольной прочности многие баржи обоих проектов получали перелом корпуса как при его прогибе (рис. 11), так и при перегибе. Выполнение усиления палубы (установка накладных полос по стенке и полке комингса) и днищевого пояса (установка дополнительных кильсонов) позволяет находиться баржам этого проекта в эксплуатации до настоящего времени.



Рис. 11. Перелом баржи пр.1787У при прогибе корпуса

Fig. 11. Fracture of the barge pr.1787U at the deflection of the hull

Выявленные недостатки были устранены при строительстве составных бункерных барж пр. Р156 общей грузоподъемностью 9100 т, класса «О (лед)» РРР, главные размерения секции: $L \times B \times H \times T = 112(113,4) \times 14,0 \times 5,0 \times 3,7$ м. Эскиз рамного шпангоута секции [6] и внешний вид баржи пр. Р156 приведены на рис. 12.

Конструкция ДД этих судов принята с продольной системой набора, увеличены толщины связей и значительно усилен палубный пояс эквивалентного бруса (ЭБ), что позволило обеспечить достаточную прочность и надежность корпуса судна. Большинство судов этого проекта до настоящего времени находятся в эксплуатации.

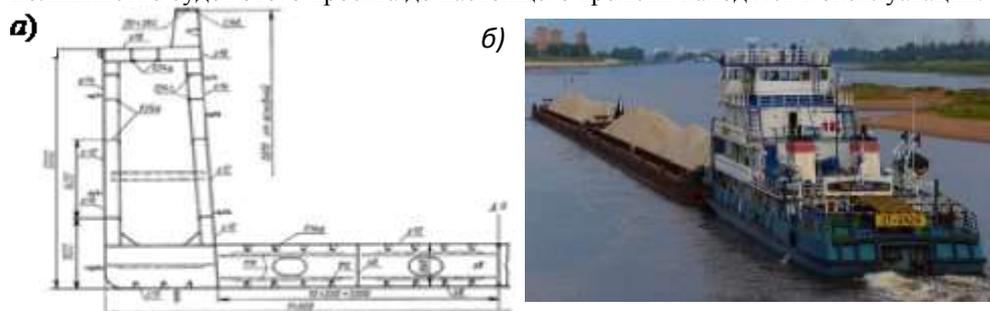


Рис. 12. Эскиз рамного шпангоута секции (а) и внешний вид баржи пр. Р156 с толкачом (б)

Fig. 12. Sketch of the frame frame of the section (a) and the appearance of the barges pr. R156 with a pusher (b)

В период с 1995 по 2002 гг. с учетом сложившихся транспортных грузопотоков часть барж по пр. Р156СТ была переоборудована в нефтеналивные грузоподъемностью 4100 т каждой секции (общая грузоподъемность 8200 т), которые также могли работать в двухсекционном составе (рис. 13).



Рис. 13. Внешний вид нефтеналивных барж пр. Р156СТ с толкачом после модернизации

Fig. 13. The appearance of oil barges pr. R156ST with a pusher after modernization

В грузовом бункере в ДП была установлена продольная переборка и четыре поперечные переборки, делящие грузовой отсек на восемь танков. На уровне полки комингсов устанавливался настил палубы аналогично переоборудованию в танкеры сухогрузных теплоходов типа «Волжский» [4]. В настоящее время с учетом потребности некоторые из переоборудованных в наливные баржи вновь переоборудуются в сухогрузные.

3. Особенности конструкции корпуса сухогрузных судов-площадок

Низкая технологичность конструкции ДД при постройке и особенно при выполнении судоремонта в стесненных условиях приводила кораблестроителей к поиску совершенствования конструкций сухогрузных судов. Так, с учетом ограничения глубины рек на внутренних водных путях получили развитие низкобортные суда-площадки, как самоходные, так и несамоходные, у которых груз находится на главной палубе, а грузовая площадка имеет ограждение высотой (0,4...1,8) м. Площадочные суда, как правило, предназначены для перевозки навалочных минерально-строительных грузов, не боящихся подмочки (песок, щебень, гравий), и других массовых грузов.

Конструкция корпуса судов-площадок проще, чем у бункерных судов. Здесь отсутствует ДД и ДБ, в палубе нет грузовых люковых вырезов, ослабляющих палубный пояс эквивалентного бруса (ЭБ). Настил палубы выполняется утолщенным (8...12) мм для восприятия рейферной нагрузки при выполнении грузовых операций.

Ярким представителем самоходных судов-площадок ранней постройки можно считать теплоходы типа «Окский» пр. 559Б (и его модификаций) грузоподъемностью 1200 т (рис. 14, а), с главными размерениями $L \times B \times H \times T = 79,8 \times 15 \times 2,8 \times 1,71$ м, и пр. Р97 грузоподъемностью 1930 т с главными размерениями $L \times B \times H \times T = 90 \times 15 \times 2,8 \times 2,25$ м и двухъярусной надстройкой (рис. 14, б).

а)



б)



Рис. 14. Общий вид теплоходов типа «Окский» пр. 559Б (а) и пр. Р97 (б)

Fig. 14. General view of the ships of the type «Oksky» pr. 559B (a) and pr. R97 (b)

Корпуса судов обоих проектов строились на класс «О» РРР, имеют схожую конструкцию корпуса, выполнены по смешанной системе набора в средней части (система Шиманского) и поперечной – в машинном отделении (МО) и оконечностях. Рамные шпангоуты установлены через две шпации (1,2 м). Эскиз рамного шпангоута судна приведен на рис. 15, а. Часть судов была переоборудована по проекту 776 под толкание баржи-приставки пр. 942 грузоподъемностью 1000 т. В носовой оконечности у некоторых судов для толкания баржи-приставки пр. 943АУ устанавливалось изгибающее сцепное устройство для прохождения участков рек с малыми радиусами закруглений судового хода, что актуально для внутренних водных бассейнов.

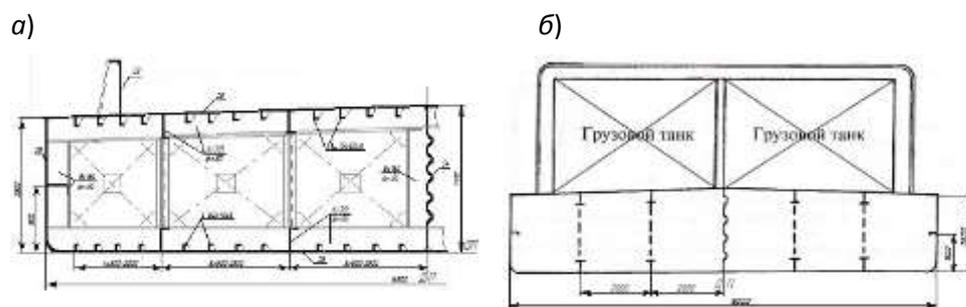


Рис. 15. Эскиз поперечного сечения корпуса теплохода типа «Окский» (пр. 559Б):
а – до переоборудования; б – схема переоборудования корпуса в танкер

Fig. 15. Sketch of the cross-section of the hull of the «Oksky» type motor ship (pr. 559B):
a - before conversion; b - scheme of conversion of the hull into a tanker

У судов-площадок для обеспечения прочности палубного перекрытия, несущего основную нагрузку, в ДП, как правило, устанавливается продольная переборка, а в плоскости кильсонов и карлингсов – продольные раскосные (иногда безраскосные) фермы или продольные переборки. Поперечные раскосные фермы (или переборки) также устанавливаются достаточно часто: в соответствии действующими требованиями РРР [1] – на расстоянии не более 12 шпаций, а при высоте борта больше 2,5 м – не более 18 шпаций.

В 2002-2003 гг. часть судов пр. 559Б и Р97 были переоборудованы из сухогрузных судов в нефтеналивные танкеры (рис. 15, б) класса «О» РРР по проекту 559Т грузоподъемностью 1730 т с осадкой $T = 2,38$ м и по проекту Р97Т (танкер) грузоподъемностью 1900 т с осадкой $T = 2,38$ м [4].

При переоборудовании сухогрузного теплохода-площадки типа «Окский» (пр.559Б и пр. Р97) в нефтеналивной танкер на главной палубе устанавливался грузовой бункер с продольной системой набора, разделенный продольной переборкой в ДП (рис. 15, б) и поперечными переборками на грузовые танки. Однако вследствие изменения грузопотоков часть переоборудованных танкеров в 2019 г. вновь были переоборудованы в сухогрузные теплоходы-площадки с удалением с главной палубы грузового бункера и восстановлением грузовой площадки для приема навалочных грузов (рис. 15, а). При этом конструкция корпуса не изменялась.

Представителем массовой серии несамоходных барж-площадок является пр. 942 разных модификаций, построенных на класс «Р» РРР грузоподъемностью 1000 т с главными размерениями $L \times B \times H \times T = 66,3 \times 14 \times 2 \times 1,5$ м. Конструкция корпуса баржи с продольными и поперечными раскосными фермами и продольной переборкой в ДП аналогична конструкции теплохода типа «Окский» (пр. 559Б), приведенной на рис. 15, а. Система набора в средней части корпуса принята смешанная (система Шиманского), в оконечностях – поперечная, рамная шпация 1,2 м.

В некоторых модификациях барж-площадок пр. 942 для увеличения жесткости корпуса вместо раскосных ферм устанавливались продольные и поперечные переборки, в результате чего увеличивалась металлоемкость и трудоемкость постройки судна. Эскиз рамного шпангоута [6] и внешний вид баржи-площадки пр. 942 с продольными переборками приведены на рис. 16.

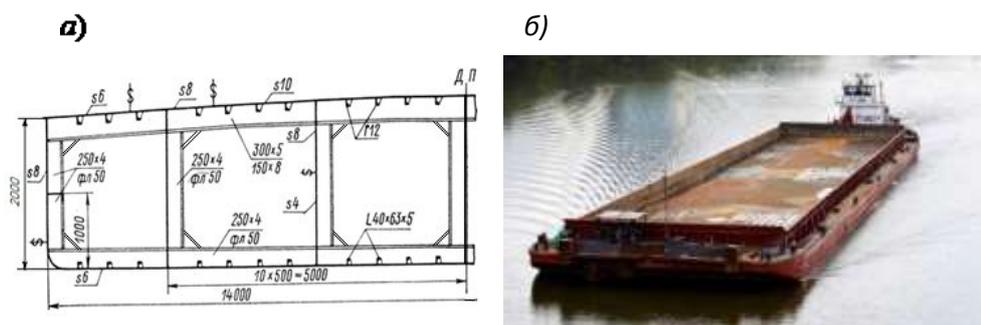


Рис. 16. Эскиз рамного шпангоута (а) с продольными переборками и внешний вид (б) баржи-площадки пр. 942 грузоподъемностью 1000 т

Fig. 16. Sketch of the frame frame (a) with longitudinal bulkheads and the appearance (b) of the barge platform pr. 942 with a load capacity of 1000 tons

Для повышения технологичности и уменьшения трудоемкости при изготовлении корпуса в 80-е годы стали применяться модульные конструкции с использованием модуль-панелей и модуль-секций. Эскиз рамного шпангоута баржи-площадки при модульной постройке корпуса и конструкция модуль-панели приведены на рис. 17 [6].

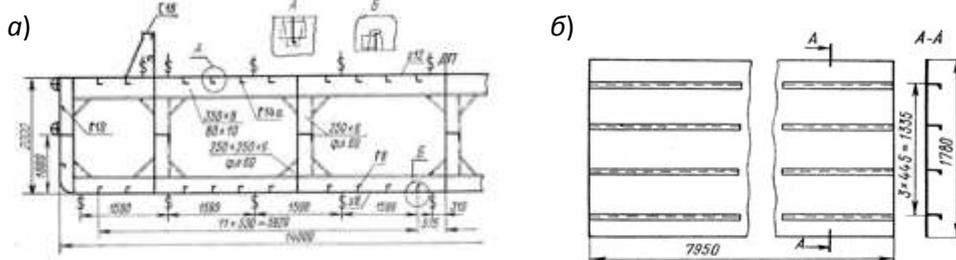


Рис. 17. Эскиз рамного шпангоута баржи-площадки при модульной постройке корпуса (а) и конструкция модуль-панели (б)

Fig. 17. Sketch of the frame frame of the barge platform during the modular construction of the hull (a) and the design of the module panel (b)

При модульной конструкции балки холостого набора днища, борта и палубы направлены вдоль судна и, таким образом, весь корпус в районе цилиндрической вставки выполняется с продольной системой набора. С упрощенными (или санообразными) обводами оконечности весь корпус может выполняться по продольной системе набора.

Полностью по продольной системе набора построены баржи-площадки пр. 16800 разных модификаций с ледовым усилением корпуса на класс «О (лед)» и «М (лед)» РРР грузоподъемностью от 2500 до 3000 т (рис. 18) и с главными размерениями $L \times B \times H \times T = 98 \times 16,5 \times 2,8 \times 2,2$ (2,5) м. В кормовой оконечности для улучшения управляемости у несамходных барж, как правило, устанавливаются стабилизаторы.

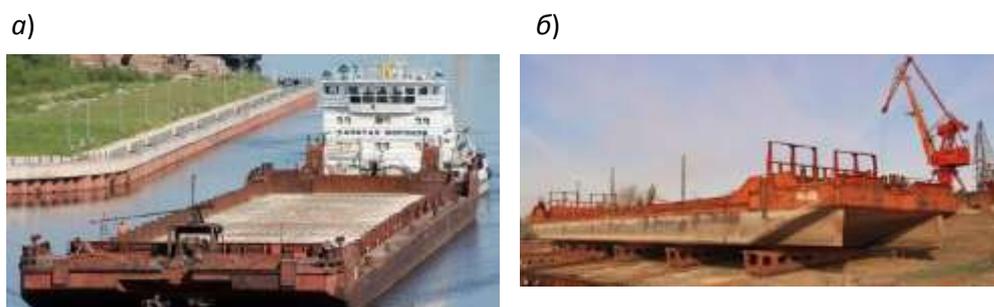


Рис. 18. Баржа-площадка пр.16800 в ходу (а) и на стапеле (б)

Fig. 18. Barge-platform pr. 16800 in motion (a) and on the slipway (b)

Модульная конструкция корпуса применяется при постройке барж-площадок и в настоящее время. На рис. 19 приведена в постройке (а) и на стапеле (б) баржа-площадка пр. 82260 грузоподъемностью 1873 т класса «О» РРР, главные размерения $L \times B \times H \times T = 74 \times 15 \times 2,6 \times 2,19$ м. Корпус выполнен по продольной системе набора с двумя продольными переборками, безраскосными фермами и санообразной формой оконечностей.

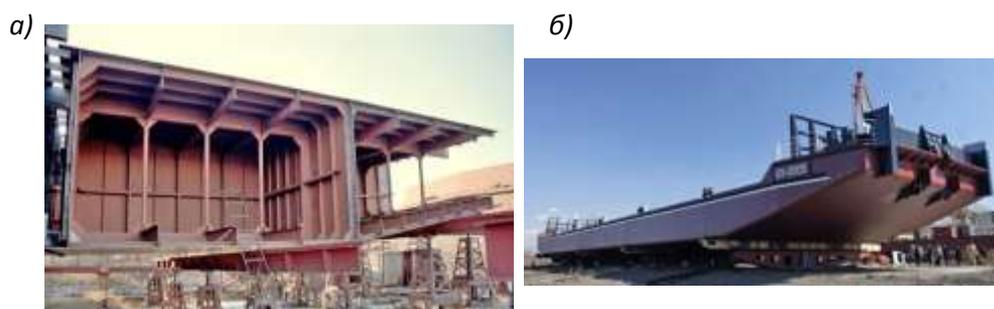


Рис. 18. Баржа-площадка пр. 82260 в постройке (а) и на стапеле (б)

Fig. 18. Barge-platform pr. 82260 in construction (a) and on the slipway (b)

4. Строительство сухогрузных судов нового поколения

С учетом интенсивного старения грузового флота, построенного в «советский» период, в настоящее время судоходные компании прилагают немалые усилия для продления их эксплуатации, заменяя изношенные конструкции в ходе судоремонта. Однако списание изношенных и возрастных судов неизбежно вследствие нерентабельности их восстановительного ремонта. Всего по данным МИБ [8] за последние три года было списано 92 судна внутреннего и смешанного («река-море») плавания. Перечень списанных за период с 2017 по 2019 гг. судов возглавляют «трехтысячники»: 16 судов типа «Сормовский» (пр. 1557), 16 судов типа «Волго-Балт» (пр. 2-95, 2-95A/R и 791), а также 14 судов типа «Нефтерудовоз» (пр. 1553 и 1570), восемь судов типа «Волго-Дон» (пр. 507 и 1565) и поставлены на утилизацию еще 17 судов.

В настоящее время в эксплуатации находится 132 судна наиболее востребованного типа «Волго-Дон» со средним возрастом 42 г. и в отстое – 31 судно в

возрасте 46 лет и более. В целом, по данным МИБ средний возраст грузовых судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания по состоянию на июнь 2017 г. выглядел следующим образом [5]:

- самоходных сухогрузных судов - 41,6 г.;
- несамоходных сухогрузных судов - 35,6 г.;
- самоходных наливных судов - 41,6 г.;
- несамоходных наливных судов - 33,8 г.;
- буксирного флота для обслуживания сухогрузных и наливных барж - 38,1 г.

По данным специалистов в 2019 г. в работоспособном состоянии находилось 879 сухогрузных судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания, построенных до 2000 г., со средним возрастом 37,6 г. В отстое находилось 151 судно со средним возрастом 41,2 г., которые потенциально подлежат списанию. Таким образом, можно ожидать, что в ближайшие годы в эксплуатации будет находиться 623 судна, а к 2025 г. останется 276 самоходных сухогрузных судов «советской» постройки (32% от сегодняшнего уровня).

Поэтому с учетом роста в последнее время объемов грузоперевозок из речных и устьевых портов появилась необходимость проектирования и строительства новых судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания. Активную позицию при проектировании и создании таких судов занимает МИБ [9] и по его оценкам для обеспечения грузоперевозок на внутренних водных путях России и прибрежных районах Азово-Черноморского бассейна в ближайшие 5 лет потребуются построить около 130-140 новых сухогрузных судов «Волго-Дон макс» класса (пр. RSD49, RSD44, RSD59, RSD62, RSD79, RSD32M), 60-80 новых сухогрузных барж и 20-30 буксиров-толкачей.

Общие технические тенденции при строительстве и модернизации сухогрузного флота смешанного плавания состоят в следующем [8]:

- по целевому назначению суда являются, как правило, универсальными, предназначенными для перевозки разнообразных грузов (в том числе крупногабаритных);
- грузоподъемность судов должна находиться в пределах от 1500 до 5000 т с учетом ограничений судоходных габаритов внутренних водных путей и размеров шлюзов;
- корпуса судов должны иметь ДД и ДБ в пределах грузовых трюмов;
- грузовые трюмы должны иметь коэффициент вертикальной проницаемостью около 100%, их количество не должно быть более двух (у модернизированных «старых» судов может быть три или четыре грузовых трюма);
- надстройка и МО должны иметь кормовое расположение;
- суда должны иметь минимальный надводный габарит, позволяющий прохождение под мостами без ожидания их разведения на ВВП;
- носовые подруливающие устройства должны обеспечивать управляемость в условиях извилистости ВВП.

Для замены устаревших судов типа «Волго-Дон» специалистами МИБ спроектировано многоцелевое сухогрузное судно с пониженным надводным бортом пр. RSD44, которое представляет собой самоходное судно смешанного («река-море») плавания «Волго-Дон макс» класса дедвейтом 5440 т, с двумя грузовыми трюмами, разделенными диптанком, с кормовой надстройкой и носовой рубкой. Судно предназначено для перевозки генеральных и навалочных грузов, включая контейнеры международного класса. Эскиз мидель-шпангоута (а) [9] и общий вид сухогрузного

теплохода пр. RSD44 в ходу (б) и кормовой оконечности на стапеле (в) приведены на рис. 19.

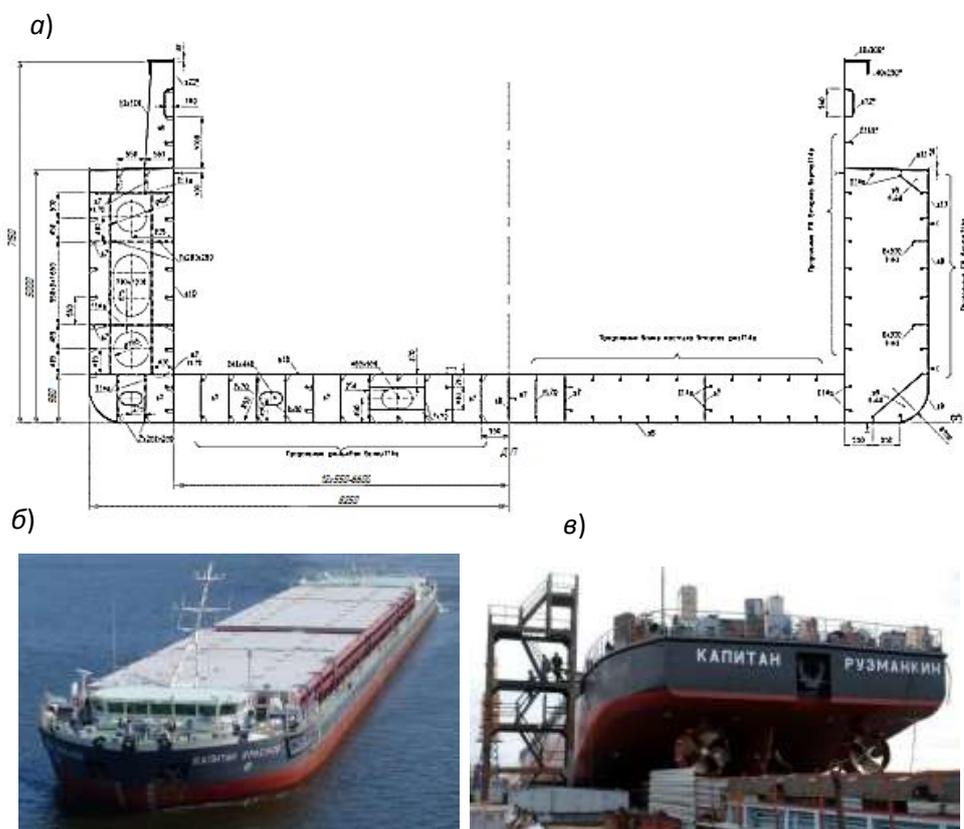


Рис. 19. Эскиз мидель-шпангоута (а) и общий вид сухогрузного теплохода пр. RSD 44 в ходу (б) и кормовой оконечности на стапеле (в)

Fig. 19. Sketch of the midship frame (a) and a general view of the dry cargo ship pr. RSD44 in motion (b) and the aft end on the slipway (c)

Судно построено на класс «❖ О-ПР2,0 (лед 20)А» РРР с продольной системой набора в средней части корпуса и поперечной – в оконечностях, главные размерения $L \times B \times H \times T$ = 138,9×16,5×5,0×3,6 м. Корпус выполнен из стали марки D ($R_{сН}=235$ МПа), комингс высотой 2,2 м из условий обеспечения общей прочности выполнен из стали повышенной прочности (СПП) марки $D40$ ($R_{сН}=390$ МПа). Габаритная надводная высота теплоходов пр. RSD 44 позволяет им проходить под невскими мостами и железнодорожным мостом Ростова-на-Дону без их разводки.

На основании анализа специалистами МИБ опыта эксплуатации существующих сухогрузных судов смешанного («река-море») и каботажного плавания [8] было выявлено, что при осадках около (3,4...3,6) м суда имеют недостаточную грузоподъемность, грузоместимость трюмов, износоустойчивость и долговечность основных связей корпуса при эксплуатации в морской воде. Поэтому для

оптимизации конструкции корпуса судов нового поколения смешанного («река-море») и ограниченного морского района плавания были определены следующие направления [9]:

- увеличение грузоподъемности за счет увеличения высоты сечения непрерывных продольных комингсов до (3,2...3,8) м при обеспечении достаточной для выбранного класса общей продольной прочности в соответствии с требованиями РРР [1] и МРС [2];

- проектирование «сверхполных» судов (с коэффициентом полноты объемного водоизмещения до величины $\delta = 0,932$) «Волго-Дон макс» класса с увеличенной цилиндрической вставкой для повышения их грузоподъемности при ограниченной осадке;

- проектирование бульбообразной носовой оконечности и санообразной транцевой кормовой оконечности;

- выбор класса ледового усиления Ice1 (лед 20...лед 30) у судов смешанного плавания, предназначенных для работы в зимний период в Азовском и Каспийском морях, класса Ice2 (лед 40) - для осуществления «северного завоза» и для работы в Балтийском море, Ice3 - для работы в Белом море;

- применение продольной системы набора в средней части корпуса, что в сочетании с уменьшением продольной шпации обеспечивает необходимую общую и местную прочность;

- назначение шпации из условия обеспечения устойчивости и прочности набора при минимальных толщинах связей и металлоемкости корпуса;

- назначение толщин связей корпуса из условия обеспечения износоустойчивости и долговечности судна в морских условиях;

- проектирование узлов соединения связей корпуса с обеспечением мероприятий по снижению концентрации напряжений;

- применение винто-рулевых колонок (ВРК), обеспечивающих требуемую управляемость и ходкость судна и позволяющих увеличить длину грузовых трюмов за счет уменьшения длины МО (примерно на 20%);

- применение составных самоходных судов-толкачей (или буксиров-толкачей) с баржами-приставками с целью снижения эксплуатационных расходов.

Схема мидель-шпангоута типового сухогрузного судна смешанного («река-море») плавания нового поколения, разработанного МИБ, приведена на рис. 20 [9].

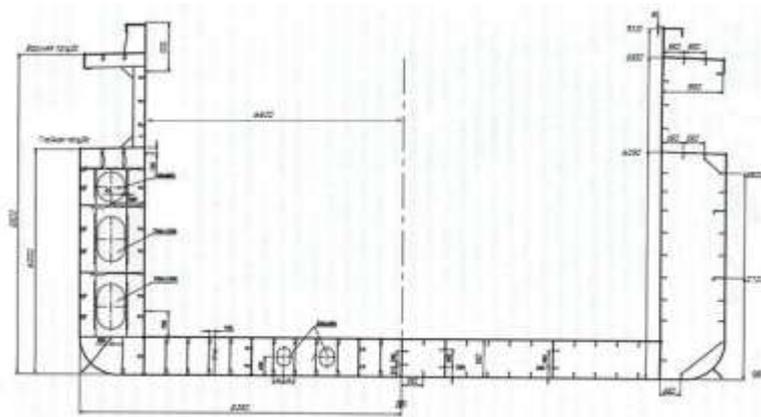


Рис. 20. Схема мидель-шпангоута типового сухогрузного судна смешанного («река-море») плавания нового поколения

Fig. 20. Diagram of the midship frame of a typical dry cargo vessel of mixed («river-sea») navigation of a new generation

Пример сухогрузного судна нового поколения со «сверхполными» обводами [10] типа «Пола Макария» (пр. RSD59) постройки 2018-2020 гг. с особенностями конструкции корпуса приведен на рис. 21. Теплоход представляет собой самоходное сухогрузное однопалубное судно с двумя грузовыми трюмами, двумя полноповоротными ВПК, морского и смешанного («река-море») плавания «Волго-Дон макс» класса.

Судно предназначено для перевозки генеральных и навалочных грузов, построено на класс КМ  Ice2 R2 AUT1-ICS CONT (deck, cargo holds Nos.1.2) DG (bulk, pack) MPC [2]. Грузовое пространство разделено на два трюма съемной поперечной переборкой, позволяющей обеспечить максимальную длину грузового трюма 77,35 м, что актуально при перевозке крупногабаритных грузов. Главные размерения судна $L \times B \times D \times d$ = 137,1×16,9×6,0×4,7/3,6 м, дедвейт в море/реке – 8140/5320 т.

За 19 лет XXI века по состоянию на начало 2020 г. судоходные компании получили 454 грузовых самоходных судна смешанного («река-море») для внутреннего и ограниченного морского района плавания. Т.е. флот строится, причем уже по новым, во многом, не имеющим аналогов в мире, проектам.

а)



б)



в)



г)



Рис. 21. Сухогрузный теплоход типа «Пола Макария» (пр. RSD59): в ходу (а), в постройке (б), носовая (в) и кормовая (г) оконечности на стапеле

Fig. 21. Dry cargo ship of the type «Pola Makaria» (пр. RSD59): in motion (a), in construction (b), bow (c) and stern (d) extremities on the slipway

Лидером отечественного судостроения на сегодня является Нижегородский завод «Красное Сормово», на котором в XXI веке построено более 100 сухогрузных и нефтеналивных судов нового поколения (в среднем по 5 - 6 судов в год) и который потенциально может строить до 12 - 15 судов «Волго-Дон макс» класса ежегодно. По оценке экспертов отечественные заводы могут строить до 25 - 35 судов такого типа ежегодно.

Заключение

В настоящей работе рассмотрены только некоторые аспекты проектирования конструкции корпуса отдельных типов современных грузовых судов-представителей XXI века в сравнении с судами старой, классической «советской» постройки судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания. Благодаря принятому правительством РФ в 2011 г. Закону о поддержке судоходства и судостроения в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009-2016 годы и утвержденной Правительством РФ стратегии развития внутреннего водного транспорта РФ на период до 2030 г. [11] была остановлена стремительная деградация речного флота, что дало толчок для развития проектирования и строительства судов нового поколения, которые востребованы для развития экономики страны [12-18].

В результате выполненного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Сухогрузные суда занимали важное место в системе грузоперевозок в XX веке и продолжают занимать его в настоящее время.

2. По мере выбывания устаревших судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания на российском рынке грузоперевозок в ближайшие годы будут востребованы самоходные и несамоходные сухогрузные, нефтеналивные и комбинированные суда «Волго-Дон макс» класса со «сверхполными» обводами корпуса разных проектов и модификаций, соответствующие габаритам Волго-Донского судоходного канала (ВДСК) и предназначенные для замены классических серий судов типа «Волго-Дон».

3. Основные требования Речного и Морского Регистров [1, 2] по проектированию связей рамного и холостого набора, разработанные корабельщиками в XX веке и подтвердившие надежность и работоспособность спроектированных корпусных конструкций, сохраняются и при проектировании современных судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания.

3. Маловодность внутренних водных путей существенно влияет на формирование грузовых потоков и на финансовый результат работы судоходных компаний. Поэтому актуальной становится задача поддержания оптимальной глубины судового хода единой глубоководной системы страны.

Список литературы

1. Российский Речной Регистр. Правила. (в 5-и томах) Т.2. – М. : Изд-во «УП ПРИНТ», 2019. – 432 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Ч. II. Корпус / Российский морской регистр судоходства. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2019. – 275 с.
3. Борисов, А.М. Сравнительный анализ требований правил российского морского регистра судоходства и правил российского речного регистра к конструкции и прочности судов смешанного плавания классов «R3-RSN» и «М-СП 3,5» / А.М. Борисов, К.Н. Пряничников, С.Н. Гирин. – Вестник ВГАВТ. Вып. 59. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019. – С.27-41.
4. Борисов А.М. Анализ корпусных конструкций современных наливных судов-представителей // Великие реки 2020: Материалы международной научно-методической конференции. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». – 2020. – URL: http://вф-река-море.рф/2020/PDF/2_3.pdf.
5. Егоров, Г.В. Суда смешанного река-море плавания и внутреннего плавания: роль «старых» серий судов и их перспективы / Г.В. Егоров, А.Г. Егоров. – Морская Биржа, 2017. – №1 (59) – С. 18-30.
6. Протопопов, В.Б. Конструкция корпуса судов внутреннего и смешанного плавания : учебник / В.Б. Протопопов, О.И. Свечников, Н.М. Егоров. – Л.: Судостроение, 1984. – 376 с.
7. Российский Речной Регистр. Рекомендации Р.019-2007. Конструкция стальных корпусов судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания. Рекомендации Р.020-2007. Конструкция

- корпусов судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания из легких сплавов. – М. : Изд-во «МАИ», 2007. – С. 5-64.
8. Егоров Г.В. Суда смешанного река-море плавания и внутреннего плавания: роль «старых» серий судов и их перспективы / Г.В. Егоров, А.Г. Егоров // Морская Биржа. - 2017. - №1 (59) – С. 18-30.
9. Егоров, Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб. : Судостроение, 2007. – 384 с.
10. Егоров, Г.В. Массовое строительство «сверхполных» грузовых судов смешанного река-море плавания / Г.В. Егоров, Н.В. Шабликов. – Морская Биржа, 2016. – № 3 (57) – С.20-31.
11. Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.02.2016 г. № 327-р. // <http://www.docs.cntd.ru/document/420339372>.
12. White Paper on the Progress, Accomplishments and Future of Sustainable Inland Water Transport/ United Nations. – Geneva, January 2020 – 2512020. – 251 – ECE/TRANS/279. 99 p. Available at: <http://www.unece.org>.
13. Egorov G.V., Tonyuk V.I., Durnev E.Yu. Concept of river-sea combined vessel for carriage of oil products and dry cargoes // Proc. of the 17th Intern. Congress of IMAM (IMAM 2017) "Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources". – Lisbon, Portugal, 2017. – P. 817-823.
14. M. Collette, Z. Zhan, L. Zhu, V. Zanic, T. Okada, T. Arima, R. Skjong, H.K. Jeong, G. Egorov. Design Principles and Criteria. Report of Committee IV.1 // Proc. of 20th ISSC -2018. - Liege (Belgium) & Amsterdam (The Netherlands), 2018. - Vol. 1 (Edited by M.L. Kaminski and P. Rigo). - P. 549-607.
15. V.A. Nilva. Application of unified dimensionless factors for estimation of residual overall strength of river-sea vessel's hull // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 50-55 p.
16. F. Davydov, A.V. Pechenyuk. On the forebody shape effect on ship resistance in still water and seaway // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 89-94 p.
17. O.G. Egorova. Research of influence of restricted area navigation classes on metal consumption of river-sea vessel // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 45-49 p.
18. G.V. Egorov, A.G. Egorov. Forecast of river-sea vessels' fleet structure till 2025 with definition of the most demanded types of vessels // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 33-38 p.

References

1. Rossijskij Rechnoj Registr. Pravila. (v 5-i tomakh) T.2. – М. : Izd-vo ООО «UP PRINT», 2019. – 432 s.
2. Pravila klassifikacii i postrojki morskikh sudov. CH. II. Korpus / Rossijskij morskoy registr sudokhodstva. – SPb. : Rossijskij morskoy registr sudokhodstva, 2019. – 275 s.
3. Borisov, A.M. Sravnitel'nyj analiz trebovanij pravil rossijskogo morskogo registra sudokhodstva i pravil rossijskogo rechnogo registra k konstrukcii i prochnosti sudov smeshannogo plavaniya klassov «R3-RSN» i «M-SP 3,5» / A.M. Borisov, K.N. Pryanichnikov, S.N. Girin. – Vestnik VGAVT. Vyp. 59. – N. Novgorod: Izd-vo FGBOU VO «VGUVT», 2019. – S.27-41.
4. Borisov A.M. Analiz korpusnykh konstrukcij sovremennykh nalivnykh sudov-predstavitelej.//Velikie reki 2020: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii. FGBOU VO «VGUVT». – 2020. – URL: http://vf-reka-more.rf/2020/PDF/2_3.pdf.
5. Egorov, G.V. Suda smeshannogo reka-more plavaniya i vnutrennego plavaniya: rol' «starykh» serij sudov i ikh perspektivy /G.V. Egorov, A.G. Egorov. – Morskaya Birzha, 2017. – №1 (59) – S. 18-30.
6. Protopopov, V.B. Konstrukciya korpusa sudov vnutrennego i smeshannogo plavaniya : uchebnik / V.B. Protopopov, O.I. Svechnikov, N.M. Egorov. – L.: Sudostroenie, 1984. – 376 s.
7. Rossijskij Rechnoj Registr. Rekomendacii R.019-2007. Konstrukciya stal'nykh korpusov sudov vnutrennego i smeshannogo (reka-more) plavaniya. Rekomendacii R.020-2007. Konstrukciya korpusov sudov vnutrennego i smeshannogo (reka-more) plavaniya iz legkikh splavov. – М. : Izd-vo «МАИ», 2007. – S. 5-64.

8. Egorov G.V. Suda smeshannogo reka-more plavaniya i vnutrennego plavaniya: rol' «staryKH» serij sudov i ikh perspektivy / G.V. Egorov, A.G. Egorov // Morskaya Birzha. - 2017. - N1 (59) – S. 18-30.
9. Egorov, G.V. Proektirovanie sudov ogranichennykh rajonov plavaniya na osnovanii teorii riska. – SPb. : Sudostroenie, 2007. – 384 s.
10. Egorov, G.V. Massovoe stroitel'stvo «sverkhopolnyKH» gruzovykh sudov smeshannogo reka-more plavaniya / G.V. Egorov, N.V. Shablikov. – Morskaya Birzha, 2016. – № 3 (57) – S.20-31.
11. Strategiya razvitiya vnutrennego vodnogo transporta Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 29.02.2016 g. № 327-r. //http://www.docs.cntd.ru/document/420339372.
12. White Paper on the Progress, Accomplishments and Future of Sustainable Inland Water Transport/ United Nations. – Geneva, January 2020 – 2512020. – 251 – ECE/TRANS/279. 99 p. Available at: <http://www.unece.org>.
13. Egorov G.V., Tonyuk V.I., Durnev E.Yu. Concept of river-sea combined vessel for carriage of oil products and dry cargoes // Proc. of the 17th Intern. Congress of IMAM (IMAM 2017) "Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources". – Lisbon, Portugal, 2017. – P. 817-823.
14. M. Collette, Z. Zhan, L. Zhu, V. Zanic, T. Okada, T. Arima, R. Skjong, H.K. Jeong, G. Egorov. Design Principles and Criteria. Report of Committee IV.1 // Proc. of 20th ISSC -2018. - Liege (Belgium) & Amsterdam (The Netherlands), 2018. - Vol. 1 (Edited by M.L. Kaminski and P. Rigo). - P. 549-607.
15. V.A. Nilva. Application of unified dimensionless factors for estimation of residual overall strength of river-sea vessel's hull // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 50-55 p.
16. F. Davydov, A.V. Pechenyuk. On the forebody shape effect on ship resistance in still water and seaway // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 89-94 p.
17. O.G. Egorova. Research of influence of restricted area navigation classes on metal consumption of river-sea vessel // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 45-49 p.
18. G.V. Egorov, A.G. Egorov. Forecast of river-sea vessels' fleet structure till 2025 with definition of the most demanded types of vessels // Proc. of Fourteenth Intern. Conf. on marine sciences and technologies (Black Sea' 2018). - Varna (Bulgaria). - 2018. – 33-38 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Борисов Александр Михайлович, к.т.н.,
доцент, доцент кафедры теории
конструирования инженерных сооружений,
Волжский государственный университет
водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»),
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5,
e-mail: bam.nnov@mail.ru

Alexander M. Borisov, Ph.D. in Engineering
Science, Associate Professor of the Department of
Theory of Engineering Constructions, Volga State
University of Water Transport, 5, Nesterov st,
Nizhny Novgorod, 603951,
e-mail: bam.nnov@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.10.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 22.10.2021; published online 20.12.2021.

УДК 629.12.011.1.002.22:621.791
<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.217>

Особенности формирования температурных полей при форсированной плазменной резке и их влияние на структуру сталей

А.Н. Винцев¹

ORCID: 0000-0003-2614-8575

Е.Г. Бурмистров²

ORCID: 0000-0003-0385-0847

¹*АО «Судостроительный завод «Вымпел», г. Рыбинск, Россия*

²*Волжский государственный университет водного транспорта», г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. Целью исследований является оценка особенностей формирования температурных полей при плазменной резке и разработка технологических рекомендаций для назначения режимов резки основных групп сталей для формирования качественных кромок реза. В статье выявлены отличительные особенности формирования температурных полей при разделительной плазменной резке. Перечисляются факторы, влияющие на их формирование. Представлены графики распределения температур по толщине разрезаемого листа, изотермы температурных полей для рассматриваемого диапазона температур. Приведены принципы, исходя из которых авторами выполнены соответствующие расчёты и получены математические зависимости. Выполнен анализ уравнения теплового баланса процесса разделительной резки, описаны члены этого уравнения, и принципы ведения статистики по значимым для составления уравнения баланса факторам. Описаны общие подходы для определения ширины зоны термического воздействия при плазменной резке и описания происходящих в этой зоне процессов окисления металла, содержащего различные характерные примеси.

В заключительной части приведены таблицы структур зоны термического влияния и даны технологические рекомендации по плазменной резке конструкционных и инструментальных сталей с рекомендуемыми режимами их термической обработки и рассмотрением некоторых типичных особенностей, характерных для резки некоторых марок сталей.

Ключевые слова: температурное поле, плазменная дуга, зона термического влияния, технологические рекомендации, кромка реза, скорость резки

Features of the formation of temperature fields during forced plasma cutting and their effect on the structure of steels

Anna N. Vintsiv¹

ORCID: 0000-0003-2614-8575

Evgeny G. Burmistrov²

ORCID: 0000-0003-0385-0847

¹*AO Vympel Shipyard, Rybinsk, Russia*

²*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. The aim of the research is to assess the features of the formation of temperature fields during plasma cutting and to develop technological recommendations for choosing cutting modes for the main groups of steels for the formation of high-quality cut edges. The article reveals the distinctive features of the formation of temperature fields during separation plasma cutting. The factors influencing their formation are listed. The graphs of temperature distribution over the thickness of the cut sheet, isotherms of temperature fields for the

considered temperature range are presented. The principles on the basis of which the authors have performed the corresponding calculations and obtained mathematical dependencies are given. The analysis of the heat balance equation of the separation cutting process is carried out, the terms of this equation are described, as well as the principles of statistics on the factors that are significant for compiling the balance equation. General approaches are described for determining the width of the heat-affected zone during plasma cutting and for describing the oxidation processes of metal containing various characteristic impurities occurring in this zone.

The final part of the article includes tables of the structures of the heat-affected zone and technological recommendations for plasma cutting of structural and tool steels with the recommended modes of their heat treatment and consideration of some typical features characteristic of cutting some steel grades.

Keywords: temperature field, plasma arc, heat-affected zone, technological recommendations, cutting edge, cutting speed.

Введение

Целью исследований является оценка особенностей формирования температурных полей при разделительной плазменной резке и выработка практических технологических рекомендаций, которых следует придерживаться при назначении параметров режимов разделительной резки конструкционных и инструментальных сталей для формирования качественных кромок реза.

Из многих источников, например, из [1], известно, что физический смысл осуществления разделительной плазменной резки состоит в расплавлении обрабатываемого металла пучком низкотемпературной плазмы и последующем вытеснении расплавленного вещества из разреза потоком воздуха. Общее влияние потоков теплоты от горячего факела и теплоты сгорания металла, а также, частично, теплоты от плавящегося шлака, остающегося на кромках после резки, способствуют созданию специфического температурного поля в металле. Шлак и источник теплоты – плазменную дугу – можно рассматривать как поверхностно действующие источники теплоты, так как они ограничивают металл по верхней и нижней плоскостям. При этом теплота, образующаяся при расплавлении металла, распределяется по всей его толщине (со стороны торца по разрезу). Вследствие этого температурное поле в металле по его толщине не будет однородным, а верхняя его кромка будет нагрета значительно выше, чем нижняя. Отчасти этим объясняется имеющая место конусность реза при разделительной плазменной резке сталей толщиной 10 мм и более [2]. Кроме того, до настоящего времени до конца не исследован вопрос потери мощности плазменной дуги. Действительно, из источника [3] известно, что расчётная тепловая мощность сжатой дуги и фактическая мощность плазменной струи, замеряемая в разрезе в момент резки, может отличаться более, чем в 10 раз. Поэтому, данный вопрос весьма актуален в связи с поисками резервов для повышения эффективности плазменной резки сталей больших толщин.

Материалы и методы

Исследования особенностей формирования температурных полей при форсированной плазменной резке ведутся авторами на базе лаборатории «Сварки судовых конструкций» кафедры Проектирования и технологии постройки судов ВГУВТ и в условиях реального корпусозаготовительного производства судостроительного завода «Вымпел» начиная с октября 2019 г. В исследованиях используются стали различных классов (мартенситные, мартенситно-ферритные, ферритные, аустенитно-ферритные и аустенитные), разделённые на 4 группы в зависимости от показателя эквивалентного содержания углерода (табл. 1). Диапазон исследуемых толщин сталей составляет 2...30 мм.

Таблица 1

Группы сталей, участвующие в исследовании, в зависимости от углеродного эквивалента $C_{эк}$

Группа стали	Эквивалентное содержание $C_{эк}$, %
I	Менее 0,54
II	0
III	0,7...0,94
IV	Свыше 0,94

Контролируемыми значениями являются ширина зоны термического воздействия и интенсивность формирования температурного поля по всем направлениям в зависимости от параметров режима резки.

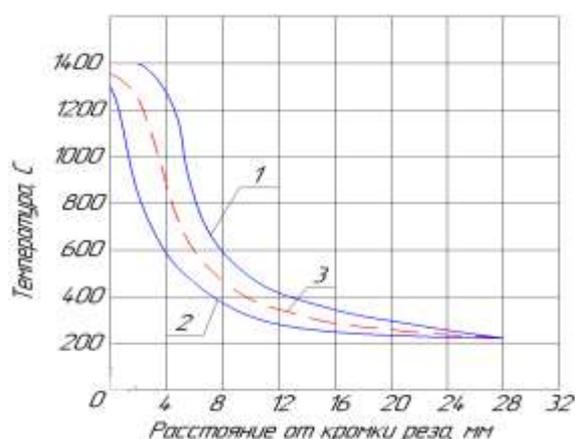


Рис. 1. Распределение максимальных температур в разрезаемом металле: 1 – верхняя кромка, 2 – нижняя кромка, 3 – средняя температура

Fig. 1. Distribution of maximum temperatures in the cut metal: 1 - upper edge, 2 - lower edge, 3 - average temperature

Для определения температуры на различных участках температурного поля по верхней и нижней поверхностям металла применялся инфракрасный пирометр SEM DT-8863 481691 с точечным лазерным прицелом 8-14 мкм, оптическим разрешением 20,1 и временем отклика 0,15 с. Точность измерения температуры $\pm 2,5^\circ\text{C}$ (50...20 $^\circ\text{C}$); $\pm 1^\circ\text{C} \pm 1\%$ (20...300 $^\circ\text{C}$); $\pm 1,5\%$ (300...800 $^\circ\text{C}$). Для определения теоретической температуры по толщине металла использовался расчётный метод. Математическая основа исследования базируется на общепризнанных методах математического анализа. Для обработки результатов исследований применяются известные методы математической статистики.

Результаты

Распределение температур по толщине разрезаемого металла наиболее удобно представить в графическом виде. На рис. 1 представлены графики соответствующих зависимостей, разработанные авторами по данным источников [4] и результатам собственных исследований.

Изотермы для точек на поверхности металла, принятые на разных расстояниях от разрезаемой кромки нанесены на рис. 2, а), а температурное поле разрезаемого металла по слоям изображено на рис. 2, б).

Для плазменной резки основным технологическим параметром является напряжение на дуге, характеризующее мощность режущей струи. Величина напряжения определяет скорость резать. Толщину разрезаемого металла, а также ширину реза.

Из источников [5] известно, что теоретическая мощность, концентрируемая в плазменной дуге, может достигать $10^8 \dots 10^9 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$. По результатам исследований, изложенных в работе [5], а также полученных авторами, это, более, чем в 10 раз (!), превышает фактическую мощность плазменной струи, особенно при высоких скоростях резки. Очевидно, что значительная часть мощности, кроме испускаемого светового излучения, инициации химических реакций и металлургических процессов в расплавленном металле, расходуется на нагрев прилегающих слоёв металла. Т.е., на формирование температурных полей, а точнее – квазистационарного температурного поля от мощного быстродвижущегося источника теплоты.

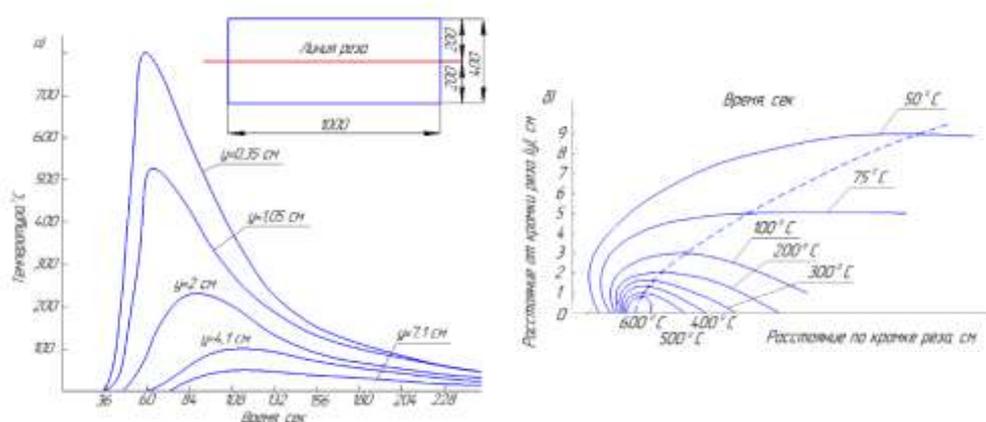


Рис. 2. Тепловое воздействие плазменной резки на металл:

- а) – изотермы в различных точках поверхности на различном расстоянии от кромки реза [5];
- б) – температурное поле посередине разрезаемого металла (условия резки те же, что и для Рис.1. Пунктирной линией показана изотерма максимальных температур

Fig.2. Thermal effects of plasma cutting on metal:

- a) - isotherms at different points of the surface at different distances from the cut edge [5];
- b) - temperature field in the middle of the cut metal (cutting conditions are the same as for Fig. 1. The dotted line shows the isotherm of maximum temperatures

Для понимания процессов, происходящих при резке, рассмотрим схему, представленную на рис. 3 [4], где условно изображено взаимодействие плазменной струи с разрезаемым металлом.

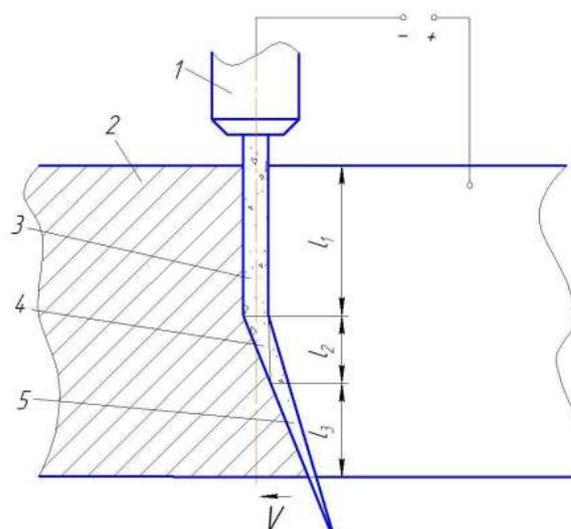


Рис. 3. Схема плазменно-дуговой резки:
 1 – плазматрон; 2 – обрабатываемый металл; 3 – столб дугового разряда; 4 – анодное пятно; факел дуги; l_1 – протяжённость столба дуги; l_2 – протяжённость анодного пятна; l_3 – протяжённость факела; V – направление резки

Fig.3. Scheme of plasma-arc cutting:
 1 - plasmatron; 2 - processed metal; 3 - arc discharge column; 4 - anode spot; arc torch; l_1 - the length of the arc column; l_2 is the length of the anode spot; l_3 - torch length; V - cutting direction

Из схемы следует, что формирование струи при выходе из сопла происходит с выраженным наличием трёх участков: столб (l_1), анодное пятно (l_2), факел (l_3). При этом, наибольшая тепловая эффективность наблюдается в столбе. Именно она и определяет форму «конусности» пламени при прохождении по каналу реза. По режимам процесса и по его параметрам можно рассчитать ширину и форму реза, а также геометрию столба пламени, определяемую этими параметрами.

Дальнейшие рассуждения построены на известных фактах [6] – управлять режимами резки можно за счёт силы тока, напряжения, скорости резки, а также за счёт изменения параметров плазмообразующих газов. Можно утверждать, что поток струи плазмы зависит от геометрии и размера сопла, используемого на плазматроне. Поэтому, параллельности кромок при резке можно добиться, приблизив режимы резки к оптимальным. Однако, это работает лишь при относительно небольших (до 6 мм) толщинах металла. То есть, толщинах, фактически перерезаемых только столбом дуги, в то время как физически процесс плазменной резки характеризуется наличием трёх участков (см. рис. 3) с различной выделяемой тепловой мощностью. По этой причине при резке металла с толщиной более 6 мм в полученном резе может присутствовать значительная конусность. Это является одной из характерных отличительных особенностей плазменной резки в сравнении с кислородной. Она же в настоящее время ограничивает плазменную резку толщинами не более 30 мм (для сталей).

Скорость – ещё один важный, с точки зрения рассматриваемого вопроса, технологический параметр дуговой резки вообще и плазменной в частности. Известно (см. источники [7]), что она во многом зависит от энергетических параметров, а также от толщины разрезаемого металла и его теплофизических свойств.

С учётом выводов работы [3] выражение для расчёта скорости плазменной резки в зависимости от заявленных свойств и параметров можно представить в следующем виде:

$$V = \frac{0,24IU\eta - q}{\rho t \delta \Delta S}, \quad (1)$$

где V – скорость резки, м/час; I – сила тока дуги, А; U – напряжение на дуге, В; η – эффективный КПД дуги; q – интенсивность теплоотдачи в металл, Вт; ρ – плотность металла; t – ширина реза, мм; δ – толщина разрезаемого металла, мм; ΔS – приращение удельной энтальпии металла, Дж/кг.

Скорость плазменной резки при прочих равных условиях, главным образом, является функцией от напряжения и силы тока. При этом глубина реза определяется напряжением дуги, а ширина реза, в основном, зависит от величины тока. Однако, по мнению авторов, при рассмотрении вопросов скоростной (форсированной) плазменной резки в обязательно порядке необходимо рассматривать скорость резки и как функцию от теплофизических свойств металла, поскольку она (скорость) напрямую зависит от массовой плотности, теплоёмкости и теплопроводности металла. В любом случае должно соблюдаться условие полного прорезания металла по всей заданной толщине. В свою очередь выполнение этого условия зависит от выполнения неравенства

$$0,24IU\eta > q. \quad (2)$$

Кроме того, для форсированной плазменной резки необходимо рассматривать также динамические процессы, развивающиеся непосредственно в самой зоне реза и при удалении расплавленного металла из этой области, так как качество реза, а, соответственно, и кромок вырезаемых деталей, в значительной мере определяют именно эти процессы. В частности, практическим путём авторами установлено, что по направлению истечения побочных продуктов резки (расплавленного металла и шлаков) из разреза можно определить, насколько верно задана скорость резки. В качестве критерия оптимальности скорости авторами принимался угол наклона характерных бороздок на кромках реза $5...10^\circ$ в сторону, противоположную направлению резки.

На скорость удаления из реза побочных продуктов (а, соответственно, и на скорость плазменной резки) большое влияние оказывает ширина реза. Расширению реза способствует уменьшение скорости резки. Однако, это приводит и к повышенному скоплению легкоудаляемого шлака на нижней кромке реза. Если скорость окажется ниже оптимальной, то на нижней кромке реза будет образовываться трудноудаляемый шлак, а расплавленный металл будет выбрасываться из реза вверх, в сторону сопла плазматрона.

В целом воздействие высоких температур на металл при форсированной плазменной резке можно сравнить с однопроходной дуговой автоматической сваркой листов средних толщин. Схожесть обоих процессов состоит в очень быстром нагреве металла при высоких температурах с последующей высокой же скоростью охлаждения при снижении температуры. Однако, если для скоростной сварки теоретические зависимости для расчётных точек изотерм температурных полей получены и обоснованы ещё Н.Н. Рыкалиным [9], то для скоростной плазменной резки таких обоснований до настоящего времени не существует. По аналогии со скоростной сваркой можно лишь допустить, что

$$T_{(x,y,t)} = T_{c(x,y,t)} + T_{p(x,y,t)} \quad (3)$$

ГДЕ $T_{(x,y,t)}$ – результат наложения двух температур для уже установившегося процесса (можно охарактеризовать как квазистационарное состояние в месте воздействия плазменной струи на разрезаемый металл при рассмотрении её в подвижной системе координат);

$T_{c(x,y,t)}$ – температура металла при резке в точке с координатами x и y в момент времени t , когда плазмотрон проходит рассматриваемое сечение;

$T_p(x,y,t)$ – температура в тот же момент времени, но от действия подогревающего поверхностного источника теплоты и остывающего шлака на нижней кромке металла.

Для упрощения решения задачи сосредоточенный источник теплоты – плазменную струю – можно считать линейным, а выделяемую им теплоту распределяющейся равномерно по всей толщине металла. Полная мощность источника при этом будет включать мощность, идущую на расплавление металла и мощность, необходимую для образования шлака. Для более точного расчёта мощности источника теплоты потребуются учёт расхода плазмообразующего газа и коэффициента сосредоточенности плазменной струи.

Если придерживаться этой схемы расчёта для средних толщин, то расчётное температурное поле будет незначительно отличаться от полученного авторами в ходе экспериментов (для температур близких к 800 °С погрешность составит 15%, для более низких температур – ещё меньше).

Из источников [8] известно, что при скоростной сварке сталей из-за комплексного влияния теплоты дуги и теплоты, выделяющейся при расплавлении металла в сварочной ванне, по её переднему фронту устанавливается температура, превышающая температуру плавления стали на 200...500 °С. Очевидно, что схожие процессы имеют место и при форсированной плазменной резке. Из уравнения (1) предположим, что при разделительной резке сталей толщиной более 5 мм, составляющие теплового баланса могут существенно изменяться в зависимости от толщины металла. В расчёте энергетических параметров за искомую величину удобно принимать поступающую в термодинамическую систему тепловую энергию. При снижении доли теплоты от плазменной струи (источника теплоты) с 75 до 11%, теплота от расплавленного в резе металла будет возрастать. В первом приближении можно принять, что при этом вся суммарная теплота, образовавшаяся при расплавлении металла, окислении содержащихся в нём примесей, тепловом излучении и т.п. не будет превышать 5% от общей тепловой мощности плазменной струи. В максимальном же расчётном случае можно учесть, что 50% теплоты расходуется на нагрев металла, другие 50% идут на образование газов, нагрев шлаков, тепловое излучение и т.п.

Слои металла, находящиеся в непосредственной близости от реза и нагревающиеся от плазменной струи, образуют зону термического влияния (ЗТВ). При этом в поверхностных слоях металла, расположенных ближе к плазмотрону, нагрев выражен значительно сильнее. Наименьшая ширина ЗТВ характерна для средней части толщины металла, где имеет место минимум температурных значений. К нижней кромке ЗТВ несколько расширяется за счёт вытеснения в эту область давлением газов расплавляемого металла и шлаков. За счёт более интенсивного теплообмена с окружающей средой скорость охлаждения поверхностных слоёв значительно выше, чем нижерасположенных. Авторами экспериментально установлено [10], что при резке сталей толщиной 10...30 мм скорость охлаждения поверхностных слоёв составляет от 1273 до 2273 К/с в зависимости от типа стали. Такое быстрое охлаждение способствует образованию по кромкам реза закалочных структур даже при достаточном содержании в металле легирующих элементов. Фактически же на кромках листа после термической резки химический состав, как правило, не соответствует исходному. Отличия зависят от количества и качества, содержащихся в стали, примесей. Так, Mn, Si, Cr, имеющие большее сродство к кислороду, чем железо, при резке выходят быстрее. Поэтому процентное содержание этих элементов в окалённой кромке значительно ниже исходного. Другие элементы (Cu, Mo, Ni) окисляются значительно меньше, так как из-за строения кристаллической решётки менее сходны с кислородом. По истечении некоторого времени после начала резки содержание этих веществ в слоях металла, прилегающих к кромке реза может

резко возрасти. Результаты спектральных анализов [11] однозначно это подтверждают.

Поведение углерода на кромке реза поддается некоторой закономерности. Так, если резать холодный металл, углерод практически не выходит из металла и его процентное содержание значительно выше, чем при резке подогретого листа стали.

Известно [12], что в кромке металла независимо от продолжительности действия плазменной струи образуются три специфических области:

1) область расплавленного металла с изменённой кристаллической решёткой, температура нагрева у которого была ниже температуры плавления стали (зона А);

2) область плавления, в которой температура превышала температуру рекристаллизации стали (зона Б);

3) область промежуточной кристаллизации – ширина области с изменённой кристаллической решёткой при обработке металла средних толщин (обычно составляет 0,2 мм для углеродистых и низколегированных сталей).

Приведём таблицу с характерными структурами, образующимися по кромкам деталей, вырезанных плазменной резкой на форсированных режимах.

Таблица 2

Характерные структуры сталей, образующиеся по кромкам после термической резки

Типы сталей	Зона А	Зона Б
Низкоуглеродистая сталь толщиной 20 мм	Сорбит с отдельными участками мартенсита	Ферритно-перлитная структура с видманштеттовой ориентацией
Низкоуглеродистая сталь толщиной 60 мм	Участки с ледебуритом	
Низколегированные стали	Ледебурит, троостомартенсит	-
Средне- и высокоуглеродистые, среднелегированные стали	Области ледебуритной эвтектики	Мартенсит с цементитными иглами, видманштеттовой ориентацией и крупнозернистой троостомартенситной структурой с ферритной сеткой по границам зёрен

Перестройка кристаллической решётки, связанная со структурными переходами в металле в зонах А и Б влияет на поверхностную твёрдость разрезаемого металла. Кромка реза из-за образования закалочных структур становится более твёрдой. Это может привести к потере технологической прочности металла, и образованию в нём трещин в процессе дальнейшей обработки. Очевидно, что это обусловлено внутренними напряжениями и низкой пластичностью металла на кромках вследствие значительного воздействия теплоты плазменной струи.

Очевидно также, что образующаяся по кромкам сложная структура требует более пристального изучения, что не представляется возможным в рамках данного исследования. Здесь ограничимся тем, что приведём некоторые, выработанные многолетней практикой, технологические рекомендации, способствующие «выравниванию» структуры кромок за счёт исключения их избыточного газонасыщения в процессе разделительной плазменной резки конструкционных и инструментальных (табл. 3) и высоколегированных сталей (табл. 4). Как правило, все они (кроме конструкционных сталей I-й группы) сводятся к предварительному либо сопутствующему подогреву металла по линии реза до определённых температур. При этом используется эффект сглаживания кривой структурных превращений при снижении скорости охлаждения металла.

Таблица 3

Технологические рекомендации для разделительной плазменной резки конструкционных и инструментальных сталей

Группа стали	Эквивалентное содержание $C_{экв}$, %	Рекомендации по резке
I	Менее 0,54	Резка возможна без технологических ограничений. При вырезке деталей сложной конфигурации в зимнее время необходим подогрев до температуры 423 К
II	0	Резка возможна при предварительном или сопутствующем подогреве металла до температуры 423...523 К. Охлаждение на спокойном воздухе
III	0,7...0,94	Резка должна выполняться на предварительно нагретом до температуры 523...623 К металле с последующим медленным охлаждением
IV	Свыше 0,94	Резку следует выполнять при подогреве изделия до температуры не ниже 623 К с последующим медленным охлаждением в печи

Таблица 4

Технологические рекомендации для разделительной плазменной резки высоколегированных сталей

Группа стали	Класс стали	Режим термической обработки	
		До резки	После резки
I	Мартенситные (5...15% Cr, 0,2...0,5% C)	Подогрев до температуры 523...623 К	Отпуск или отжиг при температуре 923...1223 К
II	Мартенситно-ферритные (12...18% Cr, 0,15% C)	Без подогрева. При резке сталей или изделий средней толщины сложной конфигурации подогрев до температуры 523...623 К	Отпуск или отжиг при температуре 923...1223 К
III	Ферритные (16...30% Cr, 0,35% C)	Без подогрева	Нагрев до температуры 1023...1123 К и быстрое охлаждение в воде
IV	Аустенитно-ферритные (хромоникелевые с титаном или ниобием)	То же	Термообработка не требуется
V	Аустенитные (хромоникелевые стали, сплавы)	-	Нагрев до температуры 1323...1423 К с быстрым охлаждением в воде

Однако, предварительный и сопутствующий подогрев не всегда технически осуществим. Кроме того, часто он не предусмотрен принятым на конкретном предприятии технологическим процессом, а, следовательно, и принятыми нормами времени на резку. Поэтому часто, во избежание появления закалочных структур и

охрупчивания металла по кромкам, просто уменьшают (относительно оптимальной) скорость резки, что, однако, приводит к снижению производительности процесса. Использование при резке флюсов также не всегда является альтернативой подогреву, так как, например, при холодной резке высоколегированных и хромоникелевых сталей со специфическим составом (примером может служить сталь X12) на поверхности кромок образуются трещины, размером до 2 мм. Этому способствует исходная ферритная структура, обусловленная высоким содержанием Сг, которая при нагревании превращается в хрупкую крупнозернистую. В то же время, последующая термообработка таких сталей приводит к измельчению структуры и снижению их хрупкости. В ряде случаев эффективным может оказаться так же воздушное или водяное охлаждение зоны реза.

Обсуждение

Проводимое исследование представляется актуальным в связи с поисками путей увеличения толщин сталей для скоростной плазменной резки, то есть, для повышения её эффективности. Полученные авторами результаты теоретических и экспериментальных исследований следует рассматривать как промежуточные. Однако и они позволили выявить отличительные особенности формирования температурных полей при разделительной плазменной резке и факторы, влияющие на их формирование. Изотермы температурных полей для диапазона температур ниже 800 °С, в том числе изотерма максимальных температур, представлены на соответствующих графиках.

В ходе исследования установлено, что скорость плазменной резки, кроме известных зависимостей от электрических параметров плазменной струи, необходимо рассматривать как функцию от теплофизических свойств металла: массовой плотности, теплоёмкости и теплопроводности металла. Это особенно важно для форсированной плазменной резки сталей толщиной более 20 мм в связи с имеющей место проблемой «конусности» реза». Кроме того, в статье поднят вопрос о более, чем в 10-кратных потерях мощности плазменной струи при высоких скоростях резки. Данный вопрос требует отдельного изучения, однако ясно, что большая часть потерь обусловлена формированием сопутствующего резке квазистационарного температурного поля. Для моделирования этого процесса в дальнейшем в качестве расчётной может быть принята схема формирования температурного поля от мощного линейного быстродвижущегося источника теплоты.

Воздействие высоких температур на металл при форсированной плазменной резке и, соответственно, влияние на формирование температурного поля, предложено рассматривать как результат наложения двух температур для квазистационарного состояния в точке воздействия плазменной струи на разрезаемый металл: 1) температуры в точке с координатами x и y в момент времени t , при прохождении плазмотроном рассматриваемого сечения; 2) температуры в тот же момент времени от подогревающего поверхностного источника теплоты и остывающего шлака на нижней кромке металла. Во всяком случае в ходе проведённых авторами экспериментов подтверждено, что для резки сталей средних толщин расчётное температурное поле незначительно отличается от фактического (для температур ≈ 800 °С погрешность 15%, для более низких температур – <15%).

Кроме отмеченного, авторами экспериментально доказано, что при плазменной резке сталей толщиной 10...30 мм скорость охлаждения поверхностных слоёв составляет более 1273 К/с, что способствует образованию по кромкам реза закалочных структур даже при достаточно большом содержании в стали легирующих элементов. В связи с этим в статье приведены некоторые технологические рекомендации для разделительной плазменной резки основных групп конструкционных и инструментальных сталей, а также некоторых высоколегированных сталей.

Заключение

В статье изложены результаты промежуточных исследований по выявлению особенностей формирования температурных полей при форсированной термической резке. Данный вопрос представляется весьма важным в связи с поисками путей повышения эффективности скоростной плазменной резки сталей больших толщин. В результате выполненного исследования:

1) выявлены отличительные особенности формирования температурных полей при разделительной плазменной резке. Определены факторы, влияющие на их формирование;

2) получены графики распределения температур по толщине разрезаемого листа и изотермы температурных полей для рассмотренного в исследовании диапазона температур (до 800 °С), представляющего интерес с точки зрения формирования структуры металла по кромкам вблизи реза;

3) выполнен анализ уравнения теплового баланса процесса разделительной резки с описанием значимых с точки зрения его составления факторов;

4) изложены общие подходы к рассмотрению процессов, происходящих в зоне термического влияния при плазменной резке сталей, в том числе содержащих различные характерные примеси, приведены их структуры;

5) сформулированы вопросы для дальнейшего изучения: а) влияния ширины реза на скорость и полноту удаляемых побочных продуктов резки и уменьшения «конусности» реза, б) снижения потерь мощности плазменной струи на форсированных режимах резки;

6) даны некоторые технологические рекомендации по плазменной резке основных групп конструкционных и инструментальных сталей и некоторых высоколегированных сталей с рекомендуемыми режимами их термической обработки.

Список литературы

1. Влияние резки на состав и структуру металла [Электронный ресурс] . – Режим доступа : https://metallcheckportal.ru/articles/svarka/gazovaa_rezka/vlianie_rezki_na_sostav_i_strukturu_metalla, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 01.09.2021 г.).
2. Температурное поле при кислородной резке [Электронный ресурс] . – Режим доступа : https://metallcheckportal.ru/articles/svarka/gazovaa_rezka/temperaturnoe_pole_pri_kislorodnoi_rezke, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 05.09.2021 г.).
3. Основы лазерной и газоплазменной обработки конструкционных сталей: монография/[Сергеев Н.Н. и др.]; Под ред. профессора Н.Н. Сергеева – Москва; Вологда: Инфра-инженерия, 2020. – 284 с.
4. Бурмистров Е. Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте : учебн. для ВУЗов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 535 с. ISBN 978-5-8114-5234-7.
5. Температурное поле. Влияние процесса резки на химический состав, структуру и свойства поверхности кромок металла [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <http://hssco.ru/temperaturnoe-pole-vliyanie-processa-rezki-na-ximicheskij-sostav-strukturu-i-svoystva-metalla-poverxnosti-kromok/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 05.10.2021 г.).
6. Совершенствование технологического оборудования для термической резки заготовок в условиях серийного производства [Электронный ресурс] . – Режим доступа : https://studentlib.com/diplom-232953-sovershenstvovanie_tehnologicheskogo_oborudovaniya_dlya_termicheskoy_rezki_zagotovok_v_usloviyah_seriyhnogo_proizvodstva.html, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 05.09.2021 г.).
7. Газорезчик. Влияние процесса резки на металл поверхности реза [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <https://tepka.ru/gazorezchik/7.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 05.09.2021 г.).
8. Сварочное пламя, его строение и характеристики [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <https://extxe.com/9923/svarochnoe-plamja-ego-stroenie-i-harakteristiki/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 05.09.2021 г.).

9. Температурное поле при кислородной резке [Электронный ресурс] . – Режим доступа : https://metallichekiy-portal.ru/articles/svarka/gazovaa_rezka/temperaturnoe_pole_pri_kislorodnoi_rezke, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 05.09.2021 г.).
10. Plasma-arc-cutting / <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/plasma-arc-cutting> , свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 15.10.2021 г.).
11. Dross formation and heat transfer during plasma arc cutting / https://www.researchgate.net/publication/252898779_Dross_formation_and_heat_transfer_during_plasma_arc_cutting, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 15.10.2021 г.).
12. J. P. Trelles, C. Chazelas, A. Vardelle and J. V. R. Heberlein Arc Plasma Torch Modeling : monograph, 53 p. / <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1301/1301.0650.pdf>.
13. Masaya Shigeta. Modeling and simulation of a turbulent-like thermal plasma jet for nanopowder production / IEEJ TRANSACTIONS ON ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING, IEEJ Trans 2019; 14: 16–28, Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI:10.1002/tee.22761. p.16-27. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tee.22761>.
14. Sagar S. Pawar, Dr. K. H. Inamdar FACTORS AFFECTING QUALITY OF PLASMA ARC CUTTING PROCESS: A REVIEW. International Journal of Technolugu in Engineering and Escience, Vol. №4, Issue №12, December 2016. p. 177-183. http://www.ijates.com/images/short_pdf/1480951831_1408.pdf.
15. Robert L. Merlino. Dusty plasmas and applications in space and industry. Transworld Research Network 37/661 (2), Fort P.O., Trivandrum-695 023, Kerala, India. p. 73-110. http://homepage.physics.uiowa.edu/~rmerlino/Grabbe_Merlino-Ch_52.pdf.
16. Isidoro Martinez. Thermal effects on materials. P. 44. <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/ot1/Thermal%20effects%20on%20materials.pdf>.
17. Plasma Module User’s Guide. P. 374. <https://doc.comsol.com/5.4/doc/com.comsol.help.plasma/PlasmaModuleUsersGuide.pdf>.
18. Javier Aldazabal, Antonio Martín-Meizoso, Andrzej Klimpel, Adam Bannister and Sergio Cicero. Mechanical and Microstructural Features of Plasma Cut Edges in a 15 mm Thick S460M Steel Plate. P. 13. <https://www.mdpi.com/2075-4701/8/6/447/pdf>.

References

1. The influence of cutting on the composition and structure of metal [Electronic resource]. - Access mode: https://metallichekiyportal.ru/articles/svarka/gazovaa_rezka/vlianie_rezki_na_sostav_i_strukturu_metalla, free. - Title from the screen (date of circulation 09/01/2021).
2. Temperature field in oxygen cutting [Electronic resource]. - Access mode: https://metallichekiyportal.ru/articles/svarka/gazovaa_rezka/temperaturnoe_pole_pri_kislorodoi_rezke, free. - Title from the screen (date of treatment 09/05/2021).
3. Fundamentals of laser and gas-plasma processing of structural steels: monograph / [Sergeev N.N. and etc.]; Ed. Professor N.N. Sergeeva. Moscow; Vologda: Infra-engineering, 2020.- 284 p.
4. Burmistrov E.G. Fundamentals of welding and gas thermal processes in shipbuilding and ship repair: textbook. for universities. - St. Petersburg: Lan, 2020 .- 535 p. ISBN 978-5-8114-5234-7.
5. Temperature field. The influence of the cutting process ha chemical composition, structure and properties of the surface of the edges of the metal [Electronic resource]. - Access mode: <http://hssco.ru/temperaturnoe-pole-vliyanie-processa-rezki-na-ximicheskij-sostav-strukturu-i-svoystva-metalla-poverxnosti-kromok/>, free. - Title from the screen (date of circulation 10/05/2021).
6. Improvement of technological equipment for thermal cutting of blanks in the conditions of serial production [Electronic resource]. - Access mode: https://studentlib.com/diplom-232953-sovershenstvovanie_tehnologicheskogo_oborudovaniya_dlya_termicheskoy_rezki_zagotovok_v_usloviyah_seriynogo_proizvodstva.html, free. - Title from the screen (date of treatment 09/05/2021).
7. Gas cutter. The influence of the cutting process on the metal of the cutting surface [Electronic resource]. - Access mode: <https://tepka.ru/gazorezchik/7.html>, free. - Title from the screen (date of treatment 09/05/2021).
8. Welding flame, its structure and characteristics [Electronic resource]. - Access mode: <https://extxe.com/9923/svarochnoe-plamja-ego-stroenie-i-harakteristiki/>, free. - Title from the screen (date of treatment 09/05/2021).
9. Temperature field in oxygen cutting [Electronic resource]. - Access mode: https://metallichekiy-portal.ru/articles/svarka/gazovaa_rezka/temperaturnoe_pole_pri_kislorodnoi_rezke, free. - Title from the screen (date of treatment 09/05/2021).

10. Plasma-arc-cutting / <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/plasma-arc-cutting>, free. - Title from the screen (date of circulation 10/15/2021).
11. Dross formation and heat transfer during plasma arc cutting / https://www.researchgate.net/publication/252898779_Dross_formation_and_heat_transfer_during_plasma_arc_cutting, free. - Title from the screen (date of circulation 10/15/2021).
12. J. P. Trelles, C. Chazelas, A. Vardelle and J. V. R. Heberlein Arc Plasma Torch Modeling: monograph, 53 p. / <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1301/1301.0650.pdf>.
13. Masaya Shigeta. Modeling and simulation of a turbulent-like plasma thermal jet for nanopowder production / IEEJ TRANSACTIONS ON ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING, IEEJ Trans 2019; 14: 16–28, Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). Doi: 10.1002 / tee.22761. p.16-27. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tee.22761>.
14. Sagar S. Pawar, Dr. K. H. Inamdar FACTORS AFFECTING QUALITY OF PLASMA ARC CUTTING PROCESS: A REVIEW. International Journal of Technology in Engineering and Escience, Vol. # 4, Issue # 12, December 2016. p. 177-183. http://www.ijates.com/images/short_pdf/1480951831_1408.pdf.
15. Robert L. Merlino. Dusty plasmas and applications in space and industry. Transworld Research Network 37/661 (2), Fort P.O., Trivandrum-695 023, Kerala, India. p. 73-110. http://homepage.physics.uiowa.edu/~rmerlino/Grabbe_Merlino-Ch_52.pdf.
16. Isidoro Martinez. Thermal effects on materials. P. 44. <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/ot1/Thermal%20effects%20on%20materials.pdf>.
17. Plasma Module User's Guide. P. 374. <https://doc.comsol.com/5.4/doc/com.comsol.help.plasma/PlasmaModuleUsersGuide.pdf>.
18. Javier Aldazabal, Antonio Martín-Meizoso, Andrzej Klimpel, Adam Bannister and Sergio Cicero. Mechanical and Microstructural Features of Plasma Cut Edges in a 15 mm Thick S460M Steel Plate. P. 13. <https://www.mdpi.com/2075-4701/8/6/447/pdf>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Винцив Анна Николаевна, инженер-технолог, АО «Судостроительный завод «Вымпел», 152912, Россия, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Новая, 4, e-mail: a.n.vintsiv@vympel-rybinsk.ru

Anna N. Vintsiv, Process Engineer, JSC «Vympel Shipbuilding Plant», 152912, Russia, Yaroslavl region, Rybinsk, Novaya str., 4, e-mail: a.n.vintsiv@vympel-rybinsk.ru.

Бурмистров Евгений Геннадьевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры проектирования и технологии постройки судов, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: burmistrov_e_g@mail.ru

Evgeny G. Burmistrov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Design and Technology of Ship Construction, Volga State University of Water Transport (VSUVT), 5 Nesterova str., Nizhny Novgorod, 603951, e-mail: burmistrov_e_g@mail.ru

Статья поступила в редакцию 16.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 16.11.2021; published online 20.12.2021.

УДК 629.122

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.215>

Технические показатели работы современных траулеров

А.Н. Волков¹

ORCID: 0000-0001-8816-4496

В.А. Зувев²

¹Судостроительный завод «Вымпел»

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье обозначена проблема отсутствия актуальной общедоступной статистической информации о технико-экономических показателях работы современных промысловых судов, в том числе иностранных добывающих судов, влекущая за собой серьезные ограничения для выбора прототипа, от чего отечественные авторы вынуждены пользоваться устаревшими показателями проектов судов постройки второй половины XX века. Представлены методы получения необходимой информации с помощью открытых баз данных организации Global Fishing Watch. Описаны методы работы организации с информацией и характеристики некоторых баз данных. Данные обработаны для возможности дальнейшего использования. По одному из промысловых критериев отобраны наиболее эффективные траулеры 2020 года. Благодаря полученной статистике эксплуатации траулеров удалось получить множество технических показателей работы судов: режим работы, структуру и продолжительность промыслового рейса, форму организации промысла, баланс календарного времени. По мере обработки статистики проведен анализ результатов. Описаны сделанные наблюдения: о круглосуточном режиме работы; о продолжительности штормования; о попутном промысле. Полученные показатели сравнили с показателями траулеров-заводов 1969 года. Обоснована необходимость продолжения исследования основных технико-экономических показателей современных промысловых судов: доходы, расходы, прибыль.

Ключевые слова: режим работы траулера, форма организации промысла, промысловое судно, траулер, работа траулера, промысловый рейс, показатели траулера, продолжительность промысла, организация промысла, рейс траулера.

Technical indicators of modern trawlers

Andrey N. Volkov¹

ORCID: 0000-0001-8816-4496

Valeriy A. Zuev²

¹Vympel Shipyard

²Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev

Abstract. The article identifies the problem of the lack of up-to-date publicly available statistical information on the technical and economic performance of modern fishing vessels, including foreign catching vessels, which entails serious restrictions on the choice of a prototype, so domestic authors are forced to use outdated indicators of ship designs built in the second half of the XX century. The methods of obtaining the necessary information using the open databases of the Global Fishing Watch organization are presented. The methods of the organization's work with information and the characteristics of some databases are described. The data has been processed for further use. According to one of the fishing criteria, the most effective trawlers of 2020 were selected. Thanks to the obtained statistics on the operation of trawlers, it was possible to obtain many technical indicators of the vessels' operation: the operating mode, the structure and duration of the fishing voyage, the form of fishing organization, the balance of calendar time. As the statistics are processed, the results are analyzed. The observations made are described: about the round-the-clock operation

mode; about the duration of storming; about the associated fishing. The obtained indicators were compared with the indicators of trawler factories in 1969. The article justifies the necessity of continuing the study of the main technical and economic indicators of modern fishing vessels: income, expenses, profit.

Keywords: trawler operation mode, form of fishing organization, fishing vessel, trawler, trawler operation, fishing voyage, trawler indicators, fishing duration, fishing organization, trawler voyage.

Введение

Одной из наиболее важных задач методологии проектирования судов является задача изучения опыта эксплуатации близких по назначению промысловых судов. Чем глубже мы познаем особенности работы близких по назначению судов, тем выше гарантия качества разработки проекта судна. Однако на сегодняшний день поиск актуальных статистических данных о реальной работе современного мирового промыслового флота, в том числе о технико-экономических показателях его работы весьма затруднителен.

Мировые и национальные ведомства в установленном порядке публикуют данные статистики в целом по отрасли без так необходимой конкретики [1]. Владельцы и эксплуатирующие организации о показателях работы своих судов предпочитают не распространяться. Между тем, подбирая прототипы для проектов промысловых судов и формируя базы статистических данных для аналитического проектирования, многие авторы вынуждены опираться на давно устаревшие данные по опыту эксплуатации советских промысловых судов [2]. В частности, обширно используются авторами технические качества работы в период с 1966 по 1969 год траулеров-заводов опубликованные А.И. Раковым.

А.И. Раков [3, 4], опираясь на труды по общей теории проектирования судов И.Г. Бубнова, В.Л. Поздюнина, В.А. Лаптева, А.И. Балкашина, Л.М. Ногида, В.В. Ашика, А.В. Бронникова подробно рассмотрел особенности проектирования промысловых судов, методы оптимизации их основных элементов и характеристик, взаимосвязи между технико-эксплуатационными характеристиками и экономическими показателями судов, формы организации промысла. Исследовал технико-экономические показатели и результаты работы траулеров-заводов, представил полученные статистические данные.

А.И. Гайкович в монографии [5] в том числе дает рекомендации по выбору критериев эффективности и оптимизации проектов промысловых судов. Расчет экономических показателей проектируемого судна предлагается производить с учетом статистических данных, представленных в работах А.И. Ракова. Прототип является важнейшим понятием в теории проектирования кораблей и судов и рассматривая утратившие свою актуальность прототипы, затруднительно выбрать оптимальный вариант проектируемого судна, корректно определить его эксплуатационно-экономические характеристики, верно обозначить целевую функцию для решения оптимизационной задачи.

Целями статьи являются: демонстрация методов получения статистической информации и технических показателей работы современных промысловых судов по факту и в процессе эксплуатации, а также сравнение полученных данных с классическими показателями работы траулеров-заводов во второй половине XX века.

Для достижения целей потребуется выполнить задачи: подобрать эффективные проекты современных траулеров; определить форму организации промысла, режимы работы, структуру и продолжительность как промысловых рейсов, так и их составляющих элементов; проанализировать полученные данные дополнив их при необходимости информацией из смежных источников, находящейся в свободном

доступе в сети интернет; представить баланс календарного времени по форме удобной для сравнения результатов.

Методология

В основу исследования легли базы данных организации Global Fishing Watch [6], доступные для использования любому авторизовавшемуся на сайте пользователю:

Fishing-vessels-v2.csv;
Mmsi-daily-csvs-10-v2-2020.zip;
Named_anchorages_v2_20201104.csv;
Bunker_encounters_v20210408.csv;
Carrier_encounters_v20210408.scv.

Global Fishing Watch на протяжении десяти лет занимается сбором, обработкой и публикацией информации об активности промысловых судов в мировом океане [7]. Достоверность получаемых данных обеспечивает система, объединяющая четыре источника информации.

Автоматизированная информационная система (АИС) по требованию международных морских контролируемых организаций устанавливаются на судах для предотвращения столкновений. АИС передают информацию о местоположении, идентификации, курсе и скорости судна на УКВ радиочастотах на наземные станции и спутники, что позволяет отслеживать суда даже в самых отдаленных районах океана [8, 9].

С Global Fishing Watch сотрудничают многие межнациональные и правительственные системы мониторинга судов, которые предоставляют данные о передвижениях подконтрольных судов, обеспечивая тем самым большую достоверность системы [10].

Более 30 государственных и глобальных судовых реестров интегрированы в всеобъемлющую базу данных судов, содержащую идентификационные данные: название судна, позывной, уникальные идентификаторы International Maritime Organization (IMO) и Maritime Mobile Service Identity (MMSI), главные размеры и пр.

Визуальные спутниковые данные в режиме реального времени обрабатываются нейросетью, обученной идентифицировать промысловые суда, в том числе и не оборудованные устройствами слежения, либо отключающие их.

Анализ полученных данных из всех источников производит нейросеть, обученная на основе моделей передвижения судов. Нейросеть способна классифицировать промысловое судно по основному орудию промысла и идентифицировать ведет ли судно промысел в настоящий момент или нет [11, 12].

База данных Fishing-vessels-v2.scv содержит информацию о каждом промысловом судне, обнаруженном системами слежения в период с 2012 по 2020 год. Каждая строка базы данных включает в себя следующие данные: MMSI, тип основного орудия промысла, флаг судна, наибольшая длина судна в метрах, ширина в метрах, мощность энергетической установки в киловаттах и время промысла (Fishing Hours) в часах ежегодно начиная с 2012 и заканчивая 2020.

Используемая Global Fishing Watch методика идентификации нейросетью ведения судном промысла основывается на их паттернах перемещения (Movement Patterns). В связи с этим показатель времени промысла (Fishing Hours) можно определить в рамках одного промыслового рейса траулера как совокупность показателей: время спуска трала и травления ваеров; время траления; время выборки ваеров и подъема трала; время необходимое для выливки и уборки рыбы, починки и распутывания трала, перехода с трала на трал и подготовки к следующему тралению. Либо показатель времени лова без учета времени на поиск рыбы. В дальнейшем предлагается термин – время использования орудия промысла, а применительно к траулерам – время использования трала (далее – ВИТ, ч).

База данных Mmsi-daily-csvs-10-v2-2020.zip включает в себя 365 файлов MS Excel. Каждый файл содержит данные о зафиксированных и идентифицированных передвижениях промысловых судов за один календарный день 2020 года. Состав данных следующий: дата, координаты географического квадрата, в котором пребывало судно, MMSI, общее время пребывания судна в квадрате в часах (далее – ВПК, ч) и ВИТ, ч. Для удобства Global Fishing Watch использует географическую карту мира, принимая за географическую единицу квадрат со стороной в 0,1 градуса или, ориентировочно, 11,1 км.

База данных Named_anchorage_v2_20201104.csv содержит координаты и характеристики 166,5 тысяч пунктов стационарного нахождения судов, таких как порт либо якорная стоянка. Каждый пункт идентифицирован в соответствии с общедоступными географическими данными. Указаны расстояния от стоянок до берега и среднестатистические радиусы дрейфа судов.

Базы данных Bunker_encounters_v20210408.csv и Carrier_encounters_v20210408.csv содержат информацию о 14,5 тыс. идентифицированных случаев бункеровок промысловых судов в море и о 25,5 тыс. случаев перегрузки продукции с промыслового судна на судно-перевозчик. Структуры баз схожи и включают в себя: MMSI судов, дата, время, продолжительность, координаты, дистанция между судами, их скорость.

В ходе исследования технические и эксплуатационные характеристики промысловых судов, полученные из баз Global Fishing Watch, проверялись и уточнялись находящимися в открытом доступе в сети интернет данными из реестров национальных классификационных обществ, других баз данных. Не рассматривались суда, работающие под флагом Китая и ряда других азиатских стран в связи с недостаточностью публичной информации об их технических характеристиках.

Результаты, обсуждение

После обработки базы данных Global Fishing Watch инструментарием программного комплекса MS Excel были отобраны наиболее эффективные траулеры по результатам работы в 2020 году, при этом построенные после 2000 года (табл. 1). За критерий эффективности был принят показатель времени использования трала в 2020 году.

Таблица 1

Наиболее эффективные траулеры

MMSI	Название судна	Флаг	Построен	L, м	N, кВт	GT, рег. тонн	ВИТ, ч
224854000	Costa de Huelva	ESP	2006	31	927	218	7 178
224026860	Alfonso Riera Cuarto	ESP	2001	25	117	180	7 164
225986769	Jomafran	ESP	2017	30	353	256	7 025
273332880	Taurus	RUS	2013	64	4 500	2 403	6 789
331168000	Akamalik	GRL	2001	76	4 929	3 20	6 736
242049100	Pescabona Seis	MAR	2005	36	825	413	6 677
219013485	Tove Kajgaard	DNK	2009	22	298	165	6 619
316004170	Atlantic Destiny	CAN	2002	32	390	1 113	6 472
331828000	Polar Nattoralik	GRL	2019	81	4 279	4 719	6 452
259252000	Langoey	NOR	2013	75	3 417	3 549	6 372

251718000	Solberg	ISL	2017	80	3 274	3 719	6 266
277558000	Lokys	LTU	2001	70	5 520	2 772	6 212

Как видно из таблицы, в числе наиболее эффективных траулеров есть как большие, так и средние, малые и даже маломерные суда. Отсутствуют только супертраулеры.

База, содержащая архив информации о ежедневных передвижениях судов, позволяет отобрать данные по каждому конкретному промысловому судну. Получена хронология передвижения в 2020 году для каждого судна из таблицы 1. Структура полученных данных представлена в таблице 2 на примере хронологии пяти дней работы траулера Costa de Huelva.

Таблица 2

Перемещения траулера Costa de Huelva с 01.01.2020 по 05.01.2020

Дата	Координаты	ВПК, ч	ВИТ, ч
01.01.2020	10.6, -17.1	10,09	10,09
01.01.2020	10.6, -17.0	5,81	5,81
01.01.2020	10.7, -17.1	7,99	7,99
02.01.2020	10.6, -17.1	10,90	10,90
02.01.2020	10.6, -17.0	2,73	2,73
02.01.2020	10.7, -17.1	10,60	10,60
03.01.2020	10.6, -17.1	12,54	12,54
03.01.2020	10.6, -17.0	2,02	2,02
03.01.2020	10.7, -17.1	9,42	9,42
04.01.2020	10.6, -17.1	9,74	9,74
04.01.2020	10.6, -17.0	2,30	2,30
04.01.2020	10.7, -17.1	11,92	11,92
05.01.2020	10.6, -17.0	3,53	3,53
05.01.2020	10.6, -17.1	11,96	11,96
05.01.2020	10.7, -17.1	8,45	8,45

Таблица 2 указывает, что траулер Costa de Huelva первые пять дней 2020 года вел промысел безостановочно. На поиск рыбы времени затрачено не было; как только трал поднимался для уборки улова в трюм, сразу опускался для продолжения промысла.

Структура промыслового рейса

Сопоставив координаты портов и якорных стоянок из соответствующей базы данных Global Fishing Watch с координатами передвижения конкретного промыслового судна, можно легко увидеть, когда судно заходило и уходило из порта, продолжительность портовых операций. Таким образом обнаруживаются элементы промыслового рейса наблюдаемого судна. Так, таблица 3 содержит укрупненную хронологию работы в 2020 году траулера Costa de Huelva.

Таблица 3

Хронология работы траулера Costa de Huelva в 2020 году

Дата	Порт	Действие	ВПК, ч	ВИТ, ч
01.01 - 27.01	-	Рейс 1	630,0	594,0
27.01 - 30.01	Дакар, Сенегал	Порт 1	80,4	-
30.01 - 24.02	-	Рейс 2	589,1	520,0
24.02 - 24.02	Дакар, Сенегал	Порт 2	39,9	-
24.02 - 06.03	Дакар, Сенегал	Ремонт 1	241,1	-
06.03 - 06.03	Дакар, Сенегал	Порт 2	39,9	-
06.03 - 07.03	-	Рейс 3	608,5	480,1
07.03 - 07.03	-	Простой 1	7,9	-
07.03 - 08.03	-	Рейс 3	608,5	480,1
08.03 - 08.03	-	Простой 2	10,0	-
08.03 - 01.04	-	Рейс 3	608,5	480,1
01.04 - 01.04	Дакар, Сенегал	Порт 3	7,0	-
01.04 - 15.05	-	Рейс 4	1 046,9	961,4
15.05 - 16.05	Дакар, Сенегал	Порт 4	43,3	1,5
17.05 - 13.06	-	Рейс 5	650,0	575,6
13.06 - 13.06	Дакар, Сенегал	Порт 5	36,3	7,0
13.06 - 18.06	Дакар, Сенегал	Ремонт 2	97,7	-
18.06 - 18.06	Дакар, Сенегал	Порт 5	36,3	7,0
18.06 - 28.07	-	Рейс 6	944,6	910,4
28.07 - 28.07	Дакар, Сенегал	Порт 6	17,0	3,3
28.07 - 19.08	-	Рейс 7	514,6	434,5
19.08 - 21.08	Дакар, Сенегал	Порт 7	63,6	-
21.08 - 02.10	-	Рейс 8	990,3	924,6
02.10 - 04.10	Дакар, Сенегал	Порт 8	59,1	-
04.10 - 12.11	-	Рейс 9	925,1	834,2
12.11 - 14.11	Дакар, Сенегал	Порт 9	63,9	-
14.11 - 14.12	-	Рейс 10	710,5	575,4
14.12 - 15.12	Бисау, Гвинея-Бисау	Порт 10	15,5	-
15.12 - 31.12	-	Рейс 11	407,6	355,0

Таким образом видно, что траулер Costa de Huelva совершил в 2020 году 11 промысловых рейсов, каждый в среднем занял 729 час или 31 сутки. В каждом рейсе показатель времени использования трала составил в среднем 651 час. Показатель времени операций в порту в среднем составил 43 часа. Идентифицированы две постановки траулера в ремонт продолжительностью 241 и 98 часов.

Сопоставив полученные данные с информацией размещенной на сайте организации-владельца судна Baltimar [13] и с базой данных системы мониторинга рыболовства и морских ресурсов Fisheries and Resources Monitoring System [14] понятно, что траулер Costa de Huelva в 2020 году вел промысел глубоководной розовой креветки в водах Сенегала близ порта Дакар.

Стоит отметить, что идентификация нейросетью ведения промысла имеет некоторую погрешность. Так в таблице 3 можно заметить числовые значения показателя времени использования трала во время портовых операций 4, 5, 6. Понятно, что судно маневрировало в порту, но нейросеть выявила паттерн перемещения схожий с промысловым и сделала соответствующую запись. Однако в общей продолжительности портовых операций траулера Costa de Huelva за 2020 год выявленные ошибки нейросети составляют всего 2,8%.

Результаты исследования элементов промысловых рейсов рассматриваемых траулеров приведены в таблице 4.

Таблица 4

Средняя продолжительность элементов промыслового рейса траулеров

№ п/п	Показатель	Costa de Huelva		Alfonso Riera Cuarto		Jomafran		Taurus		Akamalik		Pescabona Seis	
		сут.	%	сут.	%	сут.	%	сут.	%	сут.	%	сут.	%
1	Промысловый рейс (п.2 + п.7 + п.10)	33,8	100	30,0	100	40,1	100	30,5	100	18,4	100	34,2	100
2	Время промысла (п.3 + п.6)	29,2	86,6	26,8	89,2	36,9	92,0	26,7	87,6	16,2	88,0	32,7	95,7
3	Время лова (п.4 + п.5)	29,2	86,3	26,8	89,2	36,9	92,0	26,7	87,6	16,2	88,0	32,7	95,7
4	Время поиска рыбы	2,0	6,0	1,6	5,3	2,5	6,3	3,6	11,9	2,3	12,4	1,8	5,4
5	Время использования трала	27,1	80,3	25,2	83,9	34,4	85,7	23,1	75,7	13,9	75,5	30,9	90,3
6	Штормовое время	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
7	Время на переходы судна (п.8 + п.9)	2,6	7,6	2,4	8,0	2,2	5,4	2,5	8,2	0,6	3,2	0,6	1,7
8	Переходы без лова	1,1	3,2	1,3	4,2	1,1	2,7	0,7	2,2	0,5	2,7	0,4	1,2
9	Переходы с попутным ловом	1,5	4,4	1,2	3,9	1,1	2,7	1,8	6,0	0,1	0,5	0,2	0,5
10	Время операций в порту	2,0	5,8	0,8	2,8	1,0	2,6	1,3	4,2	1,6	8,8	0,9	2,6

Продолжение Таблицы 4

№ п/п	Показатель	Tove Kajgaard		Atlantic Destiny		Polar Nattoralik		Langoey		Solberg		Lokys	
		сут.	%	сут.	%	сут.	%	сут.	%	сут.	%	сут.	%
1	Промысловый рейс (п.2 + п.7 + п.10)	5,2	100	23,3	100	23,4	100	36,7	100	32,9	100	42,2	100
2	Время промысла (п.3 + п.6)	4,6	87,9	19,8	84,8	19,8	84,7	32,9	89,6	28,3	85,9	37,1	88,0
3	Время лова (п.4 + п.5)	4,5	87,7	19,8	84,7	19,8	84,7	32,8	89,2	28,3	85,9	37,1	88,0
4	Время поиска рыбы	0,3	6,4	1,3	5,5	3,3	13,9	6,3	17,0	4,6	13,9	5,8	13,6
5	Время использования трала	4,2	81,3	18,5	79,2	16,5	70,8	26,5	72,2	23,7	72,0	31,4	74,4
6	Штормовое время	-	0,2	-	0,1	-	-	0,1	0,4	-	-	-	-
7	Время на переходы судна (п.8 + п.9)	0,5	9,7	1,9	8,2	1,7	7,1	2,3	6,4	3,5	10,6	4,0	9,5
8	Переходы без лова	0,1	1,6	0,6	2,5	0,4	1,8	1,3	3,6	1,9	5,8	2,7	6,3
9	Переходы с попутным ловом	0,4	8,0	1,3	5,7	1,3	5,3	1,0	2,7	1,6	4,8	1,3	3,2
10	Время операций в порту	0,1	2,4	1,6	7,0	1,9	8,2	1,5	4,1	1,1	3,4	1,0	2,5

Режим работы

При анализе данных о перемещениях траулеров, привлекают внимание некоторые выраженные свойства режимов работы. Все рассматриваемые суда, как большие, так и малые, работают круглосуточно. Не было обнаружено ни одного судна с высоким

значением показателя времени использования орудия лова, которое бы ежедневно на ночь оставалось в порту либо на якорной стоянке.

Нейросеть, обученная на паттернах передвижения судов, вероятно будет идентифицировать штормование как простой судна в районе промысла. Подсчитано, что в районе промысла траулер в течение одного дня находится в одном географическом квадрате в среднем 2,5 часа и использует трал в среднем 2,3 часа. Принято, что простоем можно считать, если судно находится в квадрате более четырех часов при этом используя орудие лова менее часа. В результате выяснилось, что у половины из рассмотренных траулеров подобных случаев не идентифицировано, для остальных же в среднем время простоя составило около 0,4%.

Продолжительность промыслового рейса

Как можно увидеть из таблицы 4, большинство рассматриваемых судов независимо от их размеров и географической локации, ведет промысел в среднем около одного календарного месяца, после чего возвращается выгрузить улов и получить необходимое снабжение для следующего рейса. Среднее время промысла для 11 из 12 траулеров составило 30 суток, что как можно предположить, связано с нормами условий труда и отдыха для членов экипажа.

Средняя продолжительность операций в порту для тех же 11 траулеров составила 32 часа в диапазоне от 19 до 48 часов. Это позволяет сделать вывод о заложенной норме времени на ротацию экипажа и проведения технического обслуживания оборудования береговыми специалистами в пределах от 10 часов до суток.

Обособленно выглядят технические показатели элементов промыслового рейса маломерного рыболовного траулера Tove Kajgaard длиной 22 метра, работавшего в 2020 году в водах Дании. Средняя продолжительность промыслового рейса судна составила около 5 суток, при этом продолжительность портовых операций лежит в диапазоне от одного часа 16 минут и в среднем составляет около 3 часов.

На первый взгляд, режим работы траулера далеко не соответствует нормам на условия труда и отдыха для наемных членов экипажа. Однако при ознакомлении с находящейся в открытом доступе в сети интернет-карточкой организации, эксплуатирующей судно, из глобальной базы данных коммерческих организаций [15], выясняется, что судно, спроектированное для ведения промысла экипажем из пяти человек, является семейным бизнесом. Работают и проживают на нем члены одной семьи.

Попутный промысел

Некоторое затруднение вызывает идентификации переходов траулеров до места промысла и обратно т.к. сколь бы то ни было четкие точки начала промысла после перехода из порта и его завершения отсутствуют практически во всех рейсах любого судна.

В таблице 5 содержится структура перехода траулера Pescabona Seis в район промысла в 8 рейсе. Можно заметить, что в течение 1,9 часа после выхода из порта судно шло в район промысла без случаев использования трала, после чего нейросеть зафиксировала использование трала общей продолжительностью 1,9 часа и движение вновь продолжилось без трала. Т.е. судно, двигаясь к району промысла, произвело два промысловых цикла, после чего продолжило движение к району промысла не используя трал.

Таблица 5

Структура перехода траулера Pescabona Seis в район промысла

Дата	ВПК, ч	ВИТ, ч	Координаты квадрата	Действие
26.07	7,0	-	35.7, -5.9	Операции в порту
26.07	0,3	-	35.7, -6.4	Переход без лова ВИТ / ВПК * 100% = 0%
26.07	0,6	-	35.7, -6.2	
26.07	0,5	-	35.7, -6.1	
26.07	1,4	0,9	35.1, -6.6	
26.07	0,7	0,4	35.6, -6.5	Переход с попутным промыслом ВИТ / ВПК * 100% = 39%
26.07	0,6	0,6	35.6, -6.6	
26.07	0,3	-	35.6, -6.4	
27.07	1,4	0,3	34.9, -6.6	
27.07	1,5	1,5	34.9, -6.7	Промысел ВИТ / ВПК * 100% = 95%
27.07	4,4	4,4	34.8, -6.7	
27.07	4,5	4,5	34.8, -6.8	
27.07	0,4	0,4	34.8, -6.9	
27.07	6,7	6,7	34.7, -6.9	
27.07	4,5	4,5	34.7, -6.8	
27.07	0,5	0,5	34.6, -6.9	
28.07	3,5	3,5	34.9, -6.7	
...	

В связи с тем, что во многих рейсах попутный промысел составляет значительное время, его учет важен для корректного вычисления прочих технико-экономических показателей судна. Предлагается определить попутный промысел как возможную заключительную часть перехода судна из порта в район промысла либо возможную начальную часть перехода судна обратно в порт, когда время использования промыслового орудия к общей продолжительности перехода значительно, но не превышает 50%.

Продолжительность попутного промысла в таблице 4 выделена отдельной строкой и в среднем для рассмотренных траулеров составила 48% общей продолжительности переходов из порта на промысел и обратно и 4% продолжительности всего рейса.

Форма организации промысла

На момент написания статьи еще не были опубликованы данные о бункеровках и перегрузках продукции с промысловых судов в 2020 году, однако для определения систем лова рассмотренных траулеров были использованы данные с 2012 по 2019 года.

Идентифицированные Global Fishing Watch случаи бункеровок и перегрузок продукции в море были зафиксированы только лишь для траулера под флагом РФ Taugus. В марте 2015 года траулер бункеровался судном Kapitan Pershin, а в октябре и

ноябре 2019 года судном Nordstraum. В январе 2017 года Taurus перегружал продукцию в открытом море на судно-якорезаводчик под флагом Сент-Китс и Невис Mersana, а в октябре 2016 года на рефрижераторное судно Frio Arkhangelsk под тем же флагом (табл. 6). Другие рассмотренные траулеры в базах данных бункеровок и перегрузок отсутствуют, т.е. подобных случаев зафиксировано системой для них не было.

Таблица 6

Случаи бункеровок и перегрузок продукции траулерами

Имя, MMSI первого судна	Имя, MMSI второго судна	Дата	Координаты	Время, ч
Случаи бункеровок				
Nordstraum, 273376490	Taurus, 273332880	18.11.2019	73.7, 18.8	3,7
Nordstraum, 273376490	Taurus, 273332880	22.10.2019	76.4, 17.8	3,7
Kapitan Pershin, 273515300	Taurus, 273332880	11.03.2015	70.7, 16.3	3,5
Случаи перегрузок продукции				
Frio Arkhangelsk, 341049000	Taurus, 273332880	02.10.2016	77.7, 14.1	8,8
Mersana, 341095000	Taurus, 273332880	28.01.2017	77.6, 14.3	6,5

Всего в 2019 зафиксировано около 4,3 тыс. случаев бункеровки и около 7 тыс. случаев передачи рыбы с промысловых судов на суда-перевозчики на весь мировой промысловый флот. Это позволяет сделать вывод о том, что экспедиционная форма организации промысла на сегодняшний день не распространена.

Баланс календарного времени

Итогами исследования является таблица 7, отображающая баланс календарного времени рассмотренных современных эффективных траулеров, и таблица 8 с усредненными техническими показателями работы траулеров в 2021 и 1969 годах, для наглядного сравнения выполненная в формате аналогичной таблицы [1, с. 262].

Таблица 7

Баланс календарного времени траулеров

№ п/п	Показатель	Costa de Huelva	Alfonso Riera Cuarto	Jomafran	Taurus	Akamalik	Pescabona Seis	Tove Kajgaard	Atlantic Destiny	Polar Nattoralik	Langoey	Solberg	Lokys
1	Календарное время, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	Эксплуатационное время (п.3 + п.10)	95,4	99,1	96,5	97,0	100,0	83,2	91,0	90,2	100,0	96,7	94,2	93,2
3	Затраты времени в море (п.4 + п.7)	89,6	96,3	93,9	92,7	91,0	81,0	88,7	83,6	91,5	92,7	90,8	90,8
4	Время переходов (п.5 + п.6)	7,6	8,3	5,4	8,3	3,2	1,4	9,2	7,7	7,4	6,3	10,6	9,3
5	Без лова	3,2	4,3	2,7	2,2	2,8	1,0	1,5	2,4	1,8	3,6	5,8	6,2
6	С попутным ловом	4,4	4,0	2,7	6,1	0,5	0,4	7,7	5,4	5,5	2,7	4,8	3,1
7	Время на промысле (п.8 + п.9)	82,1	88,0	88,6	84,4	87,8	79,6	79,5	75,9	84,1	86,3	80,2	81,5
8	Время лова	81,9	88,0	88,6	84,4	87,8	79,5	79,2	75,8	84,1	85,9	80,2	81,5
9	Штормовое время	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0
10	Затраты времени в порту	5,8	2,9	2,6	4,3	9,0	2,1	2,3	6,6	8,5	4,1	3,4	2,4
11	Ремонт	4,6	0,9	3,5	3,0	0,0	16,8	9,0	9,8	0,0	3,3	5,8	6,8

Таблица 8

Сравнение технических показателей работы траулеров

№ п/п	Показатель	В среднем рассмотрен. траулеры	Траулер -завод (тип I)	Траулер -завод (тип II)	Траулер -завод (тип III)	Траулер -завод (тип IV)
1	Календарное время, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	Эксплуатационное время (п.3 + п.9)	94,7	77,9	72,2	78,4	63,6
3	Затраты времени в море (п.4 + п.5)	90,2	72,3	67,5	72,3	59,6
4	Время переходов	7,1	22,5	13,2	15,4	17,2
5	Время на промысле (п.6 + п.7 + п.8)	83,2	49,8	54,3	56,9	42,4
6	Время лова	83,1	43,2	43,5	43,5	33,3
7	Время стоянки у плавучих баз	-	2,5	7,5	7,0	4,9
8	Штормовое время	0,1	1,1	1,0	0,5	0,6
9	Затраты времени в порту	4,5	5,6	4,7	6,1	4,0
10	Неэксплуатационное время	5,3	22,1	27,8	21,6	36,4
11	В том числе ремонт	5,3	20,4	24,2	19,5	33,1

Заключение

В статье были продемонстрированы методы получения технических показателей современных судов и другой статистической информации, описан ход исследования эффективных траулеров, выписаны сделанные наблюдения, результаты исследования оформлены в виде таблиц.

В ходе исследования были отобраны эффективные проекты современных траулеров; определена структура и найдена продолжительность промысловых рейсов, совершенных ими в 2020 году; найдена продолжительность составляющих элементов; рассмотрен режим работы траулеров; определена форма организации промысла; полученные данные были подтверждены и обоснованы информацией смежных интернет-источников; оформлен баланс календарного времени рассмотренных судов.

Сделаны выводы о том, что: эффективные траулеры вне зависимости от их размеров имеют круглосуточный режим работы; доля штормования в общей продолжительности их промыслового рейса в среднем незначительна; в среднем всю вторую половину от порта до места промысла и всю первую половину пути с места промысла в порт суда ведут попутный промысел; экспедиционная форма организации промысла для современных судов не распространена.

Продолжение исследования статистических данных на специализированных общедоступных ресурсах в сети Интернет позволит сформулировать методы автоматизированного определения множества технико-экономических показателей современных промысловых судов, в том числе такие основные экономические показатели, как годовой доход, эксплуатационные расходы, прибыль, себестоимость продукции, приведенные затраты, эффективность инвестиций с высокой степенью достоверности, что позволит при выборе прототипов ориентироваться на реальные данные.

Список литературы

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. – Rome.: FAO, 2020. 223p. DOI: 10.4060/ca9229en
2. Чулков, А. М. О критериях эффективности принимаемых решений при проектировании траулеров, совмещающих добывающих добывающие и обрабатывающие функции / А. М. Чулков, А. А. Семёнов // Гражданское судостроение. – 2015. – № 5. – С. 27-31.
3. Раков, А. И. Проектирование промысловых судов / А. И. Раков, Н. Б. Севастьянов. — Ленинград. : Судостроение, 1981. — 376 с.
4. Раков, А. И. Особенности проектирования промысловых судов / А. И. Раков. – Ленинград. : Судостроение, 1966. – 144 с.
5. Гайкович, А. И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов : в 2-х т. / А.И. Гайкович. – Санкт-Петербург. : НИЦ МОРИНТЕХ, 2014.
6. Официальный сайт организации Global Fishing Watch // Revolutionizing Ocean Monitoring and Analysis, [Электронный ресурс]. – URL: <https://globalfishingwatch.org> (дата обращения: 20.09.2021).
7. Волков, А. Н. Анализ состояния и тенденции развития промысловых траулеров / А. Н. Волков, В. А. Зуев // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 34. – С. 1032-1040.
8. Современные системы позиционирования судов и возможности их использования для оптимизации научно-информационного обеспечения отечественного промысла / Г. Е. Маслянкин, М. М. Дубишук, Е. М. Гербер, А. А. Вафиев // Вопросы рыболовства. – 2020. – Том 21, - № 2, С. 250-262.
9. The economics of fishing the high seas / E. Sala, J. Mayorga, C. Costello, D. Kroodsma, [at al.] // Sci. Adv. – 2018. – Vol. 4. – no 6. DOI: 10.1126/sciadv.aat2504
10. Taconet, M. Global Atlas of AIS-based fishing activity – Challenges and opportunities / M. Taconet, D. Kroodsma, J. A. Fernandes. – Rome : FAO, –2019. – 382 с.
11. Tracking the global footprint of fisheries / D. A. Kroodsma, J. Mayorga, T. Hochberg, N. A. Miller [at al.] // Science. – 2018. – №359. – P.904–908. DOI: 10.1126/science.aao5646
12. Костромин, Н. С. Перспективы применения нейросетей для решения проблем ННН-рыболовства и пиратства в арктической зоне России / Н.С.Костромин, А. Н. Сивова // Российская Арктика. – 2020. - № 4. – С. 25-31. DOI: 10.24411/2658-4255-2020-12113
13. Официальный сайт компании Baltimar // Know our Products, [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.baltimar.es> (дата обращения: 20.09.2021).
14. Официальный сайт организации FAO // Stocks and Fisheries Map Viewer | Fisheries and Resources Monitoring System, [Электронный ресурс]. – URL: <http://firms.fao.org/firms/stocks-fisheries-map-viewer> (дата обращения: 20.09.2021).
15. База данных организаций The largest open database of companies in the world // Kajgaard ApS [Электронный ресурс]. – URL: <https://opencorporates.com/companies/dk/40614583> (дата обращения: 20.09.2021).

References

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. – Rome.: FAO, 2020. 223p. DOI: 10.4060/ca9229en
2. Chulkov, A.M., Semenov A.A. O kriteriyakh ehffektivnosti prinimaemykh reshenii pri proektirovani traulerov, sovmeshchayushchikh dobyvayushchikh dobyvayushchie i obrabatyvayushchie funktsii [On the criteria for the effectiveness of decisions taken in the design of trawlers combining mining and processing functions] Grazhdanskoe sudostroenie. 2015, no 5, pp. 27-31. (In Russ).
3. Rakov, A. I., Sevast'yanov, N. B. Proektirovanie promyslovykh sudov [Design of fishing vessels]. Leningrad.: Sudostroenie, 1981. 376p. (In Russ).
4. Rakov, A. I. Osobennosti proektirovaniya promyslovykh sudov [Design features of fishing vessels]. Leningrad.: Sudostroenie, 1966. 144p. (In Russ).
5. Gaikovich, A. I. Teoriya proektirovaniya vodoizmeshchayushchikh korablei i sudov [Theory of design of displacement ships and vessels]. Spb.: NITS MORINTEKH, 2014. 1691p. (In Russ).

6. The official website of the Global Fishing Watch organization // Revolutionizing Ocean Monitoring and Analysis, [Electronic resource]. – URL: <https://globalfishingwatch.org> (accessed: 20.09.2021).
7. Volkov, A. N., Zuev, V.A. Analiz sostoyaniya i tendentsii razvitiya promyslovykh traulerov [Analysis of the state and development trends of commercial trawlers] Innovatsii. Nauka. Obrazovanie. 2021, no 34, pp. 1032-1040. (In Russ).
8. Maslyankin, G.E., Dubishchuk, M.M., Gerber, E.M., Vafiev, A.A. Sovremennyye sistemy pozitsionirovaniya sudov i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya dlya optimizatsii nauchno-informatsionnogo obespecheniya otechestvennogo promysla [Modern ship positioning systems and the possibility of their use to optimize scientific and information support for domestic fishing] Problems of fisheries, 2020, Vol. 21, no 2, pp. 250-262. (In Russ).
9. Sala E., Mayorga J., Costello C., Kroodsmas D., Palomares M.L.D., Pauly D., Sumaila U.R., Zeller D. The economics of fishing the high seas, Sci. Adv., 2018, Vol. 4, no 6. DOI: 10.1126/sciadv.aat2504
10. Taconet M. Global Atlas of AIS-based fishing activity – Challenges and opportunities. Rome, FAO, 2019, 382 p.
11. Kroodsmas D.A., Mayorga J., Hochberg T., Miller N.A., Boerder K., Ferretti F., Wilson A., Bergman B., White T.D., Block B.A., Woods P., Sullivan B., Costello C., Worm B. Tracking the global footprint of fisheries, Science, 2018, no. 359, pp. 904–908. DOI: 10.1126/science.aao5646.
12. Kostromin, N.S., Sivova, A.N., Perspektivy primeneniya neirossetei dlya resheniya problem NNN-rybolovstva i piratstva v arkticheskoi zone Rossii [Prospects for the use of neural networks to solve the problems of IUU fishing and piracy in the Arctic zone of Russia] Rossiiskaya Arktika, 2020, no 4, pp. 25-31. (In Russ). DOI: 10.24411/2658-4255-2020-12113
13. The official website of the Baltimar company // Know our Products, [Electronic resource]. – URL: <https://www.baltimar.es> (accessed: 20.09.2021).
14. The official website of the FAO // Stocks and Fisheries Map Viewer | Fisheries and Resources Monitoring System, [Electronic resource]. – URL: <http://firms.fao.org/firms/stocks-fisheries-map-viewer> (accessed: 20.09.2021).
15. The largest open database of companies in the world // Kajgaard ApS [Electronic resource]. – URL: <https://opencorporates.com/companies/dk/40614583> (accessed: 20.09.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Волков Андрей Николаевич, ведущий специалист управления судоремонта, Судостроительный завод «Вымпел» (АО «ССЗ «Вымпел»), 152912, г. Рыбинск, ул. Новая, 4, e-mail: woofa@gmail.com

Andrey N. Volkov, Leading Specialist of the Ship Repair Department, Vympel Shipyard, 4, Novaya st, Rybinsk, 152912, e-mail: woofa@gmail.com

Зуев Валерий Андреевич, д.т.н., профессор, руководитель кафедры «Кораблестроение и авиационная техника», Институт транспортных систем, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е., 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, e-mail: ship@nntu.ru

Valeriy A. Zuev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department Shipbuilding and Aviation Technology, Institute of Transport Systems, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 24, Minina st, Nizhny Novgorod, 603950, e-mail: ship@nntu.ru

Статья поступила в редакцию 10.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 10.11.2021; published online 20.12.2021.

УДК 629.122/.123(083):338.24

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.218>

Обоснование принятия управленческих решений о модернизации сухогрузных теплоходов типа «Волга» на основании экспресс-анализа рыночной ситуации

О.К. Зяблов¹

ORCID: 0000-0002-2981-779X

О.В. Алексеева²

Ю.А. Алексеев³

¹*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

²*Новороссийский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Новороссийск, Россия*

³*«Морское Сервисное Бюро - Новороссийск», г. Новороссийск, Россия*

Аннотация. Рыночная ситуация как в глобальном, так и в локальном масштабе довольно изменчива и чутко реагирует на состояние политической ситуации, социально-экономических показателей страны, изменения законодательства и т.д. В зависимости от изменения рыночной ситуации предприятию также необходимо переориентировать сферу своей деятельности, в зависимости от требований рынка, чтобы иметь возможность предоставлять востребованные в новых рыночных условиях услуги или товары с наибольшей эффективностью. Наличие нескольких направлений развития предприятия приводит к некоторой напряжённости в принятии управленческого решения. Для этого необходимы проведение исследование и анализ текущей рыночной ситуации. В статье рассмотрено проведение экспресс-анализа рыночной ситуации с целью принятия управленческого решения в отношении актива: грузового судна. Получена методика проведения экспресс-анализа на основании информации, размещённой в открытых источниках.

Ключевые слова: сухогрузный теплоход, принятие управленческого решения, экспресс-анализ, модернизация судна

Justification of management decisions on the modernization of Volga-type dry cargo ships based on an express analysis of the market situation

Oleg K. Zyablov¹

ORCID: 0000-0002-2981-779X

Olga V. Alexeeva²

Yuri A. Alexeev³

¹*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

²*Novorossiysk Polytechnic Institute branch of Kuban Technological University, Novorossiysk, Russia*

³*Marine Service Bureau - Novorossiysk LLC, Novorossiysk, Russia*

Abstract. The market situation, as in the global. so on a local scale, it is quite changeable and reacts sensitively to the state of the political situation, socio-economic indicators of the country, changes in legislation, etc. Depending on the changing market situation, the

company also needs to reorient the scope of its activities, depending on the requirements of the market, in order to be able to provide services or goods in demand in the new market conditions with the greatest efficiency. The presence of several directions of the company's development leads to some tension in making a management decision. This requires research and analysis of the current market situation. The article discusses the rapid analysis of the market situation in order to make a management decision in relation to an asset: a cargo ship. A methodology for conducting express analysis based on information published in open sources has been obtained.

Keywords: dry cargo ship, management decision-making, express analysis, vessel modernization

Введение

Наступает момент, когда перед судовладельцем встаёт вопрос экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации актива (грузового судна). Это связано с изменением конъюнктуры фрахтового рынка, осуществлением программы замены тоннажа, проведением ремонта в связи с окончанием срока действия судовых документов, изменением сферы деятельности и финансового положения компании. В зависимости от сложившейся ситуации возможны следующие варианты:

1. Классификационный ремонт с последующим восстановлением действия судовых документов и дальнейшая эксплуатация в качестве грузового судна;
2. Модернизация или реновация судна с целью улучшения характеристик судна и выход на новые фрахтовые рынки;
3. Утилизация судна (реализация по стоимости скрапа);
4. Продажа судна «как есть, где есть» или утилизация судна (реализация по стоимости скрапа) с последующей покупкой судна, соответствующего требуемому критерию оптимальности, на вторичном рынке;
5. Продажа судна «как есть, где есть» или утилизация судна (реализация по стоимости скрапа) с последующим строительством нового судна.

Независимо от решения судовладельца, в первую очередь описываемый проект необходимо рассматривать как инвестиционный. Перед судовладельцем, как и перед любым инвестором стоит главный вопрос: какие экономические выгоды принесёт данное решение?

В первую очередь, перед принятием управленческого решения, необходимо объективно оценить свои возможности, главным образом, финансовые, взвесить все риски и последствия от принятия того или иного решения.

После этого провести обзор, исследование и анализ каждого этапа реализации решения от идеи до оценки эффективности инвестиций.

Вкладывая средства в обновление основных фондов, по сути, инвестируя, любое юридическое или физическое лицо выступает как инвестор. Поэтому в основе рассматриваемого вида деятельности лежит принцип стратегии экономического развития предприятия [1].

Подготовка и реализация проекта предполагает широкий перечень действий, включающих проведение подготовительных исследований, разработку проектно-сметной документации, строительно-монтажные работы, эксплуатацию проекта и его ликвидацию [1].

Финансирование инвестиционных проектов осуществляется за счёт внутренних и внешних источников. При использовании внутренних источников финансирования обоснование проекта осуществляется с использованием сокращённого количества разделов и показателей. В данном случае обоснование должно содержать цель

проекта, основные параметры и данные проекта, объём необходимых финансовых средств, показатели эффективности инвестирования в данный проект, схему реализации проекта.

Для проектов, осуществление которых возможно только за счёт привлечения финансов из внешних источников, необходимо полномасштабное обоснование по соответствующим национальным и международным стандартам [1].

Перед началом исследования новому проекту предшествует предварительная стадия, в ходе которой проводится оценка оптимальных с экономической точки зрения условий его выполнения. В основе каждого из них находится технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства ил реновации. С этой целью необходимо провести комплексное исследование и решить ряд задач, среди которых:

- обзор и анализ развития речных и морских транспортных коридоров;
- анализ рисков, связанных с инвестированием в покупку судов на вторичном рынке или строительство новых судов;
- обзор и исследование рынка грузоперевозок речным и морским транспортом;
- маркетинговые исследования рынка сухогрузных судов (вторичного рынка бывших в эксплуатации судов и рынка строительства новых судов);
- обзор и оценка судостроительных предприятий для строительства или модернизации грузовых судов;
- определение вариантов пополнения флота сухогрузных судов, оцениваемых по экономической эффективности с учетом характеристик: тип судна, размер судна, возраст судна (для предположений об инвестировании в строительство нового судна или приобретение судна на вторичном рынке);
- формирование и разработка экономической модели сухогрузного судна с применением зависимости между характеристиками судна и характеристиками грузопотоков, с одной стороны, и экономическими критериями эффективности инвестиций, с другой стороны;
- оценка эффективности инвестиций на основе разработанной модели.

Это довольно трудоёмкий этап и, как правило, он осуществляется на стадии развития уже выбранного направления, при этом необходимо в первом приближении понимать его эффективность.

Для этой цели предлагается использовать экспресс-анализ рыночной ситуации, базирующийся на обзоре информации, размещённой в открытых источниках. В основе предлагаемого процесса лежит экспресс-анализ, базирующийся на модели выполнения сопоставительной оценки вариантов и предназначен для получения общего представления об эффективности направлений инвестирования и далее с последующим их выбором.

На основе информации, размещённой в открытых источниках, можно делать краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные (на 5 и более лет) расчёты развития.

Экспресс-анализ рыночной ситуации с целью принятия управленческого решения

Проведём экспресс-анализ рыночной ситуации для целей выбора направления инвестирования и принятия управленческого решения судовладельцем в отношении актива — сухогрузного судна, проекта № 19610, 1993 года постройки.

Исходные данные [2]:

Тип судна: однопалубное открытого типа, двухвинтовое, грузовое, без седловатости, с двойным дном и двойными бортами, с полубаком и полуютом, с 4-мя грузовыми трюмами в средней части, машинным отделением и жилой 3-х ярусной надстройкой в корме.

Назначение: перевозка генеральных грузов, леса, контейнеров и насыпных грузов, включая зерно; опасных грузов 3 класса в 1 трюме или во всех трюмах 4 класса из числа допускаемых по имеющимся на судне средствам пожаротушения и вентиляции. Возможна перевозка тяжеловесных грузов.

Длина x Ширина x Высота борта: 140,0 м x 16,56 м x 6,70 м

Осадка по ЛГВЛ: 4,677 м

Дедвейт (при осадке по ЛГВЛ): 6207 т

Масса судна порожнем: 2710 т

Объем грузовых трюмов: 6864 куб.м

Класс судна: КМ  ЛЗ 1 I A3

У судна заканчивается срок действия судовых документов. Для восстановления класса судна и действия судовых документов, необходимо проведение ремонта судна в соответствии с требованиями Регистра.

У судовладельца имеются 5 вариантов распоряжения судном, представленных выше. Для выбора наиболее оптимального необходимо проведение экспресс-анализа, состоящего из следующих этапов:

1. Обзор текущей ситуации на рынке сухогрузных судов;
2. Обзор текущей ситуации на рынке строящихся сухогрузных судов;
3. Выделение наиболее востребованного проекта сухогрузного судна;
4. Изучение и выделения специфических особенностей востребованного проекта сухогрузного судна;
5. Обзор потенциальных рынков для сухогрузных судов востребованного проекта;
6. Обзор стратегических направлений развития России;
7. Обзор рынка стоимости утилизации судов;
8. Обзор рынка стоимости модернизации судов;
9. Обзор рынка стоимости постройки нового судна.
10. Формирование результатов экспресс-анализа для принятия управленческого решения.

Обзор текущей ситуации на рынке сухогрузных судов

Обзор открытых источников сети Интернет показал, следующее состояние флота сухогрузных судов, представленное на диаграммах ниже:

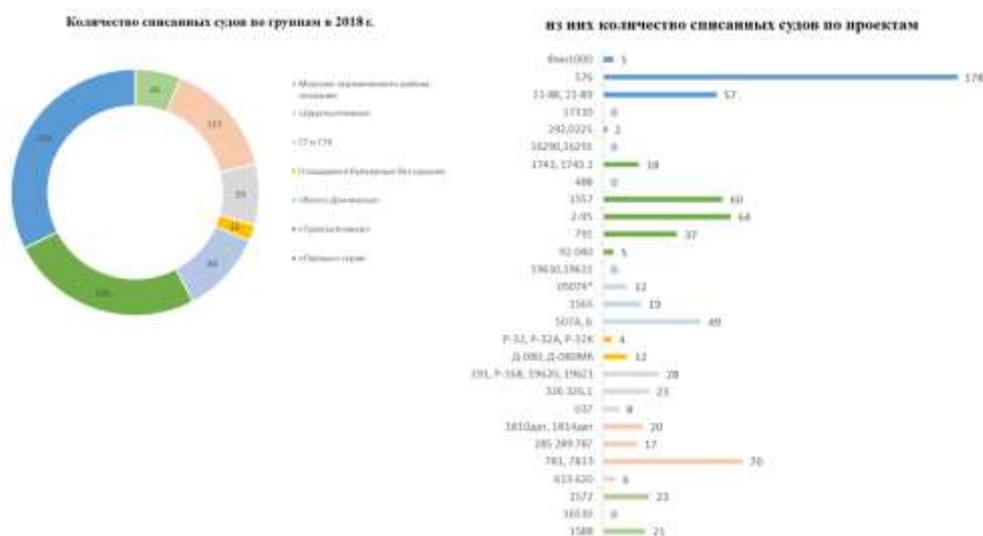


Рис. 1. Количество списанных судов в 2018 г. (сформировано по материалам [3])

Fig. 1. The number of decommissioned ships in 2018 (based on materials [3])

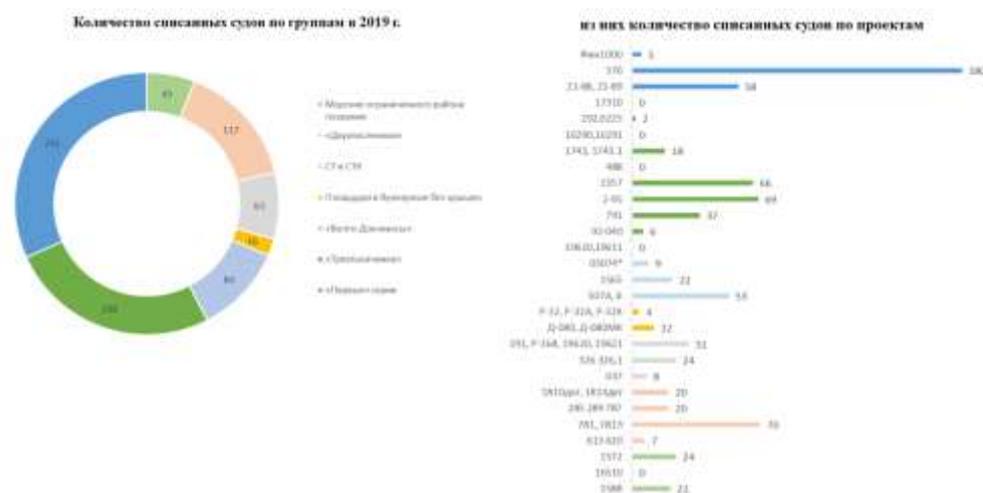


Рис. 2. Количество списанных судов в 2019 г. (сформировано по материалам [3])

Fig. 2. The number of decommissioned ships in 2019 (based on materials [3])

В 2019 г. количество списанных на лом судов увеличилось на 28 ед. по сравнению с 2018 годом и составило 766 ед. флота. Наибольшее выбытие флота наблюдалось среди таких групп судов как: «первые» серии — 243 ед. (проекты 576, 21-88, 21-89), «трёхтысячники» — 198 ед. (проекты 791, 2-95, 1557), «двухтысячники» — 117 ед. (проекты 781, 285, 787) и суда класса «Волго-Дон макс» (далее V-D max) — 84 ед. (проекты 507 А/Б, 1565, 05074).

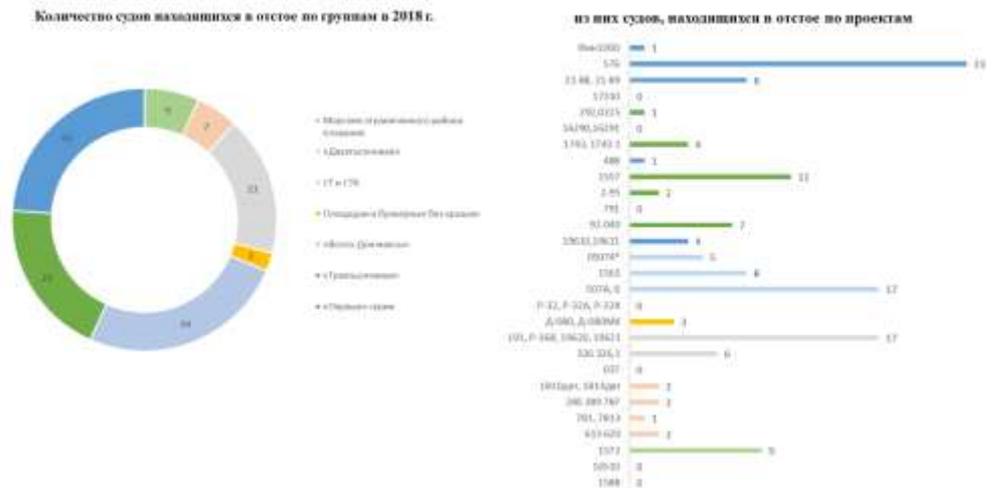


Рис. 3. Количество судов, находящихся в отстое в 2018 г. (сформировано по материалам [3])

Fig. 3. The number of laid-up vessels in 2018 (based on materials [3])



Рис. 4. Количество судов, находящихся в отстое в 2019 г. (сформировано по материалам [3])

Fig. 4. The number of laid-up vessels in 2019 (based on materials [3])

В 2019 г. количество судов, поставленных на отстой составило 138 ед. что на 4 ед. больше чем в 2018 г. Наибольшее выбытие флота наблюдалось среди таких групп судов как: суда «V-D max» — 37 ед. (проекты 507 А/Б, 1565) «первые» серии — 36 ед. (проекты 576, 21-88, 21-89), СТ и СТК — 23 ед. (проекты 326, 326.1, 191, P-168, 19620, 19621) «трёхтысячники» — 22 ед. (проекты 791, 2-95, 1557), «двухтысячники» — 9 ед. (проекты 781, 285, 787).

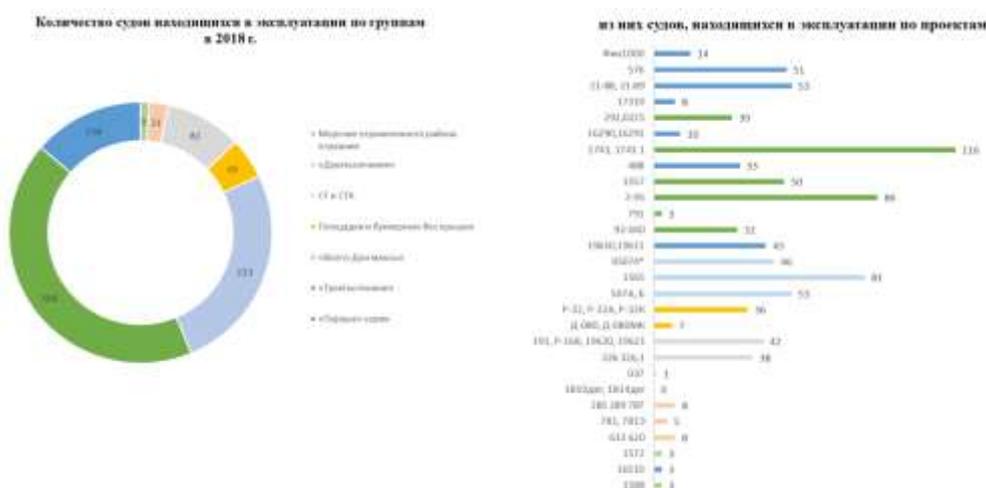


Рис. 5. Количество судов, находящихся в эксплуатации в 2018 г. (сформировано по материалам [3])

Fig. 5. The number of vessels in operation in 2018 (based on materials [3])

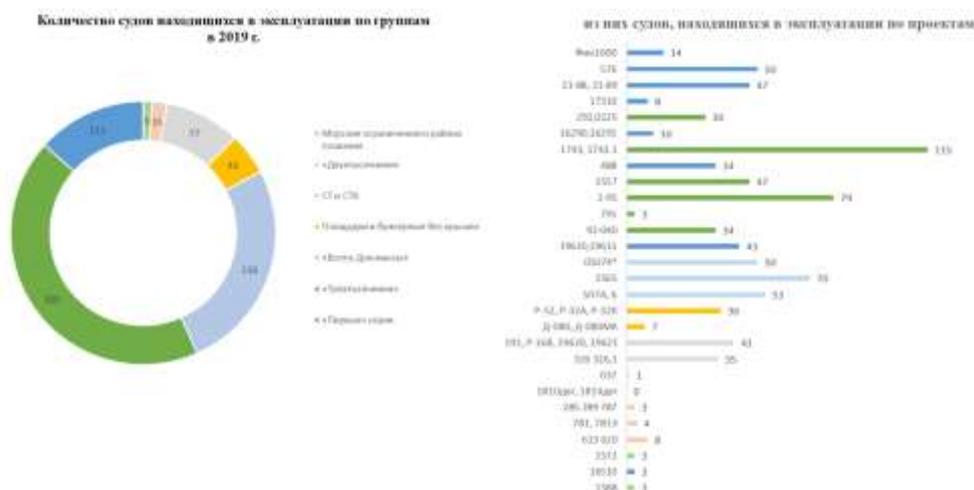


Рис. 6. Количество судов, находящихся в эксплуатации в 2019 г. (сформировано по материалам [3])

Fig. 6. The number of vessels in operation in 2019 (based on materials [3])

Анализ ситуации состояния флота сухогрузных судов на 2019 г. показывает, что из общего количества имеющих судов 138 единиц флота находится в отстое (16,6%). Наибольшее выбытие флота из эксплуатации наблюдается: «Двухтысячники» - 28,6 %, «Первые серии» - 5,9 %, СТ и СТК – 4,9 %. Наименьшее — «Морские ограниченного района плавания» и «Площадки и бункерные без крышек» (0,0 %). Выбытие среди «Волго-Дон максов» и «Трехтысячников» 3,1 % и 2,2 % соответственно. Это говорит о востребованности флота данных проектов.

Обзор текущей ситуации на рынке строящихся сухогрузных судов

Обзор сводной статистики по новым грузовым судам, построенным за период 2000-2019 годы и прогноз до 2022 г. показывают увеличение строительства судов «V-D max». Если на 2019 г. количество построенных судов класса «V-D max» составляло 32,3 % от общего количества, то в прогнозном периоде доля судов данного класса в построенных уже составляет 93,2 %. В конечном итоге количество построенных судов класса «V-D max», с учетом прогноза на 2022 г., будет оставлять 45,2 % или около половины всех построенных судов в обозреваемом и прогнозном периоде. Строительство подобных судов в России занимает значительное место — 62,7 % от общего количества построенных судов (табл.1). Данный показатель указывает на то, что суда класса «V-D max» оказались востребованы. Также данный показатель косвенно отражает рост фрахтовых ставок на перевозку сухих грузов.

Таблица 1

Статистика по строительству новых грузовых судов за период 2000-2019 годы.
(сформировано по материалам [3])

Проект	Кол-во построенных судов		Прогноз			Кол-во судов, построенных в прогнозном периоде		Кол-во судов, построенных с учётом прогноза на 2020-2022 г.г.	
	ед.	%	2020	2021	2022	ед.	%	ед.	%
Сухогрузные суда «V-D max» класса	71	32,3	18	26	11	55	93,2	126	45,2
Сухогрузные суда других классов	149	67,7	2	2		4	6,8	153	54,8
Всего сухогрузных судов	220	100,0	20	28	11	59	100,0	279	100,0

Строительство судов по странам распределилось следующим образом (табл.2):

Таблица 2

Строительство судов по странам

Проект	Сухогрузные суда «V-D max» класса	Сухогрузные суда других классов	Всего сухогрузных судов
Россия	101	60	161
Украина	15	10	25
Китай	7	28	35
Турция	3	21	24
Румыния	—	14	14
Вьетнам	—	8	8
Нидерланды	—	5	5
Болгария	—	4	4

Германия	—	2	2
Польша	—	1	1
Кол-во	126	153	279

Обзор проектов строящихся судов, позволил выделить несколько проектов с инновациями — «длинный» (более 30 м) трюм. К таким судам относятся проекты №005RSD03, RSD19, RSD49, RSD59, созданные Морским Инженерным Бюро [3, 4].

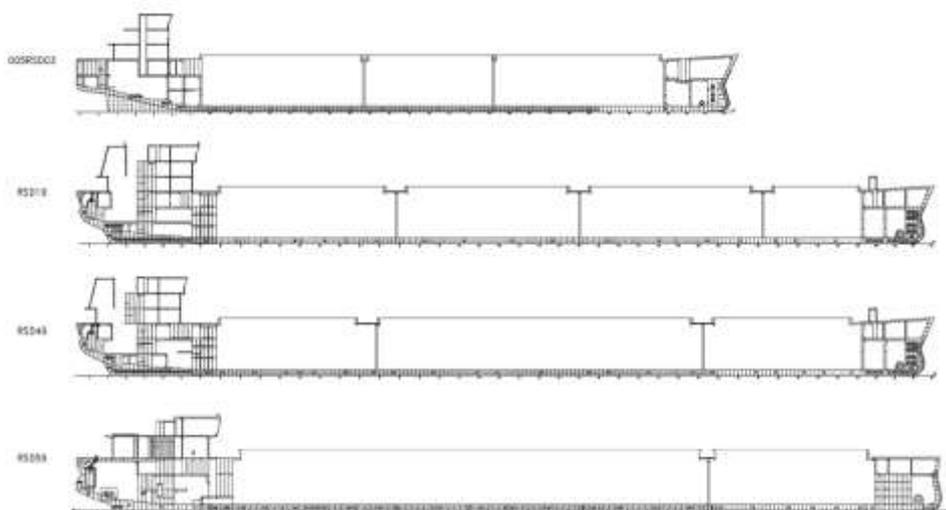


Рис. 7. Проекты инновационных судов. Источник: [3]

Fig. 7. Projects of innovative vessels. Source: [3]

Строительство данных судов ведётся на 6 ССЗ. Лидерами строительства являются ССЗ «Красное Сормово» (32 ед.) и Окская судовой верфь (18 ед.) (табл.3).

Таблица 3

Данные по количеству построенных судов с удлиненным трюмом [5].

Проект	Место строительства	Кол-во построенных судов
005RSD03	Онежский СЗ	12
RSD19	Верфь, строительный номер ВгСЗ	4
RSD49	Невский Судостроительно-Судоремонтный завод (10 ед.) Астраханский судостроительный завод "Лотос" (2 ед.)	12
RSD59	Красное Сормово (32 ед.) Невский Судостроительно-Судоремонтный завод (5 ед.) Окская судовой верфь (18 ед.)	55

Внимание привлекает проект судна RSD59 – первое сухогрузное судно со «сверхполными» обводами. Сухогруз проекта RSD59 класса «V-D max» имеет следующие характеристики:

дедвейт 5320 т / при осадке 3,60 м;

дедвейт 6944 т / при осадке 4,20 м;
 дедвейт 8144 т / при осадке 4,706 м.

На судне проекта RSD59 имеется трюм длиной 77,35 м (на судне проекта RSD49, предшественнике проекта RSD49 длина трюма составляла 52 м). Данный трюм позволяет перевозить негабаритные грузы, промышленное оборудование, рельсы и трубы. Также применение длинного трюма позволяет перевозить генеральные грузы с минимальными потерями площади и лучше использовать объем трюма. Высота трюма составляет 9000 мм, что позволяет перевозить контейнеры высотой до 9,6 футов – high cube containers (три контейнера в высоту) [6].

Сравнение проекта 19610 и проектов строящихся инновационных судов представлено ниже:

Характеристика	Проект RSD49 «Нева-Лидер»	Проект RSD59 «Пола Фива»	Изменения RSD59 – 006RSD05	Пр. 006RSD05 «Гейдар Алиев»	Пр. 19610 «Волга»
Длина наибольшая, м	139,95	141,00		139,63	140,00
Ширина габаритная, м	16,70	16,98		16,70	16,56
Высота борта, м	6,00	6,00		6,00	6,70
Осадка по ЛГВЛ, м	4,70	4,706		4,60	4,677
Дедвейт (при осадке по ЛГВЛ), т	7143	8144	+1211	6933	6207
Дедвейт (при осадке 4,50 м), т	6693	7656	+947	6709	5837
Дедвейт (при осадке 4,20 м), т	6021	6944	+904	6040	5216
Дедвейт (при осадке 3,80 м в реке), т	4938	5784	+820	4964	4222
Дедвейт (при осадке 3,60 м в реке), т	4507	5320	+784	4536	3825
Объем грузовых трюмов, м ³	10921	11292	-116	11408	6864
Класс судна	КМ ★ Ice2 R2 AUT1-C	КМ ★ Ice2 R2 AUT1-ICS CONT (deck, cargo holds Nos.1,2) DG (bulk, pack)		КМ ★ Лу1 I II A1	КМ ★ Лз I A2

Рис. 8. Сравнение проектов сухогрузных судов. Источник: [3]

Fig. 8. Comparison of projects of dry cargo vessels. Source: [3]

Анализ показывает, что проект 19610 «Волга» уступает другим проектам по дедвейту и объёму грузовых трюмов.

Изменения на фрахтовом рынке сухогрузных судов подталкивают судовладельцев к использованию всевозможных способов увеличения доходности от работы судов. В данной ситуации особое внимание привлекает рынок по перевозке нестандартных и негабаритных грузов. Как показывает анализ, именно такие «немассовые» грузы заметно улучшают экономические показатели современных сухогрузных судов, имеющих длинный трюм (таких как «Каспиан Экспресс» проекта 003RSD04 с одним трюмом длиной 59 м и «Нева-Лидер» проекта RSD49 со вторым (из трех) трюмом длиной 52 м [7].

В настоящее время возрождаются грузопотоки на реках, в частности перевозка технических грузов. Особенно интересен сегодня Каспийский регион с его природными запасами углеводородов. Там активно ведутся геологоразведочные работы, добыча нефти и нефтепереработка. Это требует большого количества крупных металлоконструкций (к примеру, труб большого диаметра), которые по суше

ни автомобильным, ни железнодорожным транспортом не перевезёшь в силу их габаритов. Поэтому стали использовать флот (рис.9). Появились потребности таких перевозок по маршруту «Западная Европа – Каспийский регион», «Россия – Казахстан, Иран, Азербайджан». А в Каспийское море, как известно, можно зайти только со стороны Волги, через Волго-Донской канал. Появилась резкая потребность в сухогрузных судах, чтобы осваивать этот рынок перевозки [6].



Рис.9 - Перевозка негабаритного груза водным транспортом¹

Fig.9. Transportation of oversized cargo by water transport¹

¹ URL: <https://sudostroenie.info/novosti/33905.html>



Рис. 10 Перевозка негабаритного груза судном проекта RSD59. Источник: [3]

Fig. 10. Transportation of oversized cargo by a vessel of the RSD 59 project. Source: [3]

Рост международного транзита по Севморпути, освоение новых месторождений полезных ископаемых в Сибири и Арктике, развитие Трансиба приводит к необходимости модернизации и развитию сопутствующей инфраструктуры. Всё это требует доставки оборудования, спецтехники, строительных конструкций и т.д. [8]

В России активно ведётся развитие транспортной инфраструктуры в рамках создания транспортных коридоров [9].

В связи с этим, доля в сегменте судов, предназначенных для перевозки крупногабаритных и негабаритных грузов в 2022 году, значительно возрастет (до 64 %), а по новому пополнению почти до 100 %. На данном этапе перевозка крупногабаритных и негабаритных грузов осуществляются судами и несамоходными баржами ограниченного морского и смешанного река-море плавания из морских портов Европы, Турции, Персидского залива, Китая, России, а также с рейдовых морских перевалок по внутренним водным путям к пунктам назначения, расположенным на Северном морском пути или транзитом через внутренние водные пути на Каспий. [10]

Обзор рынка утилизации, вторичного рынка, рынка постройки новых судов

Начиная с 70 – 80-х годов 20-го века подавляющее число судов утилизируются в таких странах, как Индия, Бангладеш, Пакистан. В настоящий момент к этим странам присоединились Китай, Турция, другие страны Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии.

Стоимость сдачи судна на лом составляет 250 – 390 долларов США за 1 т водоизмещения судна порожнем. По данным брокерской компании ATHENIAN SHIPBROKERS S.A. представленная ниже информация достаточно наглядно демонстрирует уровень мировых цен на судовую лом (табл.4).

Таблица 4

Уровень цен сдачи судна на лом на конец 2019 г.

Страна	Сухогрузный флот цена за тонну массы судна порожнем, долл.США/т	Танкерный флот цена за тонну массы судна порожнем, долл.США/т
Индия	370	380
Бангладеш	375	390
Пакистан	370	380
Турция	250	270

На вторичном рынке продажи судов представлена информация о продаже судов класса «V-D max» (проекты 507А/Б, 1565, 05074, 19610). Средняя стоимость составляет 3,5 млн. долларов США [11].

Предложений о продаже судов, аналогичных проектам №005RSD03, RSD19, RSD49 и RSD59, выявлено не было.

Строительство сухогрузов проекта RSD59 ведётся одновременно на трёх заводах. Лидером является нижегородский завод «Красное Сормово». Так, стоимость одного сухогруза постройки завода «Красное Сормово» в декабре 2019 года составила 937,218 млн. рублей [5].

Обзор рынка модернизации судов

Сухогрузные суда, находящиеся в эксплуатации в России, имеют средний возраст 35-40 лет. Существующие темпы замены флота не позволяют скомпенсировать фактическое старение судов и их списание. Строительство новых судов требует значительных капиталовложений, ресурсов, покупного оборудования. Поэтому одним из наиболее рациональных путей обновления флота является модернизация и реновация существующих судов, а также строительство судов с использованием элементов существующих судов – доноров.

В ходе обзора и анализа открытых источников было выявлено, что при модернизации судна устанавливается примерно 650 тонн новых конструкций (новые комингсы, вторая палуба, конструкции бака и юта, новые жилая и рулевая рубки, новые люковые закрытия). В зависимости от фактического технического состояния замене подлежит примерно 550 тонн существующих элементов корпуса.

Стоимость затрат на корпус составляет около 2,4-2,7 млн. долларов США [12].

Формирование результатов экспресс-анализа для принятия управленческого решения

Сведём полученные результаты в табличную форму и далее проведём сравнительный анализ для принятия управленческого решения (табл.5).

Таблица 5

Результаты экспресс-анализа рынка

Вариант	Условия		
	Классификационный ремонт с последующим восстановлением действия судовых документов и дальнейшая эксплуатация в качестве грузового судна	Ориентировочная стоимость 700 тыс. – 1,0 млн. долл. США	Возможность получения дохода в прогнозный период
Модернизация или реновация судна с целью	Ориентировочная стоимость 5,0-6,0	Возможность получения	Необходимость привлечения

улучшения характеристик судна и выход на новые фрахтовые рынки	млн. долл. США	<p>дохода в прогнозный период.</p> <p>Значительная экономия средств, чем при строительстве нового судна.</p> <p>Выходы на новые фрахтовые рынки.</p> <p>Сроки модернизации меньше, чем сроки строительства.</p> <p>Получение новых документов.</p>	дополнительных собственных или заёмных средств.
Утилизация судна (реализация по стоимости лома)	ориентировочная стоимость 677,5 тыс. долл. США (Турция)	Получение разового дохода	<p>Выбытие актива.</p> <p>Вероятность потери доли рынка.</p> <p>Необходимость в поиске и приобретении аналогичного актива</p>
Продажа судна «как есть, где есть» или утилизация судна (реализация по стоимости лома) с последующей покупкой судна, соответствующего требуемому критерию оптимальности, на вторичном рынке	ориентировочная стоимость 3,5 млн. долл. США	<p>Получение разового дохода.</p> <p>Приобретение судна.</p> <p>Осваивание новых рынков.</p>	<p>Выбытие актива.</p> <p>Вероятность потери доли рынка.</p> <p>Поиск и приобретение судна</p> <p>Необходимость привлечения дополнительных собственных или заёмных средств.</p> <p>Ограничения связанные с возрастом судна</p>
Продажа судна «как есть, где есть» или утилизация судна (реализация по стоимости лома) с последующим строительством нового судна	ориентировочная стоимость 13-15 млн. долл. США	<p>Получение разового дохода.</p> <p>Строительство нового судна с востребованным и параметрами.</p>	<p>Выбытие актива.</p> <p>Вероятность потери доли рынка.</p> <p>Вероятность ожидания очереди для заказа.</p> <p>Вероятность</p>

		Осваивание новых рынков	увеличения срока и стоимости строительства судна при осваивании нового проекта в случае размещения заказа на другом заводе. Вероятность пропустить период востребованности судов данного класса. Необходимость привлечения дополнительных собственных или заёмных средств.
--	--	-------------------------	--

Вариантов, реализация которых позволит осваивать новый фрахтовый рынок по перевозке крупногабаритных и негабаритных грузов, в данном случае представлено только два: модернизация или реновация существующего судна, или строительство нового.

Решение судовладельца склоняется в сторону модернизации судна, так как:

- прогнозный период рынка перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов составляет от 2 до 5 лет;
- востребованы суда класса «V-D max» с длинным трюмом;
- существующее судно проекта 19610 относится к классу «V-D max»;
- сроки модернизации меньше, чем сроки строительства. Это позволит большее время получать доход и тем самым окупить вложенные в модернизацию средства;
- стоимость модернизации существующего судна меньше стоимости строительства нового судна почти в два раза.

Заключение

Руководствуясь вышеизложенным, данный экспресс-анализ служит обоснованием для принятия управленческого решения: переоборудование сухогрузного теплохода типа «Волга» (проект № 19610) для перевозки длинномерных грузов.

Таким образом, для определения эффективности реконструкции имеющегося судна необходимо выполнить технико-экономическое обоснование данного проекта. Принятое решение позволит определиться с объемом капитальных вложений, и перспективами загрузки судна на ближайшее время.

Список литературы

1. Краев В.И. Экономическая оценка инвестиций на водном транспорте / В.И. Краев. Т.А. Пантина СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. — 299 с.
2. Справочник по серийным речным судам, том 9.
3. Егоров Г.В. Современные тенденции в развитии сухогрузного флота: новые концепты и их преимущества. Практический вебинар №2 от 23.04.2020г.

4. Морское Инженерное Бюро : официальный сайт. – 2021. - URL: <http://www.meb.com.ua> (дата обращения 15.10.2021). – Текст : электронный.
5. Сухогрузное оживление: по проекту RSD59 создаются новые суда : [сайт]. - 2020. - URL: <https://zen.yandex.ru/media/tgd/suhogruznoe-ozhivlenie-po-proektu-rsd59-sozdaiutsia-novye-suda-5e32973c7ce678673505f4be> (дата обращения 16.10.2021). – Текст : электронный.
6. ПАО «Завод «Красное Сормово» : официальный сайт. – 2021. - URL: <http://krsormovo.nnov.ru/press-czentr/novosti/universalnyij-suhogruz-dlya-kaspijskogo-regiona.html> (дата обращения 16.10.2021). – Текст : электронный.
7. Егоров Г.В. Грузовой флот смешанного река-море плавания / Егоров Г.В. – Текст : электронный // Порт Ньюс. - 2020. - №2. – Режим доступа : URL: <https://portnews.ru/magazine/a122/> (дата обращения 17.10.2021).
8. Севморпуть - глобальная морская коммуникация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <https://goarctic.ru/work/sevmorput-globalnaya-morskaya-kommunikatsiya/> (дата обращения 17.10.2021).
9. Алексеева О.В. Перспективы развития автомобильной составляющей г. Новороссийска / Алексеева О.В., Алексеев Ю.А. // Вестник университета (М.) – 2015. № 6 (225). С. 93-98.
10. Егоров Г.В. О судах для перевозки негабарита и тяжеловеса / Егоров Г.В. – Текст : электронный // SeaNews : информационно-аналитическое агентство : [сайт]. Режим доступа URL: <https://seanews.ru/2019/11/25/ru-o-sudah-dlja-perevozki-negabarita-i-tjazhelovesa/> (дата обращения 17.10.2021).
11. Презентация проекта «Приобретение и эксплуатация сухогрузных теплоходов класса река-море». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://idip.info/upload/iblock/88a/88aba159a52a191767920a4f733446a4.pdf> (дата обращения 17.10.2021).
12. Егоров Г.В. Сухогрузные суда смешанного плавания серии «ЧЕЛСИ», построенные с использованием элементов судов-доноров / Егоров Г.В. Автутов Н.В. Текст : электронный // Вестник Одесского Национального Морского Университета. – 2009. № 26 (206). С. 5-18. – URL: <http://www.meb.com.ua/onmu/200926.pdf> (дата обращения 17.10.2021).
13. Развитие инфраструктуры Северного морского пути как элемента единой Арктической транспортной системы России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://council.gov.ru/media/files/OSyfvhj7jATLDcjHeXRgdwxDMD1617jT.pdf> (дата обращения 17.10.2021).
14. Войлошников М.В. Модели оценки судов, активов морских предприятий и ресурсов океана: учеб. пособие / М.В. Войлошников. - М.: Общероссийская общественная организация «Российское Общество Оценщиков», 2010 — 361 с.
15. Винников В.В. Экономика предприятия морского транспорта (экономика морских перевозок): Учебник / В.В. Винников — 3-е изд. перераб. и доп. — О.: Феникс. 2011. — 944 с.
16. Грицан А.Б. Методы инженерно-экономического анализа в ценообразовании на суда и плавсредства. Часть I. Производительность, конкурентоспособность и тенденции в отечественном и мировом судостроении: – Спб, «Бостон-спектр», 2004
17. Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки. — 3-е изд. перераб. и доп. — СПб.: Издательство ООО «Модуль», 2006. — 600 с.
18. Информационная база оценки ООО «Морское Сервисное Бюро – Новороссийск».

References

1. Kraev V.I. Pantina T.A. Ehkonomicheskaya otsenka investitsii na vodnom transporte [Economic assessment of investments in water transport] SPb, SPBGPU, 2003, 299 p. (In Russ)
2. Spravochnik po seriinym rechnym sudam, tom 9 [Handbook of Serial River Vessels, volume 9].
3. Egorov G.V. Sovremennye tendentsii v razvitii sukhogruznogo flota: novye kontsepty i ikh preimushchestva [Current trends in the development of the dry cargo fleet: new concepts and their advantages]. Prakticheskii vebinar №2 ot 23.04.2020 (in Russ).
4. Morskoe Inzhenernoe Byuro [Marine Engineering Bureau] URL: <http://www.meb.com.ua> (accessed 15.10.2021).
5. Sukhogruznoe ozhivlenie: po proektu RSD59 sozdayutsya novye suda [Dry cargo recovery: new vessels are being created under the RSD59 project] URL:

- <https://zen.yandex.ru/media/tgd/suhogruznoe-objivlenie-po-proektu-rsd59-sozdaiutsia-novye-suda-5e32973c7ce678673505f4be> (accessed 16.10.2021) (In Russ).
6. PAO «Zavod «Krasnoe Sormovo» URL: <http://krsormovo.nnov.ru/press-centr/novosti/universalnyj-suxogruz-dlya-kaspijskogo-regiona.html> (accessed 16.10.2021).
 7. Egorov G.V. Gruzovoi flot smeshannogo reka-more plavaniya / Egorov G.V. – Tekst : ehlektronnyi [Cargo fleet of mixed river-sea navigation] URL: <https://portnews.ru/magazine/a122/> (accessed 17.10.2021) (In Russ).
 8. Sevmorput' - global'naya morskaya kommunikatsiya [Sevmorput - global maritime communication]. URL: <https://goarctic.ru/work/sevmorput-globalnaya-morskaya-kommunikatsiya/> (accessed 17.10.2021) (In Russ).
 9. Alekseeva O.V. Alekseev YU.A. Perspektivy razvitiya avtomobil'noi sostavlyayushchei g. Novorossiiska [Prospects for the development of the automotive component of Novorossiysk] Vestnik universiteta, 2015, no.6, pp. 93-98, (In Russ).
 10. Egorov G.V. O sudakh dlya perevozki negabarita i tyazhelovesa [About vessels for transportation of oversized and heavy weight] URL: <https://seanews.ru/2019/11/25/ru-o-sudah-dlja-perevozki-negabarita-i-tjazhelovesa/> (accessed 17.10.2021) (In Russ).
 11. Prezentatsiya proekta «Priobretenie i ehkspluatatsiya sukhogruznykh teplokhodov klassa reka-more» [Acquisition and operation of river-sea class dry cargo ships], URL: <https://idip.info/upload/iblock/88a/88a6a159a52a191767920a4f733446a4.pdf> (accessed 17.10.2021) (in Russ).
 12. Egorov G.V. Avtutov N.V. Sukhogruznye suda smeshannogo plavaniya serii «CHELSI», postroennye s ispol'zovaniem ehlementov sudov-donorov [Mixed-use dry cargo vessels of the CHELSEA series, built using elements of donor vessels], Vestnik Odesskogo Natsional'nogo Morskogo Universiteta, 2009, no.26. pp 5-18, URL: <http://www.meb.com.ua/onmu/200926.pdf> (accessed 17.10.2021) (In Russ).
 13. Razvitie infrastruktury Severnogo morskogo puti kak ehlementa edinoi Arkticheskoi transportnoi sistemy Rossii [Development of the infrastructure of the Northern Sea Route as an element of the unified Arctic transport system of Russia], URL: <http://council.gov.ru/media/files/OSyfvhj7jATLdcjHeXRgdwxDMD1617jT.pdf> (accessed 17.10.2021) (In Russ).
 14. Voiloshnikov M.V. Modeli otsenki sudov, aktivov morskikh predpriyatii i resursov okeana: ucheb. posobie [Models for assessing ships, assets of marine enterprises and ocean resources] Moscow, Obshcherossiiskaya obshchestvennaya organizatsiya «Rossiiskoe Obshchestvo OtsenshchikoV», 2010, 361 p (In Russ).
 15. Vinnikov V.V. Ehkonomika predpriyatiya morskogo transporta (ehkonomika morskikh perevozok): Uchebnik [Economy of the enterprise of sea transport (economy of sea transportation)] Odessa, Feniks, 2011, 944 p (In Russ).
 16. Gritsan A.B. Metody inzhenerno-ehkonomicheskogo analiza v tsenoobrazovanii na suda i plavsredstva. Chast' I. Proizvoditel'nost', konkurentosposobnost' i tendentsii v otechestvennom i mirovom sudostroenii [Methods of engineering and economic analysis in pricing for ships and watercraft. Part I. Productivity, competitiveness and trends in domestic and global shipbuilding], Saint Petersburg, «Boston-spektr», 2004, 456 p (in Russ)
 17. Limonov E.L. Vneshnetorgovye operatsii morskogo transporta i mul'timodal'nye perevozki [Foreign trade operations of sea transport and multimodal transportation], Saint Petersburg, Izdatelstvo OOO «Modul», 2006, 600 p (in Russ).
 18. Informatsionnaya baza otsenki OOO «Morskoe Servisnoe Byuro – Novorossiisk» [The information base of the assessment of LLC Marine Service Bureau - Novorossiysk].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Зяблов Олег Константинович, к.т.н., доцент, доцент кафедры проектирования и технологии постройки судов, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород,

Oleg K. Zyablov, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Ship Design and Construction Technology, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterova street, Nizhny Novgorod, Russia, 603950, e-mail:

ул. Нестерова, 5, e-mail: zyaбlov_ok@mail.ru

zyablov_ok@mail.ru

Алексеева Ольга Валерьевна, к.э.н., доцент кафедры ИДиУ НПИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», 353900, Краснодарский край, г. Новороссийск, ул. Карла Маркса, д. 20, e-mail: alekseeva_ov@inbox.ru

Olga V. Alekseeva, Ph.D. in Economical Science, Associate Professor, Department of Engineering Disciplines and Management, Novorossiysk Polytechnic Institute branch of Kuban Technological University, 20, Karla Marksa street, Novorossiysk, Krasnodar region, Russia, 353900, e-mail: alekseeva_ov@inbox.ru

Алексеев Юрий Алексеевич, генеральный директор ООО «Морское Сервисное Бюро – Новороссийск», 353925, Краснодарский край, г. Новороссийск, пр. Дзержинского 211, оф.812, e-mail: info@msbnovo.com

Yuri A. Alekseev, General Director of Marine Service Bureau – Novorossiysk, office 812, 211 Dzerzhinsky Ave., Novorossiysk, Krasnodar Territory, 353925, e-mail: info@msbnovo.com

Статья поступила в редакцию 30.10.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 30.10.2021; published online 20.12.2021.

УДК: 629.123

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.219>

Технико-экономические аспекты и проблемы внедрения роторных гребных установок при модернизации и постройке судов (на примере проектов 1809 и CNF11CPD)

В.И. Самулеев¹

Ю.П. Мухин²

ORCID: 0000-0001-8826-2264

¹*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

²*ООО «Интерориент Навигейшн групп», Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Статья содержит подробный анализ исследований, связанных с использованием уже имеющихся и новых принципов экономии топлива и снижения затрат на переоборудование и эксплуатацию судов вышеуказанных проектов. Авторы статьи не ставили своей задачей анализировать технические особенности именно данных проектов. Лишь привязываясь к данным проектам, анализ делался на весь флот данного типа в целом. Производится технико-экономический анализ характеристик, моделирование основных и вспомогательных установок в пакете Matlab, обеспечивающих экономию топлива на примере судов проектов 1809 и CNF11CPD. Затем осуществлено физическое моделирование. В результате проведения испытаний судна с роторной гребной электрической установкой (РГЭУ) произведен качественный анализ полученных данных, сделаны выводы, позволяющие судить о возможности широкомасштабного применения таких установок на морском транспорте.

Ключевые слова: экология морских перевозок, экономия топлива, гребная электрическая установка, индуктивно-емкостный преобразователь, математическое моделирование, ротор Флеттнера, ротор Савониуса, угол установки лопастей, ветродвижитель, практические испытания, катамаран.

Techno-economic aspects and problems of the rotary rowing units introduction in the modernization and construction of ships (on the example of projects 1809 and CNF11CPD)

Vladimir I. Samuleev¹

Yuri P. Mukhin²

ORCID: 0000-0001-8826-2264

¹*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

²*«Interorient Navigation Group», Saint Petersburg*

Abstract. The article contains a detailed analysis of studies related to the use of existing and new principles of fuel economy, and reducing the cost of vessels re-equipment and operation of the above projects. The authors of the article did not set out to analyze the technical features of these projects. Only by linking to these projects, the analysis was done for the entire fleet of this type as a whole. A technical and economic analysis of the characteristics, modeling of the main and auxiliary installations in the Matlab package, providing fuel economy on the example of ships of projects 1809 and CNF11CPD, is carried out. Then a physical simulation was carried out. As a result of testing a vessel with a rotary rowing electric unit (RREU), a qualitative analysis of the data obtained was carried out, conclusions

were drawn that allow us to judge the possibility of large-scale use of such installations in maritime transport.

Keywords: ecology of sea ships, fuel economy, electric propulsion system, inductive-capacitive converter, mathematical modeling, Flettner rotor, Savonius rotor, blade angle, wind turbine, practical tests, catamaran.

Введение

В последнее время в мире, в частности, в морском транспорте, существует несколько стратегий, направленных на снижение выброса выхлопных газов главных двигателей судов, потребления топлива с высоким содержанием серы. Обусловлены они постоянными решениями международных регламентирующих организаций - таких, как международная морская организация (ИМО), конференции по климату (COP21), МАРПОЛ, а также плаванием в особых экологических, природных и экономических зонах.

В то же время существует другая задача, не менее важная, чем экология морских перевозок. Цена перевозки одной тонны груза в среднем по основным морским трассам выросла в результате нескольких факторов. К ним относятся увеличенный грузооборот, увеличение себестоимости перевозок, увеличение цен на топливо, старение парка судов отдельных компаний. В результате ряд судовладельцев инвестирует проекты, направленные на снижение потребления топлива судовых установок за счет использования различных технических нововведений.

Одним из решений является применение гребной электрической установки (ГЭУ). Наибольшее распространение получили ГЭУ переменного тока. Так, например, появляются единые системы гребных установок, позволяющие совмещать электроснабжение всех потребителей судна и его ход.

Методы исследования

На примере судна проекта 1809 (типа «Сахалин») были выполнены исследования различных вариантов модернизации судна данного проекта. В качестве первого варианта предлагалось использовать схему двойного рода тока с использованием индуктивно-емкостного преобразователя (далее ИЕП), обладающего свойствами источника тока [1,2]. Сравнение производилось с исходным вариантом ГЭУ постоянного тока.

В схеме с использованием ИЕП за счёт резонанса напряжений происходит сохранение постоянства тока подключенной в схему гребного электродвигателя при возникновении на нём режима короткого замыкания, или близких к нему, например, удара винта о лёд.

Для оценки воздействия ИЕП на процессы, происходящие в схеме ГЭУ двойного рода тока, использовалось математическое моделирование в модели схемы модернизации с использованием ИЕП. Применялись электрические параметры машин, модель гребного винта, преобразователя ИЕП и неуправляемого выпрямителя, выбранных в технической документации по проекту и в технической документации, предоставленной заводами производителями этих агрегатов, для построения модели в пакете Matlab. Возмущающим воздействием, в данном случае, было резкое увеличение момента сопротивления на гребном винте.

В процессе математического моделирования были получены графики, совпадающие с реальными графиками исследований режимов ходовых испытаний, проводившихся в 1970-1971 годах группой ученых ЛВИМУ им. Макарова, Ленинградского центрального-конструкторского бюро, указанными в [3] и Рис.1.

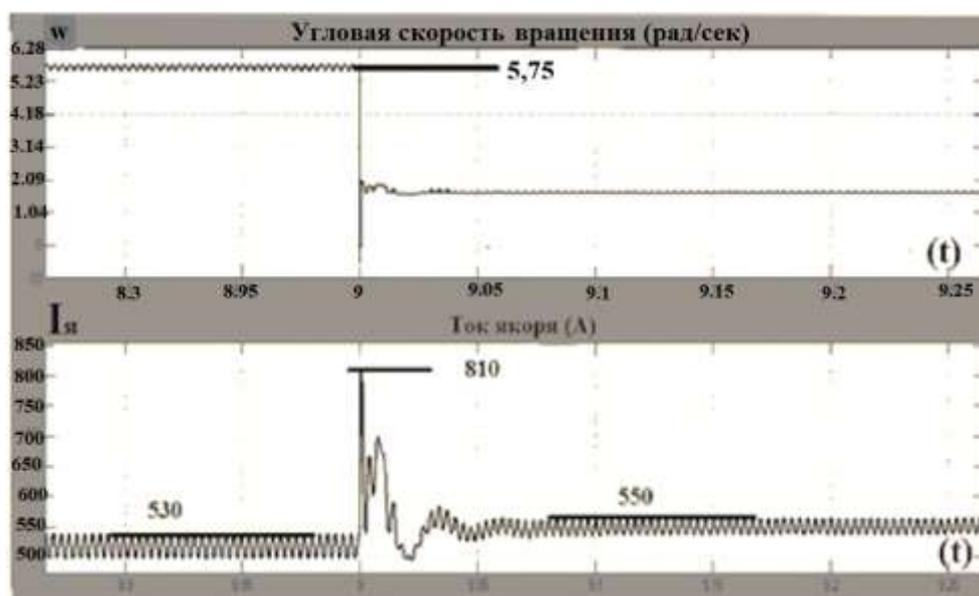


Рис. 1. График частоты вращения и тока якоря гребного двигателя с ИЕП.

Fig. 1. Graph of rotation speed and armature current of a propeller engine with inductive-capacitive converter.

Нами проведено исследование экономических показателей варианта модернизации с применением ИЕП относительно существующей ГЭУ постоянного тока по методике, изложенной в [4].

Оценка применения РГЭУ на судах

Дальнейшим направлением исследований стало применение в схемах модернизации систем активного движения с использованием роторов Флеттнера [5]. Для этого было проведено моделирование систем с такими установками в пакете Matlab, исследованы ветровые условия района работы судна, рассчитаны экономические показатели модернизации.

Исследование велось для следующих вариантов модернизации:

- 1) Вариант гребной электрической установки (далее ГЭУ) на переменном токе, с использованием преобразователей с широтно-импульсной модуляцией (далее ШИМ), принцип работы которого рассмотрен в [6,7].
- 2) Вариант ГЭУ двойного рода тока, с использованием ИЕП.

При произведенном расчёте [4] годовые затраты на топливо оказались снижены по вариантам модернизации: 1) на 30%, 2) на 40%.

Данный факт говорит о том, что модернизация с использованием установок второго варианта модернизации позволяет снизить затраты на топливо в среднем за год на 39%, а с учётом цен на оборудование, монтаж и эксплуатацию, даёт снижение срока окупаемости и рентабельности на 2 года.

Был также произведен анализ оперативных технических материалов, согласно которому можно сделать вывод, что установки с роторами Флеттнера сегодня, благодаря своим свойствам, имеют большое будущее, в частности при применении

таковых на морских судах [8,9,10, 11]. В мире предлагаются различные варианты установок, как постоянно действующих, так и убирающихся на палубу судна. Наиболее точными и близкими являются исследования по РГЭУ и роторам, изложенные в литературе [9,11]. Авторы данных статей также делают технико-экономические анализы маршрутов движения судов с такими установками, как уже существующие, так и предполагаемые. Также рассматриваются математическое моделирование роторов Флеттнера в потоке газа и жидкостей, анализ расчётов ходкости судов с установками данного типа, расчёт экономии топлива на данных судах.

В дальнейшем было произведено исследование ротора Савониуса и применение его на уже новых построенных судах (на примере проекта CFD11CPD)[12].

Существенным отличием от ротора Флеттнера в данной модели, было применение регулируемого угла установки лопастей (далее УУЛ), в данном случае полых полуцилиндров. Таким образом, ротор Флеттнера полностью трансформируется в ротор Савониуса.

Существует гипотеза о том, что в двухлопастном роторе Савониуса со смещенными полуцилиндрами (в некоторых источниках он указан как винг-ротор) также присутствует сила Магнуса, как и в роторе Флеттнера. В частности, в [13] автор, ссылаясь на статью[14], утверждает, что наилучшие данные продувок получаются при двукрылом роторе, у которого просвет между внутренними кромками его половин составляет $(1/3 - 1/6)\pi r$, где r — радиус цилиндрической поверхности.

В расчетах, приводимых в [15], рассмотрен такой показатель, как коэффициент перекрытия (бета). Формула коэффициента перекрытия имеет следующий вид:

$$\beta = \frac{e-a}{D} \quad (1)$$

где

e -ширина зазора между концами лопастей у оси ротора (в метрах);

a -диаметр вала (в метрах);

D -диаметр ротора Савониуса (регулируется в зависимости от УУЛ).

Данный коэффициент зависит от полного сечения ротора, которое в ходе регулировки УУЛ изменяется и зависит от диаметра и зазора между полуцилиндрами (e).

Представляется возможным, пренебрегая диаметром вала (a), упростить данную формулу до удобного для модели вида, преобразовав в формулу расчёта общего диаметра всего цилиндра (D):

$$D = d + d - e \quad (2)$$

где d -диаметр лопасти-полуцилиндра.

В данном случае диаметры полуцилиндров равны и не меняются, однако изменение зазора влечет за собой изменение общего диаметра ротора (D) и, как следствие, ометаемой ротором площади. Изменение величины ометаемой площади прямо пропорционально влияет на энергетические характеристики, одна из которых - момент сопротивления (M):

$$2M = \frac{\rho \times v^2 \times S \times R}{C_m} \quad (3)$$

где

C_m -коэффициент момента сопротивления, учитывающий сухое трение о поверхность полуцилиндров;

ρ -плотность воздуха в ($\text{кг}/\text{см}^3$);

v -скорость ветра в (м/сек);

S -площадь сечения ротора Савониуса(m^2), равная произведению $H \times D$, где H –это высота ротора Савониуса в (м), D -диаметр ротора,

R -радиус ротора Савониуса в (м).

Используя условие $D=d+d-e$, установленное нами ранее, подставляя формулу для его определения в общую формулу момента сопротивления получаем:

$$2M = \frac{\rho \times v^2 \times H \times (d+d-e) \times R}{C_M} \quad (4)$$

В модели в блоке диаметра была собрана подмодель учитывающая условие $D=d+d-e$, что используется в математической модели и обуславливает изменение УУЛ из режима Флеттнера в режим Савониуса.

После подстановки и составления имитационных моделей были получены следующие графики, изображенные на Рис.2 и Рис.3

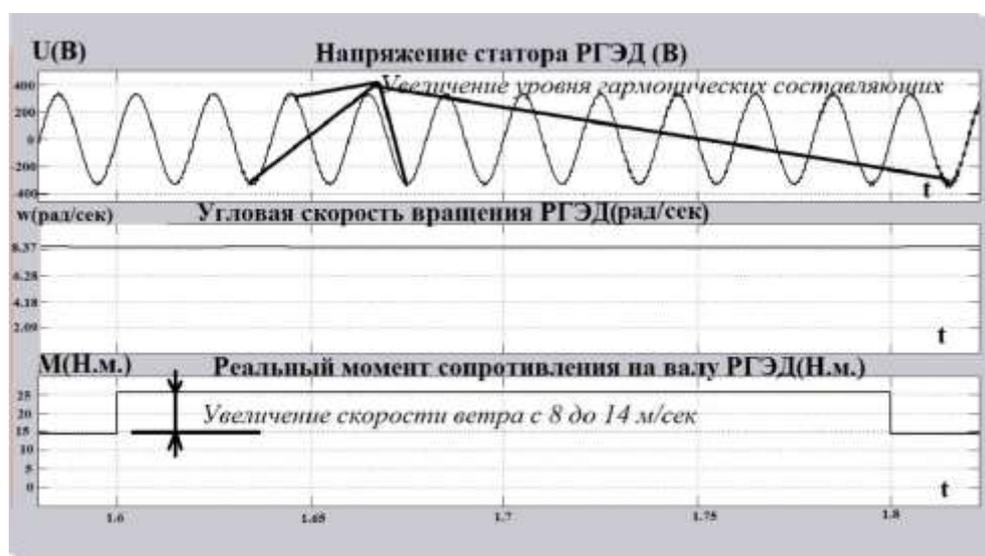


Рис. 2. Графики напряжения статора, угловой скорости вращения РГЭД, момента сопротивления на валу роторного гребного электродвигателя (РГЭД) в РГЭУ переменного тока с использованием преобразователя ШИМ в режимах Флеттнера-Савониуса при резком увеличении скорости ветра.

Fig.2. Graphs of stator voltage, angular velocity of rotation of the rotor electrical motor, torque on the shaft of a rotary electric motor in an alternating current electric propulsion system using a PWM converter in Flettner-Savonius modes with a sharp increase of wind speed.

Согласно данным графиков на Рис. 2, можно отметить постоянство скорости вращения при увеличении скорости ветра и наличие высших гармоник напряжения на участке увеличения.

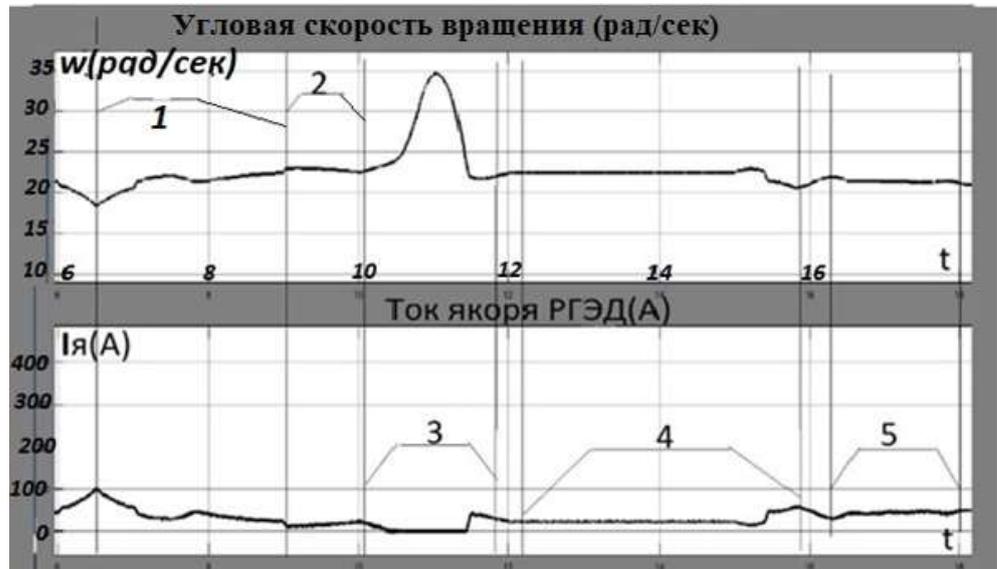


Рис.3. Графики скорости вращения, тока якоря роторного гребного электродвигателя (РГЭД) ГЭУ двойного рода тока с использованием ИЕП в режимах Флеттнера-Савониуса.

Fig.3. Graphs of rotation speed, armature current of a rotary rowing electric motor in electric propulsion system with a double kind of current using with inductive-capacitive converter in Flettner-Savonius modes.

Если рассматривать влияние любого ветродвижителя (в том числе и роторы Флеттнера и Савониуса) на корпус судна, то наиболее точным будет изложенный алгоритм расчёта, рассмотренный в выражениях (5,6,7) ниже [14]. В расчёте также выведены формулы эффективности ветродвигателя под разными курсовыми углами судна относительно истинного ветра. Расчёт производится в относительных единицах согласно схеме на Рис.4.

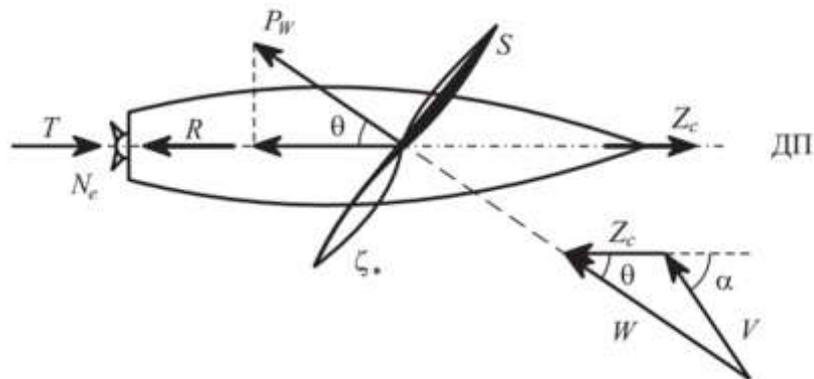


Рис.4. Схема движения судна с ветродвигателем.

Fig.4. Diagram of the movement of a vessel with a wind turbine.

Движение прямо против ветра имеем из уравнения:

$$Z_c = \frac{\frac{n \zeta}{C_w}}{1 + \frac{R}{P_w} \frac{n \zeta}{C_w}} = \frac{0.35 \frac{0.35}{0.75}}{1 + 0.45 + 0.161} = 0.12 \quad (5)$$

где

Z_c -безразмерная скорость судна;

ζ -коэффициент использования энергии ветра на неподвижном судне ($Z_c= 0$), классическим расчётом определяется совместно, по [16,17];

R -сопротивление воды движению судна, рассчитывается совместно, по [11,16];

P_w -лобовое сопротивление ветродвигателя, рассчитывается по [17];

C_w -аэродинамический коэффициент лобового сопротивления ветродвигателя и надводной части судна, рассчитывается совместно по [11,16,17];

n -КПД гребного винта и передачи «ветродвигатель – гребной вал».

Движение курсом галфвинд:

$$Z_c = \frac{\frac{n \zeta}{C_w}}{\sqrt{\left(\cos \theta + \frac{R}{P_w}\right)^2 - \left(\frac{n \zeta}{C_w}\right)^2}} = \frac{0.35 \frac{0.35}{0.75}}{\sqrt{(\cos 45 + 0.45)^2 - (0.35 \frac{0.35}{0.75})^2}} = 0.14 \quad (6)$$

где

θ -кажущийся курсовой угол, рассчитывается по основным углам направления ветра.

Движение прямо за ветром:

$$Z_c = \frac{\frac{n \zeta}{C_w}}{\cos \theta + \frac{R}{P_w} + \frac{n \zeta}{C_w}} = \frac{0.35 \frac{0.35}{0.75}}{-1 + 0.45 - 0.161} = -0.41 \quad (7)$$

Физическое моделирование и испытания РГЭУ

Представляется возможным оценить воздействие РГЭУ на судно и его ходовые качества практическими испытаниями, которые проводились на судне катамаране гоночного класса «Торнадо» с РГЭУ, включающей в себя ротор Флеттнера с постепенным раскрытием в ротор Савониуса.

РГЭУ данного судна в конце сборки представляла собой схему на постоянном токе, изображенную на Рис.5. Судно в момент ходовых испытаний изображено на Рис. 6.

На схеме Рис.5 обозначено:

РГЭД-роторные гребные электрические двигатели параллельного возбуждения соответственно левого (ЛБ) и правого борта (ПБ);

ШИМ-полупроводниковый инвертор, ведомый сетью на принципе широтно-импульсной модуляции;

АКБ-аккумуляторная батарея тяговая, (тип ДЕКА DC27 6СТ-105);

ГЭД-гребные лодочные электродвигатели, соответственно левого (ЛБ) и правого (ПБ) борта;

РР-ременной редуктор.

Исследования проводились на участке р. Ока в районе Окского затона в г.Нижнем Новгороде на учебно-тренировочной базе-судне «Академик». На Рис.7 схематично обозначен маршрут движения катамарана, состоящий из участков для проведения исследования. Вначале весь маршрут был пройден только на ГЭД. Ротор в этот

момент был закрыт и остановлен. Затем тот же маршрут проходил с вращающимся ротором. В таблице 1 приведены графы:

- Участок маршрута
- Истинный ветер
- Схема движения (вращение ротора относительно диаметральной плоскости судна)
- Ток потребляемый из Аккумуляторной батареи
- Ток потребляемый или генерируемый РГЭД
- Ток потребляемый ГЭД
- Скорость судна относительно земли (измерялась по GPS-навигатору).

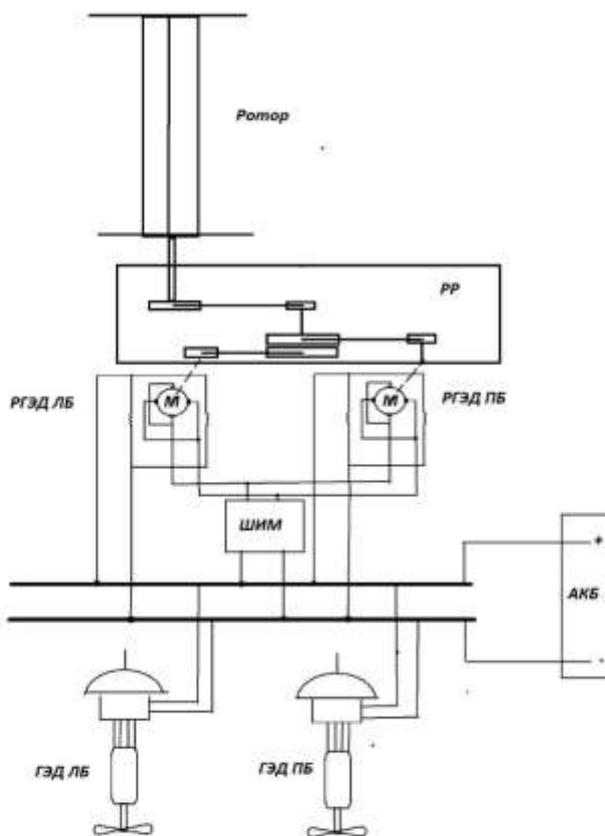


Рис. 5. Схема РГЭУ судна катамарана Торнадо.

Fig. 5. Diagram of DC rotor electric propulsion system of the Tornado catamaran vessel.



Рис.6. Судно-катамаран типа «Торнадо» с РГЭУ в момент выхода на испытания.

Fig.6. A Tornado-type catamaran vessel with rotor electric propulsion system at the time of entering the maneuvering tests.



Рис.7. Район исследований с нанесением маршрута движения катамарана.

Fig.7. The research area with the drawing of the catamaran route.

Результаты

1) В результате первого анализа, произведенного для варианта модернизации ГЭУ двойного рода тока с применением ИЕП относительно варианта до модернизации, затраты на модернизацию с применением ИЕП оказались ниже на 20 процентов, а срок окупаемости снизился с 7 лет до 5 лет.

2) При произведенном расчёте экономических затрат для двух вариантов модернизации с применением РГЭУ [4] годовые затраты на топливо оказались снижены по вариантам модернизации: 1) На 30%, 2) На 40%.

3) При математическом моделировании РГЭУ с ротором Савониуса, согласно данным графика на Рис.3 можно видеть следующее:

- а) Участок №1 характеризуется режимом Флеттнера;
- б) Участок №2 -постепенный переход на режим Савониуса;
- в) Участок №3 Работа в режиме Савониуса с постепенным снижением и уходом в генераторный режим;
- г) Участок №4 наблюдается стабилизация скорости вращения с помощью регулировки УУЛ во время изменения момента сопротивления;
- д) Участок №5 стабилизация постоянства скорости вращения с помощью регулировки УУЛ во время изменения скорости ветра.

4) Анализируя расчёт, произведенный по Рис.4, можно указать на воздействие ветра в различных направлениях на механическую установку. В данном случае при ветрах на курсах галфвинд имеется 14-ти процентное приращение скорости. При движении прямо за ветром можно обнаружить отрицательное значение. Объясняется этот факт тем, что судно данном случае двигается не носом, а кормой к ветру, при этом косинус угла Θ (180 градусов) равен -1, а направление вращения ветроколеса осуществляется в обратную сторону, при этом расчёт этого не учитывает. Учитывая данные условия расчёта невозможно оценить воздействие РГЭУ на судно и на судовое электрооборудование.

5) Данные физического моделирования согласно исследованиям по маршруту, нанесенному на Рис.7, заведены в таблицу 1, отдельно выведен график изменения токов ГЭД и тока якоря РГЭД на Рис.8.

Таблица 1

Результаты исследования судна с ротором Флеттнера-Савониуса с остановленным и запущенным ротором.

Ротор остановлен						
Участок	Ветер истинный/отн. Курс(м/сек)	Схема движения	АКБ (А)	якоря РГЭД	I ГЭД (А)	Скорость относительно земли (км/ч)
				суммарный		
1	В нос 7	маневры	5	0	5	5
2	Слева в корму 7-8	влево	7	0	7	6
3	Слева в корму-слева в борт-в нос 7-8	Влево-стоп-влево	6	0	6	3
4	В нос 7	влево	7	0	7	4
5	Слева в борт 8	влево	4,5	0	4,5	5
6	Слева в борт- в нос-справа в борт 8-9	Влево-стоп-вправо	6	0	6	2
7	Справа в борт 8-9	вправо	5	0	5	6
8	Справа в корму 9-14	вправо	5	0	5	7
Ротор запущен						
Участок	Ветер истинный/отн. Курс(м/сек)	Схема движения	АКБ (А)	якоря РГЭД	I ГЭД (А)	Скорость относительно земли (км/ч)
				суммарный		
1	В нос 7	маневры	5	0	5	5
2	Слева в корму 7-8	влево	5	5	2	6
3	Слева в корму-слева в борт-в нос 7-8	Влево-стоп-влево	5	3,5	2	3
4	В нос 7	влево	6	2	4	4
5	Слева в борт 8	влево	4	4	0	5
6	Слева в борт- в нос-справа в борт 8-9	Влево-стоп-вправо	5	4	1	2
7	Справа в борт 8-9	вправо	4	4	0	5
8	Справа в корму 9-14	вправо	2	1	0	7

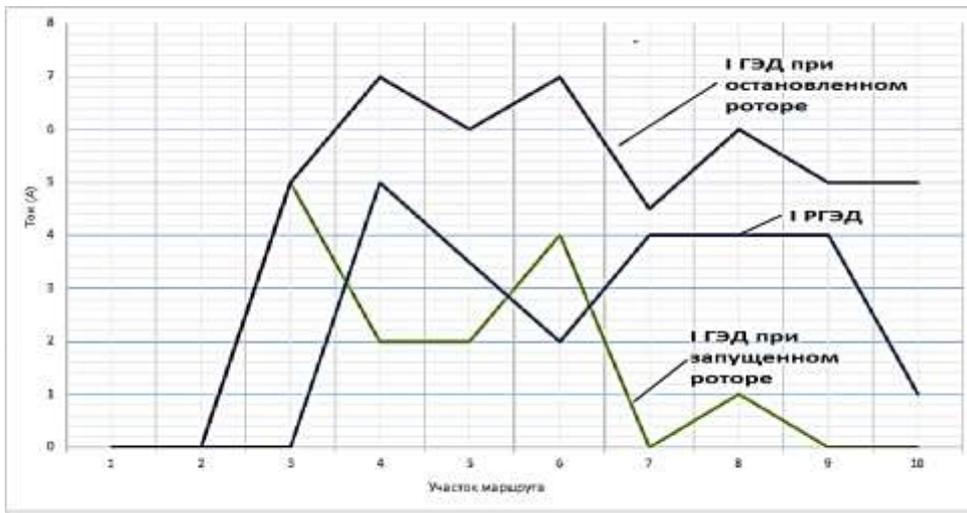


Рис.8 График изменения токов ГЭД и тока якоря РГЭД на судне в зависимости от участка движения.

Fig.8 Graph of changes in the currents of the propulsion electric motor and the current of armature of the rotor propulsion motor on the vessel depending on the traffic section.

Исходя из данного графика, можно отметить снижение тока, потребляемого из аккумуляторной батареи на 4,5,6,7,8 участках маршрута испытаний. Ток, потребляемый РГЭД, имеет падение на 4,5,6 участках.

Выводы

1. Предпочтительным вариантом модернизации судов, по сравнению с существующим вариантом ГЭУ на постоянном токе, согласно проведенным исследованиям, является схема двойного рода тока с применением ИЕП, так как не требует затрат на построение схем защиты ГЭУ.
2. Схема переменного тока с применением ШИМ технологии имеет более экономичное использование энергии, особенно в РГЭУ с применением роторов Флеттнера. Схема двойного рода тока, применяемая в РГЭУ также повышает эффективность и снижает затраты на топливо в целом на 40%
3. При применении в РГЭУ роторов Савониуса, что следует из результатов практических испытаний судна катамарана с РГЭУ, идет снижение тока РГЭД, что в свою очередь повышает эффективность, при неизменной скорости движения судна.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность и благодарят управление научных исследований и инновационной деятельности в лице начальника Гордлеева Сергея Дмитриевича за консультативную, опытно-конструкторскую помощь и поддержку, а также сопровождение всех стадий проекта, постройки, физической модели и практических испытаний. Авторы также признательны за консультативную помощь и ценные советы, на стадии сборки модели, директору учебно-тренажерного центра «Судоремонт», Давыдову Евгению Александровичу.

Список литературы

1. Самулеев В.И., Мухин Ю.П. Исследование переходных процессов в ГЭУ паромов проекта 1809 (тип «Сахалин») с использованием индуктивно-емкостного преобразователя // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 45. - Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ. 2015. с. 281–288.
2. Самулеев В.И., Гусакова Т.Н., Мухин Ю.П. Техничко-экономическое обоснование выбора варианта судовой электроэнергетической системы судна проекта 1809. Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек. Материалы конгресса Международного форума «Великие реки». 2016 г.-вып.5. URL: [xn--http://--7yhu1bc1e6aba2agle.xn--/2016/pdf/130-97kyd.pdf](http://xn--7yhu1bc1e6aba2agle.xn--/2016/pdf/130-97kyd.pdf).
3. Отчёт по научно-исследовательской работе «Исследование режимов работы и определение мероприятий по повышению эффективности работы гребной электрической установки паромов типа «Сахалин». ЛВИМУ им. С. О. Макарова- Ленинград: 1978г.223с. УДК 629.12.037.4-83
4. В.К. Калачев, А.С. Трошин. Эффективность проектных решений: метод. указания для студентов очного и заочного обучения специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ».2014. 24 с.
5. Самулеев В.И., Мухин Ю.П., Калачёв В.К. Техничко-экономический анализ вариантов схем электродвижения при модернизации парома проекта 1809(тип «Сахалин»). // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Вып. 49. - Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ. 2016. с. 251–258. URL: http://journal.vsuwt.ru/public/v_arc/v49.pdf.
6. Романовский В.В., Мальшев В.А., Сорокин Ю.В. Гребные электрические установки ледоколов и судов ледового плавания. Учебное пособие //Санкт-Петербург: ГУ МРФ им. Макарова. 2019г. 396с.

- 7.Алехин Н.Б., Мироненко В.П. Анализ особенностей эксплуатации танкера с парусным вооружением. Исследование, проектирование и постройка парусных судов// Сборник научных трудов. – Николаев: НКИ. 1982г. 101с.
8. Патент US 20130220191A1(SHIP, IN PARTICULAR FREIGHT SHIP, WITH A MAGNUS ROTOR)-автор Рольф Роден. Европейская база патентов.
9. Seifert J. Micro Air Vehicle lifted by a Magnus Rotor. A Proof of Concept. //American Institute of Aeronautics and Astronautics journal. 2011.1-10pps. DOI:10.2514/6.2012-389
10. Traut M., Bows A., Gilbert P., Mander S., Stansby P., Walsh C., Wood R. Low C for the High Seas Flettner rotor power contribution on a route Brazil to UK.// Tesis of Low Carbon Shipping Conference. University of Manchester. Newcastle.2012. URL: https://www.researchgate.net/profile/MichaelTraut/publication/233863726_Low_C_for_the_High_Seas_Flettner_rotor_power_contribution_on_a_route_Brazil_to_UK/links/09e4150c5fc35ba24f000000/Low-C-for-the-High-Seas-Flettner-rotor-power-contribution-on-a-route-Brazil-to-UK.pdf
- 11.Santoso A., Muhhamad Z., Arrijal P. Techno-economic analisis of rotor Flettner in container ship 4000 DWT.//International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. Jun. 2017. 189-195pps. DOI:10.12962/j25481479.v1i3.2074
- 12.Самулеев В.И., Мухин Ю.П. Использование возобновляемых источников энергии для питания судовых потребителей и экономии топлива. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и XI научной молодежной школы. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Объединенный институт высоких температур РАН. 2018г.URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37080399>.
- 13.Михненко Л.В. Авиационная подъёмно-транспортная система и ветроэнергетические устройства вихревого типа. монография. М.: РИО МГТУ ГА. 2014. - 96 с. URL:<http://storage.mstuca.ru/jspui/bitstream/123456789/7886/1/Binder1.pdf>
14. Чуриков. Теория и практика крыльевого ротора (вингротора).Самолет. № 7.1932. 38с.
15. Бубенчиков А.А., Белодедов А.Е., Булычев И.С., Шепелев А.О./ Исследование аэродинамики и энергетических характеристик ротора Савониуса.// Международный научно-исследовательский журнал.-2016-№12-с.28-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-aerodinamiki-i-energeticheskikh-harakteristik-rotora-savoniusa/viewer>.
16. Крючков Ю.С., Микитюк В.Е., Подгуренко В.С., Торубара В.В. Ветроходы атомного века. Николаев. 2014 год. Торубара В.В. 348с.
- 17.Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии//Москва:Энергоатомиздат. 1990. – 392 с.

References

1. Samuleev V.I., Mukhin Yu.P. Issledovanie perekhodnykh protsessov v GEHU paromov proekta 1809 (tip «SakhaliN») s ispol'zovaniem induktivno-emkostnogo preobrazovatelya //Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport. Issue 45. - N. Novgorod: VestnikVGAWT. 2015. pp. 281-288.
- 2 Samuleev V.I., Gusakova T.N., Mukhin Yu.P. Tekhniko-ehkonomicheskoe obosnovanie vybora varianta sudovoi ehlektroenergeticheskoi sistemy sudna proekta 1809.Problemy ispol'zovaniya i innovatsionnogo razvitiya vnutrennikh vodnykh putei v basseinakh velikikh rek. Materialy kongressa Mezhdunarodnogo foruma «Velikie reki». 2016-issue 5.URL: [xn--http://---7yhu1bc1e6a6a2ag1e.xn--/2016/pdf/130-97kyd.pdf](http://xn--7yhu1bc1e6a6a2ag1e.xn--/2016/pdf/130-97kyd.pdf).
3. Otchet po nauchno-issledovatel'skoi rabote «Issledovanie rezhimov raboty i opredelenie meropriyatii po povysheniyu ehffektivnosti raboty grebnoi ehlektricheskoi ustanovki paromov tipa «SakhaliN». LVIMU im. S. O. Makarova- Leningrad: 1978g.223s. UDC 629.12.037.4-83
4. Kalachev V.K., Troshin A.S.. Ehffektivnost' proektnykh reshenii: metod. ukazaniya dlya studentov ochnogo i zaochnogo obucheniya spetsial'nosti 180404 «Ehkspluatatsiya sudovogo ehlektooborudovaniya i sredstv avtomatikI». N. Novgorod: Izd-vo FBOU VPO «VGAVT». 2014. 24 p.
- 5 Samuleev V.I., Mukhin YU.P., Kalachev V.K. Tekhniko-ehkonomicheskii analiz variantov skhem ehlektrodvizeniya pri modernizatsii paroma proekta 1809(tip «SakhaliN»). // Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta. Vyp. 49. - N.Novgorod: Izd-vo FGOU VPO VGAVT.2016. pp. 251-258.URL: http://journal.vsuwt.ru/public/v_arc/v49.pdf.

6. Romanovskii V.V., Malyshev V.A., Sorokin YU.V. Grebnye ehlektricheskie ustanovki ledokolov i sudov ledovogo plavaniya. Uchebnoe posobie //Sankt-Peterburg: GU MRF im. Makarova.2019. 396s.
7. Alekhin N.B., Mironenko V.P. Analiz osobennostei ehkspluatatsii tankera s parusnym vooruzheniem. Issledovanie, proektirovanie i postroika parusnykh sudov// Sbornik nauchnykh trudov. – Nikolaev: NKI. 1982g. 101c.
8. Patent US 20130220191A1(SHIP, IN PARTICULAR FREIGHT SHIP, WITH A MAGNUS ROTOR) - author Rolf Roden. European Patent database.
9. Seifert J. Micro Air Vehicle lifted by a Magnus Rotor. A Proof of Concept. //American Institute of Aeronautics and Astronautics journal. 2011.1-10pps. DOI:10.2514/6.2012-389
10. Traut M., Bows A., Gilbert P., Mander S., Stansby P., Walsh C., Wood R. Low C for the High Seas Flettner rotor power contribution on a route Brazil to UK.// Tesis of Low Carbon Shipping Conference. University of Manchester. Newcastle.2012. URL: https://www.researchgate.net/profile/MichaelTraut/publication/233863726_Low_C_for_the_High_Seas_Flettner_rotor_power_contribution_on_a_route_Brazil_to_UK/links/09e4150c5fc35ba24f00000/Low-C-for-the-High-Seas-Flettner-rotor-power-contribution-on-a-route-Brazil-to-UK.pdf
11. Santoso A., Muhhamad Z., Arrijal P. Techno-economic analisis of rotor Flettner in container ship 4000 DWT.//International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. Jun. 2017. 189-195pps. DOI:10.12962/j25481479.v1i3.2074
12. Samuleev V.I., Mukhin YU.P. Ispol'zovanie vozobnovlyaemykh istochnikov ehnergii dlya pitaniya sudovykh potrebitelei i ehkonomii topliva. Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem i XI nauchnoi molodezhnoi shkoly. Moskovskii gosudarstvennyi universitet imeni M. V. Lomonosova, Ob"edinennyi institut vysokikh temperatur RAN.. 2018 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37080399> .
13. Mikhnenkov L.V. Aviatsionnaya pod"emno-transportnaya sistema i vetroehnergeticheskie ustroystva vikhrevoogo tipa. monografiya. M.: RIO MGTU GA. 2014. - 96 s.
14. Churikov. Teoriya i praktika kryl'evogo rotora (vingrotora).Samolet. № 7.1932. 38c
15. Bubenchikov A.A., Belodedov A.E., Bulychev I.S., Shepelev A.O./ Issledovanie aehrodinamiki i ehnergeticheskikh kharakteristik rotora Savoniusa.// Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal.-2016-No.12-pp.28-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-aerodinamiki-i-energeticheskikh-kharakteristik-rotora-savoniusa/viewer>.
16. Kryuchkov YU. S., Mikityuk V. E., Podgurenko V. S., Torubara V. V. . Vetrokhody atomnogo veka. Nikolaev. 2014 god. Torubara V.V. 348s.
17. Twydell J., Ware A. Renewable energy sources// Moscow: Energoatomizdat. 1990– - 392 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Самулеев Владимир Иванович, к.т.н., профессор, профессор кафедры электрооборудования объектов водного транспорта Волжский государственный университет водного транспорта, 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5. e-mail: kaf_eeovt@vsuwt.ru

Мухин Юрий Петрович, инженер-электромеханик круизной компании «Интерориент навигейшн Санкт-Петербург», соискатель на степень к.т.н., г. Нижний Новгород ул. Казанское ш.10/5. e-mail: yuranmukhin@yandex.ru

Vladimir I. Samuleev, candidate of technical Sciences, Professor, Professor of electrical equipment water transport Volga state University of water transport, 603951, Nizhny Novgorod, St Nesterov, 5.

Yuri P. Mukhin, electrical engineer crewing company «Interorient navigation of Saint-Petersburg», the applicant for the degree of candidate of technical Sciences, Nizhny Novgorod, Kazanskoe av.10/5. Tel: (mob)+79506214344

Статья поступила в редакцию 01.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 01.11.2021; published online 20.12.2021.

УДК 621.793.74, 621.763

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.179>

Оценка износостойкости и триботехнических свойств плазменных покрытий

А. О. Токарев¹

ORCID: 0000-0002-2841-3689

Л. Д. Макагон¹

¹*Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск,
Россия*

Аннотация. С целью объективной оценки эффективности внедрения новых материалов и технологий восстановления изношенных поверхностей деталей машин проведены испытания защитных плазменно напылённых покрытий в условиях циклического контактного импульсного нагружения и в условиях жидкостного трения скольжения.

Материалом покрытий служили интерметаллидные Ni-Al и Ni-Ti порошковые сплавы, а также сплав ПР-НХ16СРЗ, упрочнённый твёрдыми карборидными фазами.

Испытания, проведённые на лабораторных стендах и в реальных условиях эксплуатации, показали, что нанесение защитных покрытий с использованием плазмотрона с кольцевой инжекцией порошка позволяет исключить из технологического процесса дополнительную термическую обработку покрытий.

Лучшие результаты при всех видах испытания выявлены при испытании покрытия, напылённого интерметаллидным Ni-Al сплавом.

Износостойкое покрытие, напылённое самофлюсующимся сплавом ПР-НХ16СРЗ, существенно ухудшает условия трения скольжения, вследствие чего для восстановления поверхностей деталей, работающих в парах трения скольжения, его применение не рекомендуется без оплавления дополнительной термической обработки.

Ключевые слова: Плазменное напыление, износостойкие покрытия, порошковые сплавы, лабораторные испытания, износостойкость, контактно-импульсные нагрузки.

Assessment of tribotechnical properties and resistance to wear of plasma coatings

Alexander O. Tokarev¹

ORCID: 0000-0002-2841-3689

Lyubov D. Makagon¹

¹*Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia*

Abstract. For the purpose of objective assessment of the effectiveness of the introduction of new materials and technologies for the restoration of worn surfaces of machine parts, tests of protective plasma spray coatings were carried out under the conditions of cyclic contact pulse loading and under the conditions of liquid friction of sliding.

The coating material was intermetallic Ni-Al and Ni-Ti powder alloys, as well as the alloy Ni-Cr-B-Si-C hardened with solid carboboride phases.

Tests conducted on laboratory benches and in real operating conditions showed that the application of protective coatings using a plasma torch with annular powder injection makes it possible to exclude additional thermal treatment of coatings from the technological process.

The best results for all types of testing were revealed when testing a coating sprayed with intermetallic Ni-Al alloy.

Wear-resistant coating sprayed with self-fluxing alloy Ni-Cr-B-Si-C significantly worsens the sliding friction conditions, as a result its use is not recommended without melting additional heat treatment to restore the surfaces of parts working in sliding friction pairs.

Keywords: Plasma spraying, wear-resistant coatings, powder alloys, laboratory tests, wear resistance, contact-pulse loads.

Введение

Современное оборудование и оснастка плазмотермических технологий позволяют наносить износостойкие покрытия порошковыми сплавами без их дополнительной термической обработки [1-3]. Исключение дополнительной термической обработки из технологического маршрута получения износостойких покрытий позволяет избежать изменения свойств основного металла восстанавливаемых деталей, существенно уменьшить зону термического влияния плазмотермического процесса, а также упростить и, следовательно, удешевить технологию реставрационных работ. Это расширяет перечень повреждённых и изношенных деталей машин, подлежащих ремонту [4].

Внедрение новых технологий и материалов для восстановления и упрочнения изношенных поверхностей деталей машин требует достоверной оценки защитных свойств наносимых покрытий.

В данной работе исследовали пригодность износостойких покрытий, нанесённых порошковыми сплавами, в потоке плазмы для восстановления и упрочнения деталей, работающих в сложных условиях эксплуатации: при циклическом ударном воздействии твёрдым индентором и в условиях трения скольжения в паре с бронзой БрС30 и в паре с углеродистой сталью.

Методы

Износостойкие покрытия наносили, используя плазматрон, оснащённый секционированной межэлектродной вставкой и узлом кольцевого ввода с газодинамической фокусировкой порошковых сплавов [1 - 3].

Порошковые сплавы для напыления износостойких покрытий были выбраны по результатам предыдущих исследований [4]:

- Никель-титановый порошковый сплав ПВ-ПН55Т45 (Ti- 45%, С- 0,07%, Ni- остальное), с размером частиц - 40-100 мкм. Данный сплав применяется для получения интерметаллидных покрытий на изделиях, работающих в щелочах, морской воде и на воздухе при температурах до 600°С.
- Никель-алюминиевый порошковый сплав ПВ-Н85Ю15 (Ni- 85%, Al- 15%). Сплава восстановленный с частицами иррегулярной формы, размером - 40-100 мкм. Данный порошковый сплав применяется для получения покрытий с интерметаллидной структурой. Твердость получаемых покрытий составляет 300 НВ, температура плавления - 1400°С. Покрытий порошковым сплавом ПВ-Н85Ю15 применяют для повышения жаропрочности изделий, и обеспечения коррозионной стойкости в воде и щелочах.
- Порошковый износостойкий самофлюсующийся сплав ПР-НХ16СР3 ГОСТ 21448-75 (Cr - 14-18%; В - 2,8-3,8%; Si - 3,0-4,5%; Fe до 5%; С - 0,6-1,0%; Ni - остальное) наносили на подслои из Ni-Al сплава ПВ-Н85Ю15.

Результаты

Испытания на контактную усталость

Условия ударной усталости, кавитации, гидроабразивного и газоабразивного воздействия и других видов циклических импульсных нагрузок возникают при эксплуатации широкого ряда деталей машин и механизмов [5 - 6].

Стойкость покрытий к ударному циклическому воздействию оценивали на специально разработанном стенде для повторно-ударного нагружения [4]. Энергия импульсов усилий циклического нагружения составила 3 Дж. Параметры нагружения подбирались так, чтобы защитные покрытия образцов при испытаниях выдерживали порядка 1000 ударов.

Защитные покрытия толщиной 0,5-0,6 мм наносили на образцы из малоуглеродистой стали 10 ГОСТ 1050-2013.

Износостойкость покрытия оценивали по диаметру лунки, создаваемой шаровым индентором диаметром 10 мм. Размер лунки контролировали в процессе испытаний с помощью отсчётного микроскопа. За критерий предельного количества циклов нагружения покрытия приняты момент растрескивания покрытия.

Результаты испытаний представлены на графиках зависимости величины диаметра лунки, оставленной индентором, от числа циклов нагружения (рис. 1, 3, 5, 7).

После испытаний готовили микрошлифы в поперечном сечении образцов, совпадающем с центром лунки, исследовали макро и микроструктуру стали с деформированным покрытием (рис. 2, 4, 6, 8).

Образец без защитного покрытия получал значительные повреждения уже после 100 ударов (рис. 1,2).

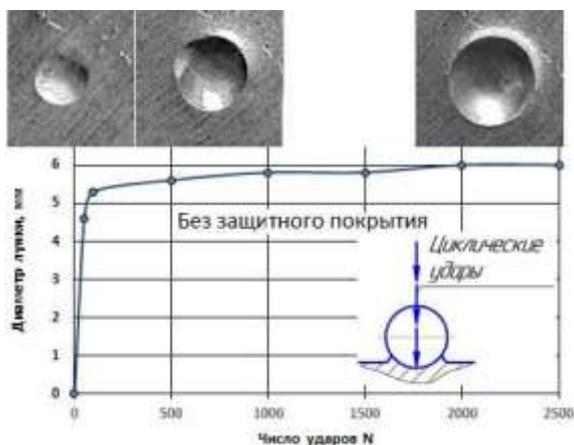


Рис. 1. Стойкость стали 10 к контактно-импульсному воздействию

Fig. 1. Resilience of steel 10 to the contact-pulse impact

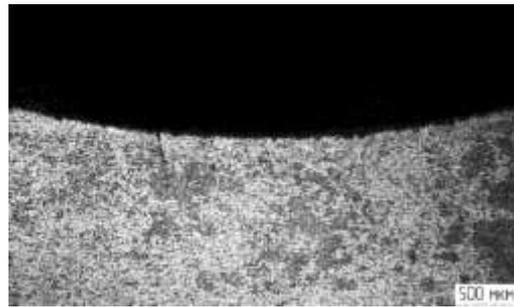


Рис. 2. Повреждение стали 10 без защитного покрытия (в поперечном сечении) при контактно-импульсном воздействии

Fig. 2. Damage of steel 10 without protective coating (in cross section) during contact-pulse impact

Защитные покрытия, напылённые любыми использованными порошковыми сплавами, увеличивают стойкость к ударно-циклическим нагрузкам (рис. 3 - 8).

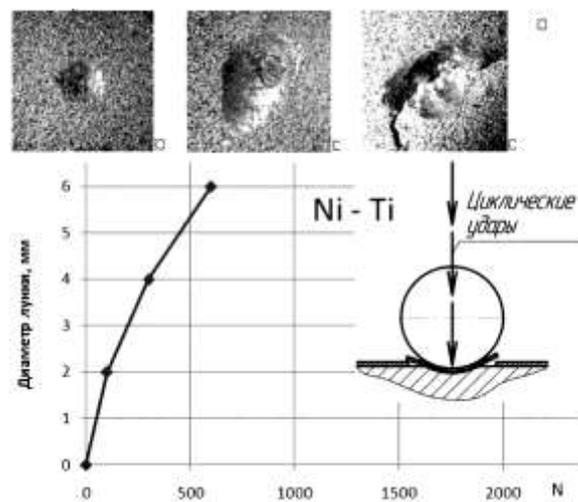


Рис. 3. Стойкость плазменнапылённых Ni-Ti покрытий к контактно-импульсному воздействию

Fig. 3. Resistance of plasma-dusted Ni-Ti coatings to contact-pulse impact

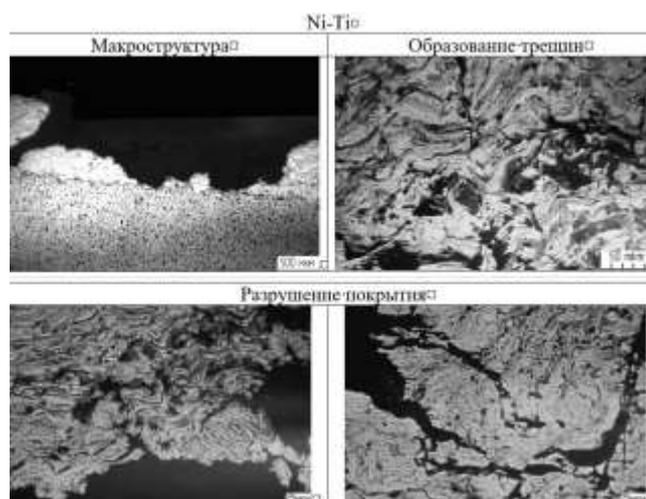


Рис. 4. Повреждение плазменнонапылённых Ni-Ti покрытий (в поперечном сечении) при контактно-импульсном воздействии

Fig. 4. Damage to plasma-dusted Ni-Ti coatings (in cross section) in contact-pulse exposure

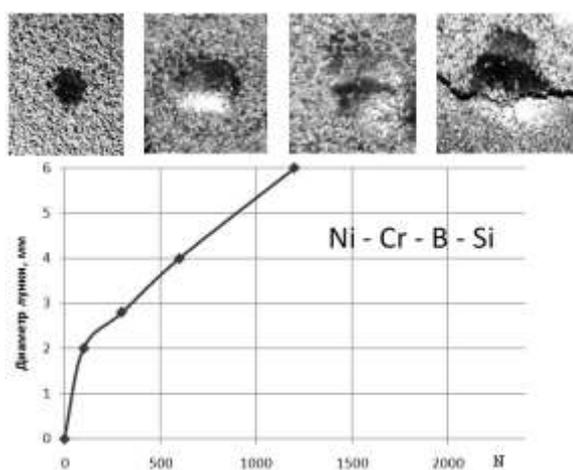


Рис. 5. Стойкость плазменнонапылённых Ni-Cr-B-Si-C покрытий к контактно-импульсному воздействию

Fig. 5. Resistance of plasma-dusted Ni-Cr-B-Si-C coatings to contact-pulse impact

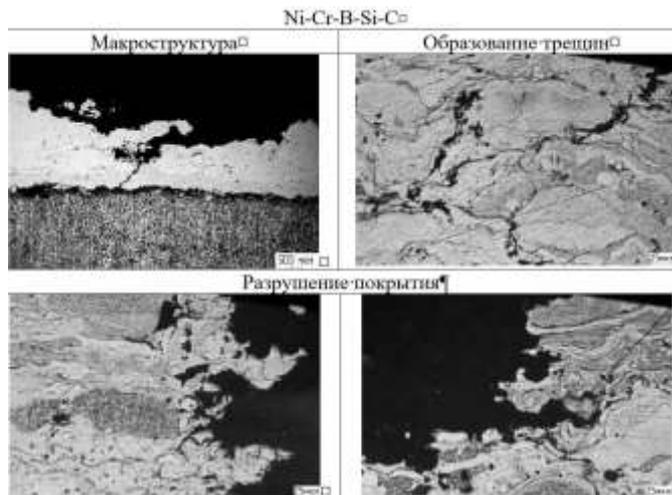


Рис. 6. Повреждение плазменнонапылённых Ni-Cr-B-Si-C покрытий (в поперечном сечении) при контактно-импульсном воздействии

Fig. 6. Damage to plasma-dusted Ni-Cr-B-Si-C coatings (in cross-section) in contact-pulse exposure

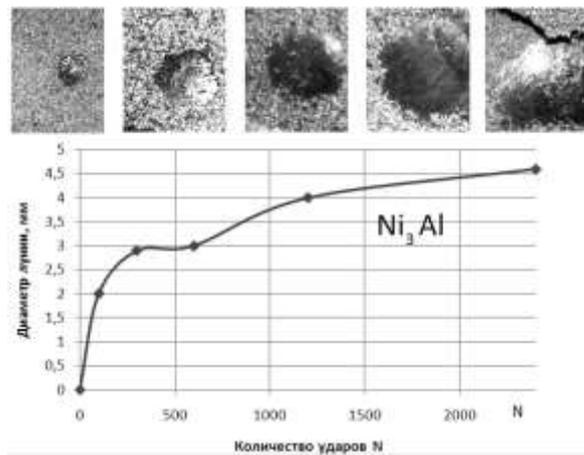


Рис. 7. Стойкость плазменнонапылённых Ni-Al покрытий к контактно-импульсному воздействию

Fig. 7. Resistance of plasma-dusted Ni-Al coatings to contact-pulse impact

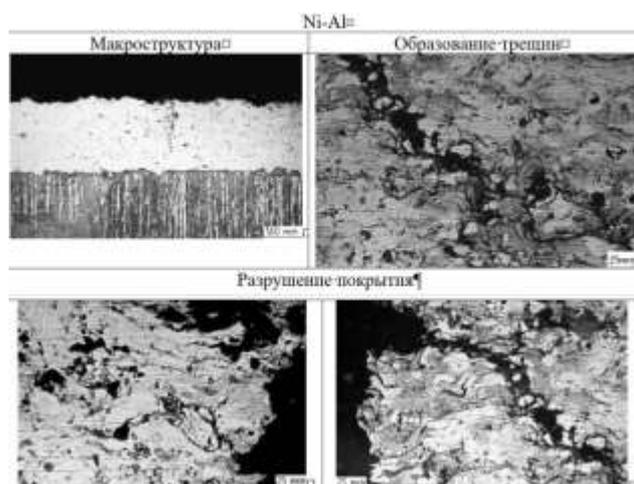


Рис. 8. Повреждение плазменнонапылённых Ni-Al покрытий (в поперечном сечении) при контактно-импульсном воздействии

Fig. 8. Damage to plasma-dusted Ni-Al coatings (in cross section) in contact-pulse exposure

Трещины для всех вариантов покрытия возникают на поверхности соединения с основой и на границах между частицами порошка напылённого слоя. Дальнейшее распространение трещин проходило большей частью по телу частиц. Это косвенно свидетельствует о высокой когезионной прочности полученных покрытий.

Испытания показали, что наиболее надёжную защиту от ударного циклического воздействия обеспечивает покрытие, нанесённое порошковым Ni-Al сплавом (рис. 7,8).

Следует отметить, что после разрушения защитного Ni-Al слоя на поверхности основного материала не оставлено следов повреждений.

Натурные испытания плазменно напылённых защитных покрытий проводили при их нанесении слоем толщиной 300 мкм на лопасти судового гребного винта теплохода проекта КС-101Д. В результате испытаний было установлено, что по окончании навигации, прошедшей в жёстких условиях эксплуатации при высокой скорости потока, несущего на мелководье песок и гальку, защищённый покрытиями гребной винт сохранил свою работоспособность. При этом контрольный гребной винт, который эксплуатировался в тех же условиях на реках Катунь, Бия и Верхняя Обь, потребовал ремонта в течение эксплуатации, а по окончании навигации пришёл в полную негодность [4].

Испытания износостойких покрытий в парах трения

Триботехнические испытания износостойких покрытий проводили на машине трения типа МИ-1М по ГОСТ 23.222-84 (рис. 9). При этом вращающимся индентором служил диск из закалённой стали 40 диаметром 75 мм с износостойким покрытием, нанесённым на его цилиндрическую поверхность. Контртелом для диска служили колодки, изготовленные из стали Ст3, а также вырезанные из бронзовых вкладышей подшипника коленчатого вала судового дизеля. Размер поверхности контакта колодок составил 10x10 мм. Жидкостное трение обеспечивалось за счёт погружения нижней части диска в ванночку, наполненную моторным маслом SAE20.

Такая схема испытания позволяет более объективно оценить триботехнические характеристики пары трения, нежели схема, в которой индентором является стальной закалённый диск, а испытуемая поверхность - колодкой [7-8]. Это связано с тем, что при реставрационных работах покрытия наносят на детали типа «вал», а подшипники заменяют новыми.

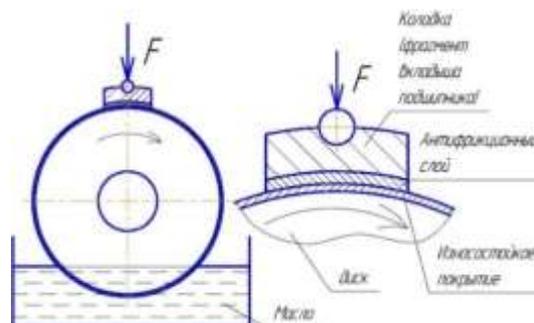


Рис. 9. Схема испытаний износостойких покрытий на трения по схеме «диск - колодка»

Fig. 9. The scheme of testing wear-resistant coatings according to friction on the «disk - pad» system

Поверхность покрытия для исследования триботехнических свойств обрабатывали бесцентровым шлифованием абразивным материалом с зернистостью 20 мкм.

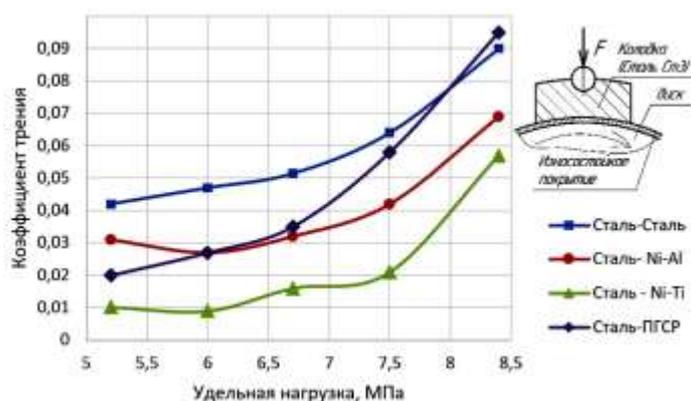
Нагрузки при испытаниях задавали последовательно ступенчато величинами: 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 МПа. Продолжительность трения при каждой нагрузке составляла 0,25 часа. Линейная скорость поверхности дисков соответствовала 0,8 м/с.

В процессе испытания фрикционных пар фиксировали коэффициент трения. По окончании испытания определяли потерю массы пары трения.

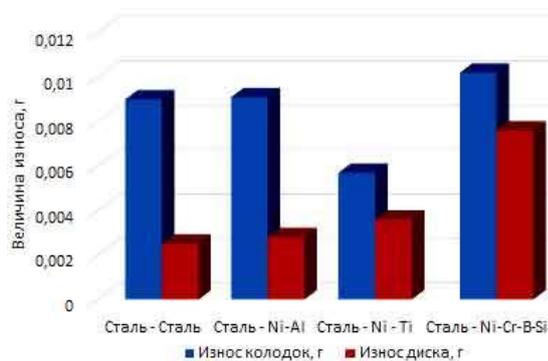
Триботехнические характеристики пары «износостойкое покрытие - углеродистая сталь» представлены на рис. 10; для пар трения «износостойкое покрытие бронзовый вкладыш БрС30» на рис. 11.

Состояние поверхности трения колодок из подшипникового сплава и дисков с напылённым покрытием после испытаний показано на рис. 12.

При трении дисков по колодке, изготовленной из углеродистой стали, при нагрузках до 8,0 МПа снижение коэффициента трения, то есть улучшение триботехнических свойств наблюдалось для образцов дисков, покрытых всеми исследованными износостойкими материалами. При достижении давления в зоне контакта пары трения «сталь - износостойкое покрытие» свыше 8,0 МПа происходит резкое увеличение коэффициента трения. Это связано с изменением условий трения от жидкостного к контактному. В отсутствии устойчивого масляного клина между трущимися поверхностями никель-хром-бор-кремниевое покрытие оказывает негативное воздействие на процесс трения. Фрагменты покрытия с твёрдыми карборидными частицами выкрашиваются с поверхности, их обломки врезаются в материал колодки, приводя к образованию задиров и ускоренному изнашиванию пары трения.



а



б

Рис. 10. Влияние материала износостойкого покрытия на триботехнические характеристики при трении по стали:

а - Зависимость коэффициента трения от нагрузки; б - Износ пар трения

Fig. 10. The effect of the wear-resistant coating material on tribotechnical characteristics during friction on steel: a - Dependence of friction factor on the load; b – Wear of friction pairs

При испытаниях на трение покрытий, напылённых износостойкими сплавами, в паре с бронзовой колодкой лучший результат получен для никель-алюминиевого сплава. Коэффициент трения в этой паре образцов при испытаниях в диапазоне исследованных нагрузок менялся в незначительных пределах (рис. 11а). Износ пары трения «сталь - никель-алюминиевый сплав» оказался минимальным из всех исследованных (рис. 11б). Это говорит о том, что характер трения был неизменно жидкостной, что подтверждается наружным видом поверхностей трения (рис. 12). На диске, защищённом никель-алюминиевым сплавом, после испытаний сохранился рельеф поверхности, полученный в результате механической обработки.

Напыление трущейся поверхности диска никель-титановым сплавом положительного влияния на триботехнические характеристики не оказывает. При нагрузках более 6,0 МПа коэффициент трения при испытаниях резко возрастает. Увеличение коэффициента трения происходит, как показывает вид изношенной поверхности, вследствие образования трещин в покрытии и выкрашивании из него отдельных фрагментов. Повреждение маслоудерживающего рельефа поверхности

диска приводит к переходу трения с жидкостного вида на контактный. Одновременно с увеличением силы трения возрастает износ трущихся пар.

Покрытие диска Ni-Cr-B-Si-C сплавом оказывает резко негативное влияние на процесс трения. При давлении в паре трения более 6,0 МПа характер процесса трения меняется с жидкостного на контактное. На поверхности обоих трущихся пар трения: как диска, так и колодки при нагрузках более 6,0 МПа остаются глубокие, грубые борозды, возникшие при шаржировании осколками твёрдых частиц, содержащих первичные карбобориды. Поверхность антифрикционного бронзового вкладыша за время испытаний оказалась практически полностью истёртой осколками материала покрытия, которые выкрашивались с поверхности диска. Фрагменты бронзы в свою очередь обнаружены на поверхности покрытия из сплава ПР-НХ16СР3.

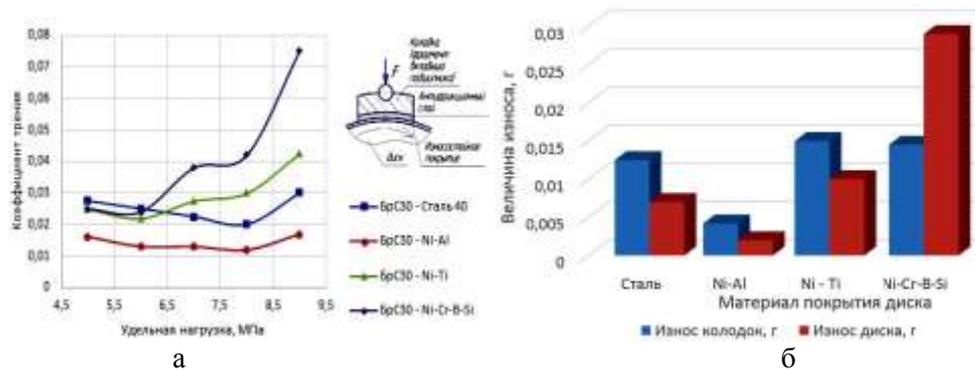


Рис. 11. Рис. 10. Влияние материала износостойкого покрытия на триботехнические характеристики при трении по бронзе:
 а - Зависимость коэффициента трения от нагрузки
 б - Износ пар трения

Fig. 11. The effect of the wear-resistant coating material on tribotechnical characteristics during friction on bronze:
 a - Dependence of friction factor on the load
 b - Wear of friction pairs

Обсуждение

Анализ микроструктуры покрытия показывает, что при напылении порошкового сплава с твёрдофазным упрочнением, несмотря на высокую энергию двухфазного потока, которую обеспечивает плазматрон «ПНК-50», не удалось избежать дефектов в виде пленок оксидов, не полностью расплавившихся частиц, пор, свойственных для напылённых покрытий [9]. Это привело к образованию покрытия со структурной и фазовой неоднородностью [10].

В то же время никель-хром-бор-кремниевые самофлюсующиеся сплавы давно и успешно применяются в технологических процессах восстановления и упрочнения поверхностей деталей, работающих в сложных условиях нагружения. Для успешного применения этих сплавов технология нанесения покрытий должна включать дополнительную термическую обработку, обеспечивающую их оплавление [11 - 15].

Предложенные методики стендовых испытаний защитных свойств покрытий при жидкостном трении и контактно-импульсном нагружении достоверно имитируют условия работы реальных деталей.

Проведёнными испытаниями установлено, что, если дело касается защиты стальной поверхности от ударного циклического воздействия, то плазменное напыление покрытий, нанесённое любым из исследованных в данной работе порошковых сплавов, даёт положительный эффект. При испытаниях, проведённых при всех исследованных методиках, вариант покрытия интерметаллидным Ni-Al сплавом оказался наиболее удачным.

Регулярное нанесение защитных покрытий, например, в период ремонта речной техники, может обеспечить значительное повышение долговечности деталей, работающих в условиях трения скольжения и ударно-циклического износа.

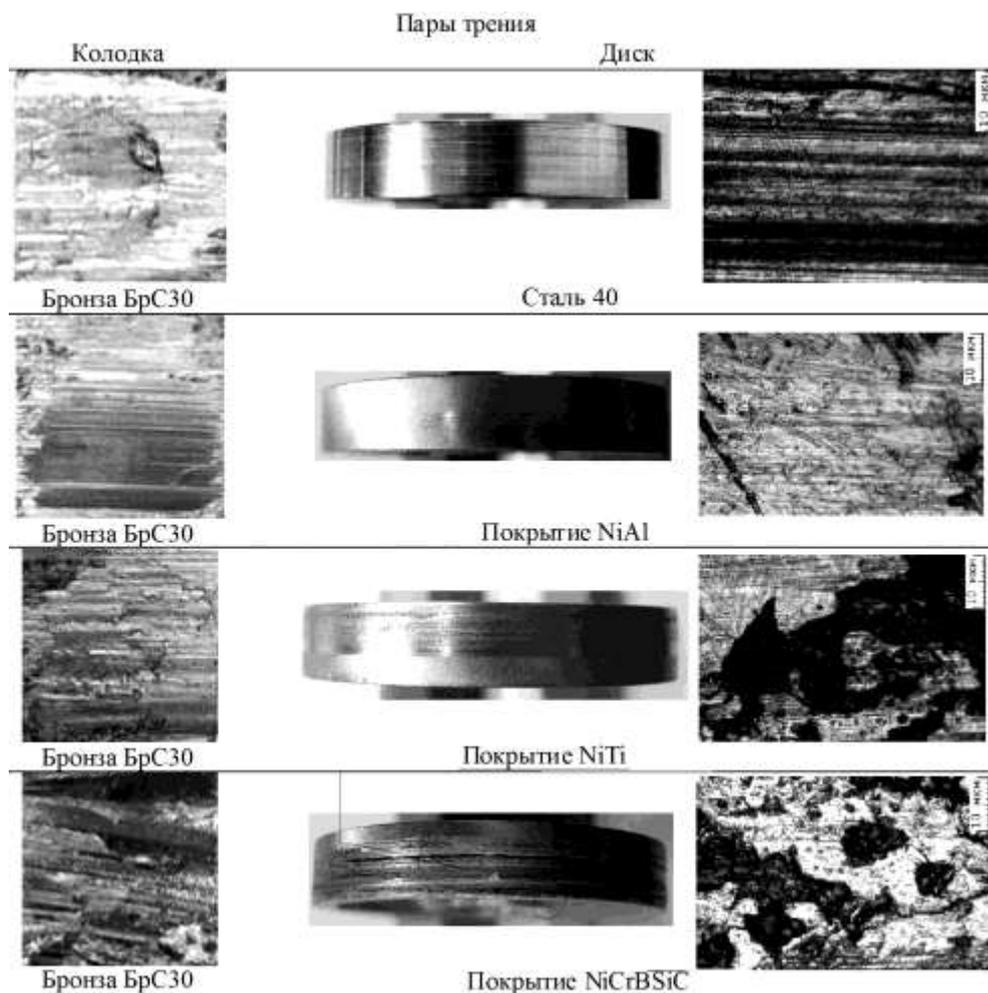


Рис. 12. Вид поверхностей пар трения (колодок и дисков) после испытаний

Fig. 12. View of friction pairs surfaces (pads and discs) after tests

Заключение

При исследовании процесса трения скольжения лучшие триботехнические характеристики показало покрытие, нанесённое порошковым Ni-Al сплавом. Трение в паре с бронзовой колодкой носило жидкостной характер во всём исследованном диапазоне нагрузок. В результате получен минимальный износ обеих пар трения «бронза -Ni-Al сплав».

Покрытие изделий интерметаллидным порошковым сплавом ПВ-ПН55Т45, как показали проведённые исследования, не способствует улучшению триботехнических характеристик.

Износостойкое покрытие самофлюсующимся сплавом ПР-НХ16СР3 ГОСТ 21448-75 при отсутствии дополнительной обработки существенно ухудшает условия трения скольжения.

Плазменное напыление с применением современного оборудования для защиты деталей от изнашивания при трении и ударном воздействии при оптимизации состава сплава возможно без его дополнительного оплавления.

Список литературы

1. The technique of formation of the axisymmetric heterogeneous flow for thermal spraying of powder materials / V.I. Kuzmin, A.A. Mikhail'chenko, O.B. Kovalev, E.V. Kartsev, N.A. Rudenskaya // *Journal of Thermal Spray Technology*. – 2012. – Vol. 21, № 1. – P. 159–168. – DOI: 10.1007/s11666-011-9701-6
2. Влияние режимов плазменного напыления на структуру и свойства покрытий из Ni3Al / Е. Е. Корниенко, Д. О. Муль, О. А. Рубцова [и др.] // *Теплофизика и аэромеханика*. – 2016. – Т. 23. – № 6. – С. 957-966.
3. V. Kuzmin, I. Gulyaev, D. Sergachev, S. Vaschenko, E. Kornienko, A. Tokarev Equipment and technologies of air-plasma spraying of functional coatings // *MATEC Web of Conferences* 129, 01052 (2017) *ICMTMTE 2017*. DOI: 10.1051/mateconf/201712901052
4. В.И. Кузьмин, И.П. Гуляев, Д.В. Сергачёв, С.П. Ващенко, Б.В. Палагушкин, А.О. Токарев, М.Г. Мензилова Воздушно-плазменное напыление кавитационно- и гидроабразивностойких покрытий *Теплофизика и аэромеханика*, 2020, том 27, № 2. С.297-307
5. Мурманский В.Е., Аронсон К.Е., Бродов Ю.М. Влияние повреждаемости оборудования технологических подсистем на функциональные отказы паротурбинных установок// *Надёжность и безопасность энергетики*, 2017, Т. 10, № 4. С. 322-329 DOI: 10.24223/1999-5555-2017-10-4-322-329
6. David J.E., GARY D.H., HARRIS F.C. Predictive maintenance techniques and their relevance to construction plant // *Journal of quality in maintenance engineering* 1998, Vol. 4, №1. P. 25-37 DOI: 10.1108/13552519810369057
7. Романов И.В., Задорожный Р.Н.. Оценка триботехнических свойств покрытия, полученного электроискровым упрочнением // *Технический сервис машин* 2020, №: 4 (141). С. 157-163. DOI: 10.22314/2618-8287-2020-58-1-157-163
8. Konoval V.P., Umanskyi O.P., Chernatska V.Y., Subbotin V.I., Leitans A., Boiko I. Detonation-sprayed coatings of (Ti, CR)B₂-NiAlCr Composite materials. Mechanical and tribotechnical properties // *Powder metallurgy and metal ceramics* 2020, Vol. 59, №: 7-8. P: 411-423. DOI: 10.1007/s11106-020-00175-0
9. Kornienko E., Smirnov A., Kuz'min V. Researches structure and properties of self-fluxing coating, obtained by air-plasma // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – Vol. 698. – P. 405–410. – DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.698.405.
10. Microstructures and mechanical properties of metallic NiCrBSi and composite NiCrBSi-WC layers manufactured via hybrid plasma/laser process / N. Serresa, F. Hlawka, S. Costil, C. Langlade, F. Machi // *Applied Surface Science*. – 2011. – Vol. 257, iss. 12. – P. 5132–5137. – DOI: 10.1016/j.apsusc.2010.11.062.
11. Влияние температуры оплавления на структуру и свойства самофлюсующихся покрытий на основе никеля / Е. Е. Корниенко, А. А. Никулина, А. Г. Баннов [и др.] // *Обработка металлов*

(технология, оборудование, инструменты). – 2016. – № 4(73). – С. 52-62. – DOI 10.17212/1994-6309-2016-4-52-62.

12. Microchemical and microstructural studies in a PTA weld overlay of Ni–Cr–Si–B alloy on AISI 304L stainless steel / C. Sudha, P. Shankar, R.V. Subba Rao, R. Thirumurugesan, M. Vijayalakshmi, B. Raj // *Surface & Coatings Technology*. – 2008. – Vol. 202. – P. 2103–2112. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2007.08.063.

13. Microstructures of metallic NiCrBSi coatings manufactured via hybrid plasma spray and in situ laser remelting process / N. Serres, F. Hlawka, S. Costil, C. Langlade, F. Machi // *Journal of Thermal Spray Technology*. – 2011. – Vol. 20 (1–2). – P. 336–343. – DOI: 10.1007/s11666-010-9565-1.

14. A study on microstructure and flame erosion mechanism of a graded Ni–Cr–B–Si coating prepared by laser cladding / H.-F. Xuan, Q.-Y. Wang, S.-L. Bai, Z.-D. Liu, H.-G. Sun, P.-C. Yan // *Surface & Coatings Technology*. – 2014. – Vol. 244. – P. 203–209. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2014.02.021.

15. Microstructures and environmental assessment of metallic NiCrBSi coatings manufactured via hybrid plasma spray process / N. Serres, F. Hlawka, S. Costil, C. Langlade, F. Machi // *Surface & Coatings Technology*. – 2010. – Vol. 205. – P. 1039–1046. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2010.03.048.

References

1. The technique of formation of the axisymmetric heterogeneous flow for thermal spraying of powder materials / V.I. Kuzmin, A.A. Mikhal'chenko, O.B. Kovalev, E.V. Kartaev, N.A. Rudenskaya // *Journal of Thermal Spray Technology*. – 2012. – Vol. 21, № 1. – P. 159–168. – DOI: 10.1007/s11666-011-9701-6.

2. Kornienko E.E., Mul' D.O., Rubtsova O.A., Vaschenko 2. S.P., Kuzmin V.I., Gulyaev I.P., Sergachev D.V. Effect of plasma spraying regimes on structure and properties of Ni3 Al coatings. // *Thermophysics and Aeromechanics*, 2016, vol. 23, iss. 6, pp. 919–927. DOI: 10.1134/S0869864316060147.[3] V. Kuzmin, I. Gulyaev, D. Sergachev, S. 3. Vaschenko, E. Kornienko, A. Tokarev Equipment and technologies of air-plasma spraying of functional coatings // *MATEC Web of Conferences* 129, 01052 (2017) ICMTMTE 2017. DOI: 10.1051/mateconf/201712901052

4. V.I. Kuzmin, I.P. Gulyaev, D.V. Sergachev, S.P. Vashchenko, B.V. Palagushkin, A.O. Tokarev, M.G. Menzilova Air-plasma spraying of cavitationand hydroabrasive-resistant coatings. // *Thermophysics and Aeromechanics*, 2020, Vol. 27, No. 2. P. 297 – 307. DOI: 10.1134/S0869864320020109

5] Murmanskij B.E., Aronson K.E., Brodov YU.M. Vliyanie povrezhdaemosti oborudovaniya tekhnologicheskikh podsistem na funkcional'nye otkazy paroturbinnih ustanovok // *Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki*, 2017, Vol. 10, № 4. С. 322-329 DOI: 10.24223/1999-5555-2017-10-4-322-329

6. David J.E., GARY D.H., HARRIS F.C. Predictive maintenance techniques and their relevance to construction plant // *Journal of quality in maintenance engineering* 1998, Vol. 4, №1. P. 25-37 DOI: 10.1108/13552519810369057

7. Romanov I.V., Zadorozhnyj R.N. Ocenka tribotekhnicheskikh svojstv pokrytiya, poluchennogo elektroiskrovym uprochneniem // *Tekhnicheskij servis mashin* 2020, №: 4 (141). С. 157-163. DOI: 10.22314/2618-8287-2020-58-1-157-163

8. Konoval V.P., Umanskyi O.P., Chernatska V.Y., Subbotin V.I., Leitans A., Boiko I. Detonation-sprayed coatings of (Ti, Cr)B₂–NiAlCr Composite materials. Mechanical and tribotechnical properties // *Powder metallurgy and metal ceramics* 2020, Vol. 59, №: 7-8. P: 411-423. DOI: 10.1007/s11106-020-00175-0

9. Kornienko E., Smirnov A., Kuz'min V. Researches structure and properties of self-fluxing coating, obtained by air-plasma // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – Vol. 698. – P. 405–410. – DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.698.405.

10. Microstructures and mechanical properties of metallic NiCrBSi and composite NiCrBSi-WC layers manufactured via hybrid plasma/laser process / N. Serresa, F. Hlawka, S. Costil, C. Langlade, F. Machi // *Applied Surface Science*. – 2011. – Vol. 257, iss. 12. – P. 5132–5137. – DOI: 10.1016/j.apsusc.2010.11.062.

11. Kornienko E.E., Nikulina A.A., Bannov A.G., Kuz'min V.I., Mildebrath M., Bezrukova V.A., Zhoidik A.A. Vliyanie temperatury oplavleniya na strukturu i svoistva samoflyusyushchikh sya

- покритии на основе никеля [The influence of flowing temperature on the structure and properties of the self-fluxing coatings]. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, 2016, no. 4 (73), pp. 52–62. DOI: 10.17212/1994-6309-2016-4-52-62
12. Microchemical and microstructural studies in a PTA weld overlay of Ni–Cr–Si–B alloy on AISI 304L stainless steel / C. Sudha, P. Shankar, R.V. Subba Rao, R. Thirumurugesan, M. Vijayalakshmi, B. Raj // *Surface & Coatings Technology*. – 2008. – Vol. 202. – P. 2103–2112. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2007.08.063.
13. Microstructures of metallic NiCrBSi coatings manufactured via hybrid plasma spray and in situ laser remelting process / N. Serres, F. Hlawka, S. Costil, C. Langlade, F. Machi // *Journal of Thermal Spray Technology*. – 2011. – Vol. 20 (1–2). – P. 336–343. – DOI: 10.1007/s11666-010-9565-1.
14. A study on microstructure and flame erosion mechanism of a graded Ni–Cr–B–Si coating prepared by laser cladding / H.-F. Xuan, Q.-Y. Wang, S.-L. Bai, Z.-D. Liu, H.-G. Sun, P.-C. Yan // *Surface & Coatings Technology*. – 2014. – Vol. 244. – P. 203–209. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2014.02.021.
15. Microstructures and environmental assessment of metallic NiCrBSi coatings manufactured via hybrid plasma spray process / N. Serres, F. Hlawka, S. Costil, C. Langlade, F. Machi // *Surface & Coatings Technology*. – 2010. – Vol. 205. – P. 1039–1046. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2010.03.048.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Токарев Александр Олегович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Теории корабля, судостроения и технологии материалов, Сибирский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «СГУВТ») 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: aot51@ngs.ru

Макагон Любовь Дмитриевна, ст. преп. кафедры Теории корабля, судостроения и технологии материалов, Сибирский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «СГУВТ») 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: ledimakagon@mail.ru

Alexander O. Tokarev – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Ship Theory, Shipbuilding and Materials Technology, Siberian State University of Water Transport (“SSUWT”) 630099, Novosibirsk, Shchetinkina Str., 33, Russia, e-mail: aot51@ngs.ru

Lyubov D. Makagon, Senior Lecturer of the Department of Ship Theory, Shipbuilding and Materials Technology, Siberian State University of Water Transport (“SSUWT”), 630099, Novosibirsk, Shchetinkina Str., 33, e-mail: ledimakagon@mail.ru

Статья поступила в редакцию 09.03.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 09.03.2021; published online 20.12.2021.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

OPERATION OF SHIP POWER EQUIPMENT

УДК 621.436.1

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.220>

Диагностирование состояния судовых дизельных двигателей вероятностным методом распознавания неисправностей

А.В. Кулагин

ORCID: 0000-0003-0271-4771

*Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований
материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации)
Военной академии материально-технического обеспечения; г. Санкт-Петербург,
Россия*

Аннотация: диагностирование судовых дизельных двигателей во время плавания судна позволяет предупредить развитие аварии, своевременно выполнить техническое обслуживание, исключить вероятность технических отказов. Износ деталей является одной из основных причин постановки дизеля в ремонт. Своевременное обнаружение возникновения износа по показаниям штатных приборов контроля позволяет предупредить негативные последствия износа, своевременно выполнить ремонт, исключить вероятность unplanned выхода судового дизельного двигателя из эксплуатации. При возникновении необходимости эксплуатировать судовой дизельный двигатель в условиях, отличающихся от установленных предприятием-изготовителем, диагностирование позволяет прогнозировать временные эксплуатационные характеристики.

Ключевые слова: судовой дизельный двигатель, техническое диагностирование, состояние, граф, декомпозиция, параметр.

Diagnosing the state of marine diesel engines by probabilistic fault recognition method

Andrey V. Kulagin

ORCID: 0000-0003-0271-4771

*Research Institute (Military-System Research of Material and Technical Support of Armed
Forces of the Russian Federation) of Military Academy of Material and Technical Support;
St. Petersburg, Russia*

Abstract: diagnostics of marine diesel engines, during the navigation of the vessel, allows to prevent the development of an accident, perform timely maintenance, eliminate the possibility of technical failures. The wear of parts is one of the main reasons for putting a diesel engine into repair. Early detection of wear according to the indications of standard monitoring devices, allows to prevent the negative consequences of wear, perform timely repairs, eliminate the possibility of an unplanned in-service failures of the marine diesel engine. If there is a need to operate a marine diesel engine in conditions different from those

established by the manufacturer, diagnostics allows to predict the temporary operational characteristics.

Keywords: marine diesel engine, technical diagnostics, condition, graph, decomposition, parameter.

Введение

Одной из актуальных проблем эксплуатации теплоходов является повышение надежности их энергетической установки [1]. Решение этой проблемы лежит как в области повышения качества машиностроения, так и повышения культуры эксплуатации судового оборудования.

Особое место в эксплуатации судового оборудования теплоходов занимают вопросы диагностирования дизельных двигателей с целью прогнозирования их надежности. Указанная задача актуальна как главных двигателей, так и дизель-генераторов. При этом основной критерий определения надежности оборудования будем рассматривать с позиций обеспечения безопасности плавания и обитаемости судна [2]. В настоящее время диагностирование дизельных двигателей решает три задачи:

1. определение технического состояния;
2. поиск места и причин отказа;
3. прогнозирование остаточного ресурса.

При эксплуатации судна диагностирование дизельных двигателей проводится обслуживающим персоналом – постоянно, ремонтными организациями – в период ремонтов, выполняемых этими организациями (как в начале ремонта, при планировании, так и по его завершении). В условиях плавания судна на обслуживающий персонал ложатся две задачи диагностирования дизельных двигателей: определения работоспособности дизельного двигателя и в случае, когда дизельный двигатель работоспособен, определение времени сохранения этим двигателем работоспособности, то есть остаточный ресурс.

При решении первой задачи основной вопрос заключается в определении критериев оценки работоспособности, а при решении второй задачи – в определении порога вероятности сохранения работоспособности при работе дизельного двигателя с теми или иными параметрами.

Целью данной статьи является: разработка методики прогнозирования надежности судового дизельного двигателя по результатам диагностирования его технического состояния.

Вербальная постановка задачи

При определении критериев работоспособности судам различного назначения должны быть присвоены различные критерии. Это утверждение обусловлено, прежде всего, различным назначением судов, водоизмещением, типом, различной общественной значимостью. Основа работоспособности любого судна – это прежде всего, работоспособность его энергетической установки. Принимая то или иное эксплуатационное решение, необходимо учитывать, что для различного типа судов при равных параметрах работы дизельных двигателей это решение может быть различным, например, в одном случае состояние судна может быть оценено как *предельное*, а в другом – принимая во внимание общественную значимость проводимых работ, например, по спасению человеческой жизни, как *работоспособное*. При последнем утверждении говорится об использовании судового

дизельного двигателя на неспецификационных режимах эксплуатации. Эти режимы допускаются как крайняя мера и регламентируются ведомственными документами².

Диагностирование судовых дизельных двигателей в условиях эксплуатации судна может проводиться различными методами. Применение того или иного метода обусловлено различными факторами: конструкцией дизельного двигателя, его назначением, местом установки, квалификацией обслуживающего персонала и рядом других. Проводя исследование изменений параметров, характеризующих работу судовых дизельных двигателей, опираясь на системный подход можно разработать оптимальные системные модели, алгоритмы и методики диагностирования [3].

На современных судах широкое распространение получил метод диагностирования судовых дизельных двигателей по контролю внутрицилиндрового давления и построения индикаторных диаграмм по цилиндрам дизеля. В настоящее время в практику диагностирования внедряются на этих принципах алгоритмы, предложенные фирмами A.V.L. (Австрия), Kestler (Германия), Autronica (Норвегия), НПК «Гарант» (Россия) и др.

Однако, в настоящее время в эксплуатации находится большое количество судов, имеющие срок эксплуатации 40 лет и более. Следовательно, можно ввести термин *«возрастной судовой дизельный двигатель» («возрастной судовой дизель»)* под которым будем понимать дизельный двигатель (главный или вспомогательный), который эксплуатируется более 30 лет и замена которого нецелесообразна или невозможна, а эксплуатация данного дизеля спланирована на срок, определяемый состоянием корпуса судна. Несмотря на то, что технически установить системы диагностирования на возрастные дизельные двигатели технически возможно, судовладельцы неохотно принимают решение об установке штатных систем диагностирования из-за их дороговизны. Например, в НПК «Гарант», (г. Санкт-Петербург) разработаны различные модификации диагностического комплекса «Дизель-Адмирал», цена которых, в зависимости от степени защиты программного обеспечения и комплектации, варьируется от 6 до 9 мил. руб. По этой причине, как правило, установка продукции НПК «Гарант», как и его аналогов, производится практически лишь на новых теплоходах. Считается, что на возрастных энергоустановках (главных, и особенно вспомогательных), монтаж специализированных стационарных диагностических систем, принцип действия которых основан на контроле внутрицилиндрового давления, экономически не целесообразен. В этом случае диагностика осуществляется либо в порту, силами ремонтных организаций, либо на ходу по косвенным признакам.

Следовательно, существующая система диагностирования возрастных судовых дизелей нуждается в изучении, а организация ее эксплуатации – в совершенствовании, для увеличения эффективности ее использования. С точки зрения судового механика была бы полезна разработка методики диагностирования возрастного дизеля в процессе его использования по назначению, безразборными методами и без существенных капиталовложений, с целью решения 1 и 3 задач диагностирования. Эта задача может быть решена при анализе рабочих параметров судового дизельного двигателя, полученных от штатных приборов контроля с минимальным использованием датчиков и преобразователей сигналов, а также специализированного программного обеспечения.

² Например, на кораблях ВМФ в соответствии с решением №702/51/01819 от 26.08.91г. введена в действие «Инструкция по использованию оружия, вооружения и технических средств корабля на неспецификационных режимах».

При постановке задач диагностирования возрастных судовых дизельных двигателей необходимо обозначить ограничения, которые необходимо учитывать при исследовании:

- диагностирование проводится в условиях плавания судна, то есть должно быть безразборным, не выводящим дизельный двигатель из работы;
- диагностирование проводится обслуживающим персоналом, то есть судовой командой, не имеющей специальной квалификации;
- при разработке методик диагностирования, необходимо для каждого дизельного двигателя разрабатывать свою модель, следовательно, каждая диагностическая методика применима для диагностирования строго определенного дизельного двигателя.

Методы

При организации диагностирования судового дизельного двигателя необходимо учитывать, что дизельный двигатель представляет собой сложный технический объект, работа которого основана на множестве различных физических процессов. Каждый процесс, реализуемый при работе дизеля, характеризуется различными факторами или параметрами, регистрируя которые можно делать заключение о его техническом состоянии [4]. К наиболее важным показателям дизельного двигателя относятся мощность, крутящий момент и расход топлива. В процессе эксплуатации параметры настройки изменяются с течением времени и возникают возмущения, которые сопровождаются снижением производительности и увеличением расхода топлива. Это увеличивает эксплуатационные расходы. В большинстве случаев изменения характеристик дизеля вызваны неисправностями топливной аппаратуры [5]. Это обуславливает выбор метода диагностирования – параметрический.

В случае диагностирования состояния возрастных судовых дизельных двигателей необходимо учитывать тип дизеля, его назначение, конструктивные особенности компоновки. Анализируя работу указанного дизеля, следует опираться на данные, накопленные при эксплуатации и ремонте дизелей судовых дизельных двигателей [6].

При работе дизельного двигателя на контрольные приборы (датчики) оказывают влияние большое число внешних и внутренних факторов, основными из которых являются: износ, старение, механические повреждения, влияние внешней температуры, влажности и т.д. в результате чего при контроле параметров работы судовых дизельных двигателей возникают ошибки. При необходимости для повышения достоверности диагностирования и достаточной глубины поиска неисправности, кроме основных параметров можно использовать дополнительные. Выбор параметров производится в зависимости от условий, при которых будет проведена оценка технического состояния узла [7].

Результаты

В процессе эксплуатации, дизель может находиться в одном из определенных состояний, табл. №1 [8], обусловленных его техническим состоянием. Совокупность состояний дизеля образует «дерево состояний», представляющее собой оргграф, вершинами которого являются состояния дизеля (C1, C2, ..., C5), а дуги характеризуют процессы перехода (a_1, a_2, \dots, a_9), рис. 1.

Таблица 1

Характеристика состояний судового дизельного двигателя

Обозначение	Название	Характеристика
C1	Исправное состояние	Состояние объекта, в котором он соответствует всем требованиям, установленным в документации на него
C2	Работоспособное состояние	Состояние объекта, в котором он способен выполнять требуемые функции
C3	Предотказное состояние	Состояние объекта, характеризующее повышенным риском его отказа
C4	Предельное состояние	Состояние объекта, в котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно
C5	Нерабочее состояние	Состояние объекта, в котором он не выполняет ни одной из требуемых функций.

Предположим, система дискретна и дизельный двигатель может находиться только в одном состоянии, причем переход из одного состояния в другое может осуществляться только последовательно, то есть из C1 возможен переход только в C2 и так далее.

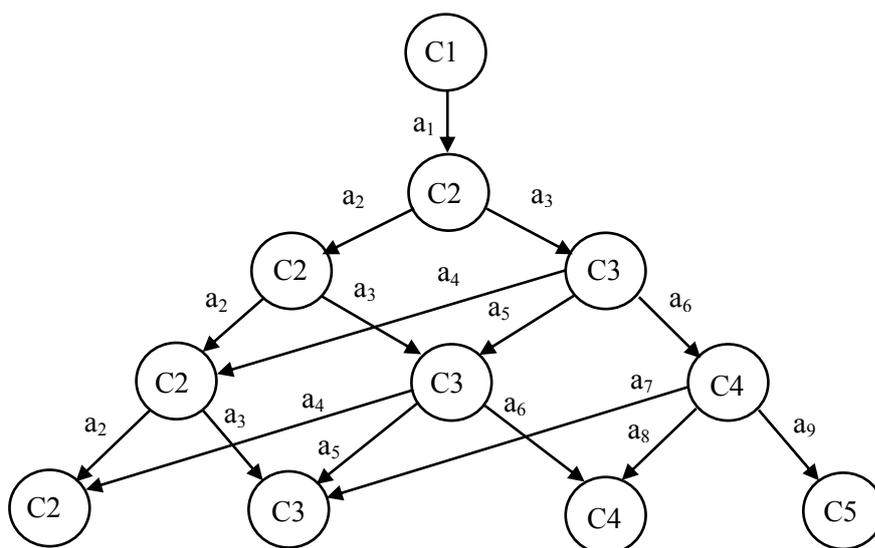


Рис. 1 Дерево состояний дизельного двигателя

Fig. 1 Tree of diesel engine states

Тогда, с точки зрения эксплуатации, можно сформулировать следующие задачи исследования:

- определение работоспособности как дизельного двигателя в целом, так и его составных узлов;
- выбор критериев определения предельных состояний как дизельного двигателя в целом, так и его составных узлов;

- определение риска развития предельных состояний как дизельного двигателя в целом, так и его составных узлов;
- прогнозирование работоспособности как дизельного двигателя в целом, так и его составных узлов;
- прогнозирование остаточного ресурса дизельного двигателя в целом на различных режимах эксплуатации.

Для изучения обозначенных вопросов преобразуем «дерево состояний» в «орграф переходов», рис.2. Состояние C5 является аварией, а состояние C4 является предаварийным состоянием. При этом переходы из C3 в C4 и далее в C5 являются рисками развития аварии, а время переходов будет характеризовать сценарии развития аварий по критерию времени как *внезапные* и *постепенные* [9].

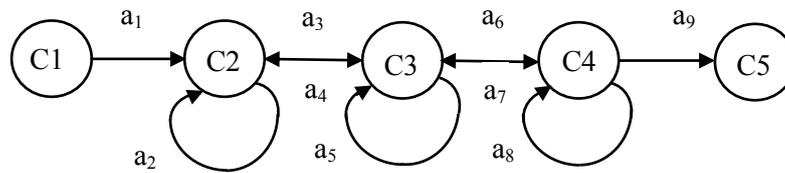


Рис. 2. Граф переходов состояний дизельного двигателя
Fig. 2. Graph of transitions of diesel engine states

Для идентификации состояний судового дизельного двигателя необходимо выбрать критерии, по которым и проводить идентификацию. Определим состояние C1 как состояние нового судового дизельного двигателя (или после капитального ремонта), имеющего заводские регулировки, табл.2. Состояние C2 будет соответствовать состоянию дизельного двигателя в процессе расчетной эксплуатации (спецификационной), то есть эксплуатации согласно указаниям предприятия-изготовителя. Состояние C3 будет соответствовать состоянию дизельного двигателя при срабатывании систем защиты, установленных предприятием-изготовителем. Состояние C4 будет соответствовать появлению необратимых (не устранимых силами обслуживающего персонала) процессами. Состояние C5 характеризуется как авария, то есть разрушение, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ [10]. Последовательный переход из состояния C1 в состояния C2 и далее в состояния C3, C4 и C5 обусловлен, главным образом, износом. А переходы из состояния C3 в C2, а из C4 в C3 будут обусловлены восстановлением технического состояния вследствие технического обслуживания.

Таблица 2

Оценка состояний судового дизельного двигателя по анализу его работоспособности

Обозначение	Характеристики
C1	Начальное состояние судового дизельного двигателя, соответствующее заводским регулировкам и настройкам
C2	Состояние судового дизельного двигателя, определяемое допусками предприятием-изготовителем
C3	Состояние судового дизельного двигателя, определяемое регулировками срабатывания защиты
C4	Состояние судового дизельного двигателя, определяемое необратимыми процессами в самом дизельном двигателе
C5	Состояние судового дизельного двигателя, определяемое как авария.

Каждое состояние судового дизельного двигателя характеризуется рядом информационных параметров x_j . Совокупность информационных параметров образует признак Π_j . Соответственно, граф с пятью вершинами описывается пятью-разрядным признаком [11]:

$$\Pi_j = \begin{cases} \Pi_{j1} \text{ при } x_{j1} < x_{jn} \\ \Pi_{j2} \text{ при } x_{j2} \in [x_{jn}; x_{jp}) \\ \Pi_{j3} \text{ при } x_{j3} \in [x_{jp}; x_{jn}) \\ \Pi_{j4} \text{ при } x_{j4} \in [x_{jn}; x_{jb}) \\ \Pi_{j5} \text{ при } x_{j5} > x_{jb} \end{cases} \quad (1)$$

Рассмотрим информационные параметры x_j подробно. Изменение любого информационного параметра x_j обусловлено, прежде всего, износом узлов судового дизельного двигателя. Соответственно незначительное, рассчитанное предприятием-изготовителем, отклонение информационного параметра x_{j2} от начального x_{jn} не повлечет за собой существенных изменений в основном, характеризующим судовой дизельный двигатель, параметре (мощности на выходном фланце у главных двигателей, активной электрической мощности у дизель-генераторов). Параметры x_{jn} будут соответствовать состоянию нового дизеля, имеющего параметры, полученные при заводских испытаниях. Параметры x_{jp} будут соответствовать состоянию дизеля в процессе расчетных режимов эксплуатации, определенных предприятием-изготовителем в инструкции по эксплуатации. Информационные параметры x_{j3} и x_{j4} характеризуют значительные изменения в узлах судового дизельного двигателя, рис.3.

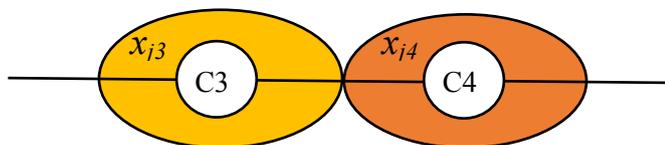


Рис. 3. Характеристика перехода дизельного двигателя из состояния C3 в состояние C4

Fig. 3 Characteristics of the transition of a diesel engine from the C3 state to the C4 state

Параметры x_{jn} будут соответствовать состоянию дизельного двигателя в процессе эксплуатации, когда один или несколько параметров отличаются от определенных предприятием-изготовителем, но не допускающих аварийную остановку дизеля по средством систем защиты. Параметры x_{j6} будут соответствовать состоянию дизеля в процессе эксплуатации, когда по одному или нескольким параметрам дизель останавливается по средством работы системы защиты по сигналу «авария».

Для перехода от «Дерева состояний дизельного двигателя» к диагностическим параметрам реального дизельного двигателя введем понятие «техническое состояние диагностируемого узла (системы)» W_i . Техническое состояние диагностируемого узла (системы) дизельного двигателя представляет собой совокупность признаков:

$$W_i \in [\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_j] \quad (2)$$

Соответственно, каждая вершина графа переходов состояний дизельного двигателя будет характеризоваться некими интервалами признаков $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_j$.

Тогда можно сформулировать определение технического состояния дизельного двигателя – это совокупность множества технических состояний диагностируемых узлов (систем), входящих в состав диагностируемого дизельного двигателя.

Отсюда вытекает решение первой задачи исследования. По выбранным, наиболее информативным диагностическим параметрам определить множество «технических состояний диагностируемых узлов (систем)» W_i , затем идентифицировать состояние дизельного двигателя, относя его к одному из состояний $C1, C2, \dots, C5$. В зависимости от важности решаемых судном задач, эксплуатация дизельных двигателей допускается в состоянии $C1$ и $C2$, а при выполнении специальных задач спасательными и противопожарными судами, по специальному решению, эксплуатация дизельных двигателей допускается также в состоянии $C3$ и $C4$.

Решение второй задачи заключается в анализе наиболее информативных, с конструктивной точки зрения, параметров:

1. температура охлаждающей воды;
2. давление и расход масла на угар;
3. давление газов в картере и на выходе из цилиндров;
4. нагрузка дизельного двигателя;
5. частота вращения коленчатого вала и ротора турбокомпрессора;
6. топливоподача по цилиндрам дизельного двигателя;
7. давление наддувочного воздуха.

Эти параметры тесно коррелируют с отказами в таких системах и механизмах двигателя, как: газораспределительный механизм, топливная система, система подачи воздуха, система смазки, система охлаждения, кривошип и др.

Решение третьей задачи заключается в определении вероятностей перехода между состояниями. Решение этой задачи может быть осуществлено путем декомпозиции дизельного двигателя и определений скорости перехода X_j из одного состояния в другое:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \left(\frac{\Delta x_{j1}}{\Delta t_1}; \frac{\Delta x_{j2}}{\Delta t_2}; \dots; \frac{\Delta x_{jn}}{\Delta t_n} \right) \quad (3)$$

где: Δt – время перехода.

Решение четвертой и пятой задач будет заключаться в определении наименее надежного узла (системы) дизельного двигателя. Известно, что двигатель надежен настолько, насколько надежен узел (система), имеющие самую высокую вероятность отказа. Этот узел (система) наиболее ценны в диагностике. В рассматриваемом примере диагностический признак - пятиразрядный. Диагностическая ценность пятиразрядного признака определяется выражением:

$$diz \left(\frac{\Pi_j}{Di} \right) = \sum P \left(\frac{\Pi_{js}}{Di} \right) \log_2 \frac{P \left(\frac{\Pi_{js}}{Di} \right)}{P(\Pi_{js})} \quad (4)$$

где: Di – технический диагноз дизельного двигателя.

При решении четвертой и пятой задач решающим фактором выступает конструкция дизельного двигателя. Учет специфики состояния конкретного дизельного двигателя создает гибкую универсальную технологию, которая отражает

все возможное многообразие ситуаций и учитывает каждый результат предшествующей операции проверки [12].

Однако в общем случае указанные задачи могут быть решены по следующей методике. Любой судовой дизельный двигатель можно методом декомпозиции, представить в виде взаимосвязанных между собой узлов и систем, рис. 4.

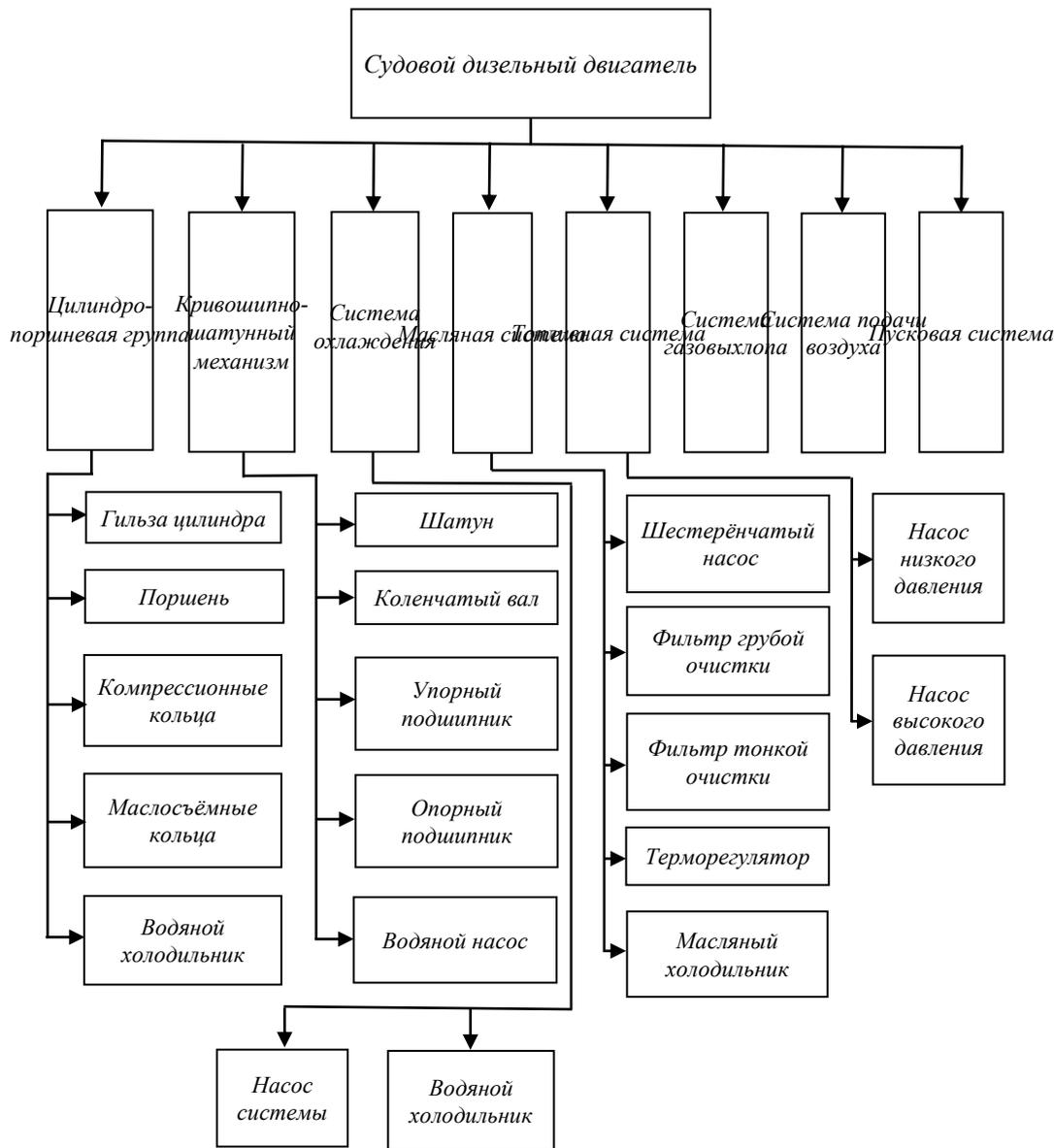


Рис. 4. Пример декомпозиции судового дизельного двигателя как тепловой машины

Fig. 4. An example of decomposition of a marine diesel engine as a heat engine

Каждая система дизеля (дизель-генератора) характеризуется состоянием входящих в ее состав узлов и деталей. Представим судовой дизельный двигатель

рис.4, в виде структурного графа, рис.5. При этом на 1 уровне декомпозиции будет собственно *судовой дизельный двигатель*, на 2 уровне декомпозиции будут находиться входящие в состав *судового дизельного двигателя системы*, на 2 уровне декомпозиции будут находиться входящие в состав *систем узлы и агрегаты*.

Обозначим элементы декомпозиции символом Y , при этом каждому символу присвоим индекс, где первая цифра характеризует уровень декомпозиции, вторая – порядковый номер системы, а третья – порядковый номер узла в системе.

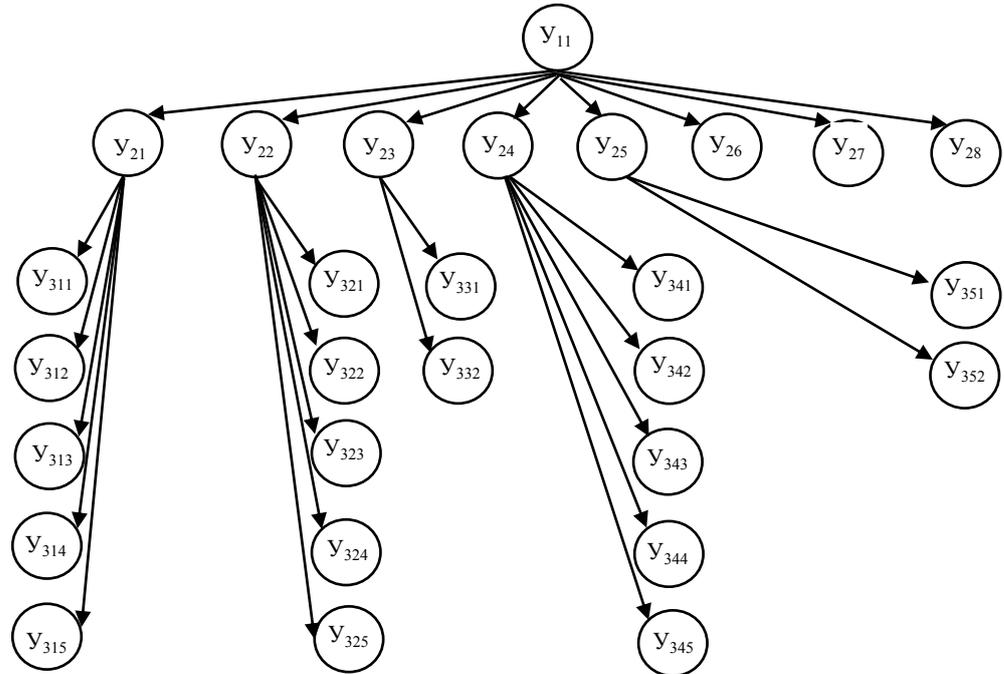


Рис. 5. Структурный граф судового дизельного двигателя

Fig. 5. Structural graph of a marine diesel engine

Каждая вершина *структурного графа судового дизельного двигателя* характеризуется вероятностью его выхода из строя. При этом вероятность наступления отказа при износе, как основной причине выхода деталей и узлов дизельного двигателя из строя в процессе времени, определяется отношением:

$$F(t) = \frac{n(t)}{N} \tag{5}$$

где: $n(t)$ – число деталей и узлов дизельного двигателя, отказавших на момент времени (t) ;

N – число деталей и узлов дизельного двигателя, работающих в начальный момент времени.

Тогда *средняя наработка до отказа* судового дизельного двигателя будет определяться как математическое ожидание наработки до первого отказа:

$$T_o = \int_0^{\infty} P(t)dt = \frac{\sum_{i=1}^n toi}{N} \quad (6)$$

где: $P(t)$ – вероятность безотказной работы, величина, обратная вероятности наступления отказа;

toi – наработка до отказа i – го объекта, час;

N – число деталей и узлов дизельного двигателя, работающих в начальный момент времени.

Из выражения (6) видно, что отказ судового дизельного двигателя определяется отказом наименее надежной детали (узла). Вместе с тем судовладелец в критических ситуациях может эксплуатировать судовые дизельные двигатели на неспецификационных режимах. Тогда *отказ* может определяться как полное нарушение работоспособного состояния судового дизельного двигателя, без снятия мощности с выходного фланца коленчатого вала.

С точки зрения прогнозирования работоспособности судового дизельного двигателя необходимо определить наступление предельного состояния С4 или неработоспособного состояния С5 (рис.1,2). Эта задача решается поиском *структурного параметра*, характеризующего то или иное состояние дизельного двигателя [13].

Структурный параметр — это физическая величина, непосредственно отражающая техническое состояние узла или детали (например, геометрическая форма и размеры, взаимное расположение поверхностей деталей).

Структурные параметры жестко связаны с *диагностическими параметрами*.

Диагностический параметр — это физическая величина, контролируемая средствами диагностирования и косвенно характеризующая работоспособность дизельного двигателя, его узлов и систем (например, шум, вибрация, стук, снижение мощности двигателя, давления масла или воздуха).

Взаимосвязь *структурных* и *диагностических параметров* для каждого конкретного дизельного двигателя устанавливается индивидуально. Как правило, эти взаимосвязи устанавливаются либо предприятием-изготовителем, на основе заводских испытаний, либо на основании информации, полученной при различных ремонтах дизельного двигателя. Прежде всего ищется взаимосвязь таких показателей как наработка и износ. Но, эта взаимосвязь не учитывает условий эксплуатации: например, района плавания судна, характеризующегося температурами воздуха в системе воздухоподдачи (а также его запыленности), забортной воды в системе охлаждения и рядом других. Когда взаимосвязи установлены, строится *диагностическая карта* для контроля состояния судового дизельного двигателя.

Принцип построения диагностической карты заключается в контроле состояния дизельного двигателя по показаниям штатных приборов контроля (либо приборов, входящих в состав диагностических систем). Состояние каждого элемента декомпозиции $У$ (рис.5) характеризуется определенным прибором контроля (либо несколькими приборами). Например, элемент $У_{313}$ характеризуется индикаторной диаграммой, полученной при помощи *максиметра*, элементы $У_{342}$, $У_{343}$ характеризуется по показаниям соответствующих манометров.

Разумеется, глубина диагностирования по предложенной методике будет неглубокой, а точность определения состояния судового дизельного двигателя будет низкой. Однако в краткосрочном прогнозировании состояния судового дизельного двигателя применение методики допустимо. С целью адаптации предлагаемой модели можно провести сглаживание тенденций изменения параметров по методу

прогнозирования Брауна. Для решения этой задачи удобно использовать среднюю арифметическую [14].

К достоинствам методики можно отнести простоту, дешевизну, распространенность. Последнее утверждение актуально для опытных механиков, которые «чувствуют» дизельный двигатель. Подводя методику под научное обоснование, а также автоматизируя процесс контроля состояния судового дизельного двигателя, можно выделить наименее надежные узлы и системы, более эффективно планировать ремонт судового дизельного двигателя, а также эксплуатацию судна в целом.

Заключение

Техническая диагностика – наука о методах определения технического состояния узлов, систем, агрегатов машин. Основной целью технического диагностирования судовых дизельных двигателей является выявление места и причин образования дефектов, а также методов обоснования мероприятий технического обслуживания, наиболее экономичного и наиболее безопасного использования их эксплуатационного ресурса [15].

Процесс диагностирования можно рассматривать как специфический процесс управления. Эффективная организация процессов диагноза технического состояния судового дизельного двигателя на всех этапах его жизненного цикла требует постоянного контроля его технического состояния.

В процессе эксплуатации судового дизельного двигателя для диагностирования применяются системы функционального и тестового диагностирования. Однако при нахождении судна в море на сегодняшний день используются системы функционального диагностирования. Наилучшими показателями по критерию живучести обладают системы, принцип работы которых основан на анализе параметров работы дизеля, полученных от штатных приборов с минимальным количеством дополнительно установленных датчиков. На основе полученных показателей строится диагностическая модель, устанавливающая связь между состояниями дизельного двигателя и их отображениями в пространстве диагностических сигналов. Распознавание состояния дизельного двигателя позволяет отнести его состояние к одному из возможных классов (диагнозов).

Список литературы

1. Sokolov S., Deyneka I., Malich A., Yashonkov A., Yakovlev O. Agricultural machinery used in the process of denaturation of minced fish proteine. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 918 (2020) 012145. DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012145.
2. Рудницкий, А.В. Моделирование функционирования судового оборудования с позиций надёжности (безотказности) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Морская техника и технология. – Астрахань: АГТУ, 2011. – С. 63–66.
3. Викулов С.С. Методы построения алгоритмов диагностирования элементов судовых дизелей на основе системного подхода: Дис.доктора технических наук: 05.08.05 / Викулов Станислав Викторович; «Новосибирская государственная академия водного транспорта». - Новосибирск, 2014. - 312 с.
4. Колесов Л.Н., Оленчук В.И. Разработка модели технического состояния двигателя по данным эксплуатационных наблюдений / Л. Н. Колесов, В. И. Оленчук / Двигателестроение – 1990. – No1. – С. 42 – 45.
5. Методы технического диагностирования дизелей / А. А. Савочкин, И. С. Костин, Д. О. Панин [и др.]. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 14 (304). — С. 88-90. — URL: <https://moluch.ru/archive/304/68490/> (дата обращения: 29.07.2021).
6. Равин А.А. Диагностическое обеспечение судового энергетического оборудования: проблемы и решения : Дис. доктора технических наук: 05.08.05 / Равин Александр

- Александрович; «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет». - Санкт-Петербург, 2015 - 403 с.
7. Минаков В.А. Совершенствование технологии диагностирования тепловозного дизеля по результатам контроля содержания продуктов износа в моторном масле : Дис. канд. технических наук: 05.22.07 / Минаков Виталий Анатольевич; ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения». - Омск, 2018 - 136 с.
8. ГОСТ Р 27.002–2015 Межгосударственный стандарт надежность в технике. Термины и определения. Введ. 2017-03-01. – М.: Стандартиформ, 2016. – 28 с.
9. Махутов Н.А., Гаденин М.М., Юдина О.Н. Научный анализ рисков в жизнеобеспечении человека, общества и государства. Проблемы анализа риска. 2019;16(2):70-86. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-70-86>
10. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
11. Никитин Е.А. и др. Диагностирование дизелей / Е.А. Никитин, Л.В. Станиславский, Э.А. Улановский, О.П. Дзедина, В.Г. Алексеев, В.Г. Щетинин, С.Н. Самойлов / М : Машиностроение, 1987, 224 С.
12. Чичилов И.И. Совершенствование методики и средств диагностирования дизельных двигателей : Дис. канд. технических наук: 05.20.03 / Чичилов Илья Иванович; Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет». - Зеленоград, 2016 - 148 с.
13. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2008
14. Brown. W., Rutan. W. Method for diagnosing an engine using computer based models. Patent USA, 5377112, 1994
15. Дунаев А.В. Разработка методов контроля и управления техническим состоянием самоходных машин в агропромышленном комплексе : Дис. канд. технических наук: 05.20.03 / Дунаев Анатолий Васильевич; ФГБОУ ВО «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка». - Москва, 2016 - 258 с.

References

1. Sokolov S., Deyneka I., Malich A., Yashonkov A., Yakovlev O. Agricultural machinery used in the process of denaturation of minced fish proteine. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 918 (2020) 012145. DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012145.
2. Rudnitsky, A.V. Modeling the functioning of ship equipment from the standpoint of reliability (reliability) // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Ser. Marine engineering and technology. - Astrakhan: AGTU, 2011. - pp. 63-66.
3. Vikulov S.S. Methods of constructing algorithms for diagnosing elements of marine diesel engines based on a systematic approach: Dis. Doctor of Technical Sciences: 05.08.05 / Vikulov Stanislav Viktorovich; "Novosibirsk State Academy of Water Transport".- Novosibirsk, 2014.- 312 p.
4. Kolesov L.N., Olenchuk V.I. Development of a model of the technical condition of the engine according to operational observations / L. N. Kolesov, V. I. Olenchuk / Engine building - 1990. - No1. - pp. 42-45.
5. Methods of technical diagnostics of diesel engines / A. A. Savochkin, I. S. Kostin, D. O. Panin [et al.]. - Text: direct // Young scientist. — 2020. — № 14 (304). — Pp. 88-90. - URL: <https://moluch.ru/archive/304/68490/> (accessed: 07/29/2021).
6. Ravin A.A. Diagnostic support of ship power equipment: problems and solutions : Dis. Doctor of Technical Sciences: 05.08.05 / Ravin Alexander Alexandrovich; "St. Petersburg State Maritime Technical University". - St. Petersburg, 2015 - 403 p.
7. Minakov V.A. Improving the technology of diesel locomotive diagnostics based on the results of monitoring the content of wear products in engine oil : Dis. Candidate of Technical Sciences: 05.22.07 / Minakov Vitaly Anatolyevich; Omsk State University of Railway Engineering. - Omsk, 2018 - 136 p.
8. GOST R 27.002-2015 Interstate standard reliability in engineering. Terms and definitions. Introduction. 2017-03-01. - Moscow: Standartinform, 2016. - 28 p.

9. Makhutov N.A., Gadenin M.M., Yudina O.N. Scientific analysis of risks in the life support of a person, society and the state. Problems of risk analysis. 2019;16(2):70-86. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-70-86>
10. Federal Law No. 116-FZ of 21.07.1997 (as amended on 11.06.2021) "On Industrial Safety of Hazardous production facilities"
11. Nikitin E.A. and D.R. Diagnosing diesels / E.A. Nikitin, L.V. Stanislavsky, E.A. Ulanovsky, O.P. Dzetsina, V.G. Alekseev, V.G. Shchetinin, S.N. Samoilov / M : Mashinostroenie, 1987, 224 p.
12. Chichilanov I.I. Improvement of methods and means of diagnostics of diesel engines : Dis. Candidate of Technical Sciences: 05.20.03 / Chichilanov Ilya Ivanovich; Azov-Black Sea Engineering Institute - branch of the Don State Agrarian University. - Zelenograd, 2016 - 148 p.
13. Non-destructive testing: Reference book: In 8 t. / Under the general editorship of V.V. Klyuev - 2nd ed., ispr. - M.: Mechanical Engineering, 2008
14. Brown. W., Rutan. W. Method for diagnosing an engine using computer based models. Patent USA, 5377112, 1994
15. Dunaev A.V. Development of methods for monitoring and controlling the technical condition of self-propelled machines in the agro-industrial complex : Dis. Candidate of Technical Sciences: 05.20.03 / Dunaev Anatoly Vasilyevich; All-Russian Scientific Research Technological Institute for Repair and Operation of Machine and Tractor Park. - Moscow, 2016 - 258 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кулагин Андрей Владимирович, научный сотрудник; Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации) Военной академии материально-технического обеспечения; Российская Федерация, 191123, г. Санкт-Петербург, Вознесенская набережная, 10 а, ku199121@mail.ru

Andrey V. Kulagin, Researcher; Research Institute (Military-System Research of Material and Technical Support of Armed Forces of the Russian Federation) of Military Academy of Material and Technical Support; Russian Federation, 191123, St. Petersburg, Voznesenskaya embankment, 10 a

Статья поступила в редакцию 03.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 03.11.2021; published online 20.12.2021.

ЭКОНОМИКА, ЛОГИСТИКА И МЕНЕДЖМЕНТ НА ТРАНСПОРТЕ

ECONOMICS, LOGISTICS AND TRANSPORT MANAGEMENT

УДК 338.47:656.029.4

<https://doi.org/10.37890/jwt.v228>

Оптимизация затрат транспортной компании при осуществлении смешанных перевозок

Е.М. Галкина¹

ORCID: 0000-0002-8255-3017

О.В. Почекаева¹

ORCID: 0000-0003-0400-0756

Н.В. Железнова¹

ORCID: 0000-0002-7260-2073

¹*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация: Снижение затрат транспортной компании является одним из ключевых вопросов менеджмента организации. Существуют стандартные пути снижения затрат транспортных компаний; в статье предложены варианты снижения затрат путем взаимодействия нескольких видов транспорта, а именно железнодорожного и автомобильного. В статье рассматриваются варианты перевозки грузов автотранспортной компанией. Для целей снижения эксплуатационных расходов предлагается совмещать использование автомобильного и железнодорожного транспорта на определенных участках пути маршрутов различной протяженности. Авторами сделан вывод о зависимости величины эксплуатационных затрат от расстояния при использовании вышеуказанных видов транспорта.

Ключевые слова: затраты, смешанные перевозки, автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, снижение затрат, себестоимость

Optimization of the costs of a transport company in the implementation of multimodal transport

E.M. Galkina¹

ORCID: 0000-0002-8255-3017

O.V. Pochekaeva¹

ORCID: 0000-0002-8255-3017

N.V. Zheleznova¹

ORCID: 0000-0002-8255-3017

¹*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract: Reducing the costs of the transport company is one of the key issues in the management of the organization. There are standard ways to reduce the costs of transport companies, the article proposes options for reducing costs through the interaction of several modes of transport, namely, rail and road. The article discusses options for the transportation of goods by a trucking company. For the purpose of reducing operating costs, it is proposed

to combine the use of road and rail transport on certain sections of the route of routes of various lengths. The authors made a conclusion about the dependence of the operating costs on the distance when using the above types of transport.

Keywords: costs, multimodal transport, road transport, rail transport, cost reduction, cost

Введение

Результаты оценки состояния автомобильного транспорта свидетельствуют о том, что его возможности по увеличению объема перевозок, а значит и доходов в настоящее время ограничены. Между тем, повышение эффективности производства определяется не только ростом доходов, но и уровнем затрат. И если рост доходов от перевозок можно считать для автотранспортного предприятия относительно управляемым фактором, так как он зависит от результатов работы в других отраслях производства и платежеспособности потребителей, то в направлении снижения затрат еще имеются резервы. Однако основные надежды предприятия связывают с внешней средой и ее стабильностью и не стремятся к поиску внутренних резервов как более надежных. [1]

Учитывая опыт западной экономической науки и практики, активно использующей именно внутренние резервы, в настоящее время снижение затрат является той сферой деятельности, на которую грузовые автотранспортные предприятия должны прежде всего обратить внимание и направить усилия. [2]

В зарубежной практике [3,4] сложилось мнение, что любые грузоперевозки на расстояние более 500 километров выгоднее осуществлять железнодорожным транспортом. В России же данный норматив не используется, в то же время в научной литературе [5,8, 9-15] присутствует упоминание о том, что грузоперевозки железнодорожным транспортом выгоднее осуществлять на дальние расстояния. Следовательно, для совершенствования деятельности компании в области снижения текущих затрат и получения наибольшей выгоды от транспортного экспедирования грузов, руководству компании необходимо рассмотреть такой вариант, как привлечение кроме автомобильного, также и железнодорожного транспорта, и именно при организации дальних грузоперевозок.

Методы

В статье использованы теоретические методы исследования, а именно: анализ и синтез, моделирование, сопоставление и обобщение.

Результаты

Для проведения исследования нам необходимо выбрать несколько маршрутов различной протяженности для определенной коммерческой организации, которой было выбрана транспортно-экспедиционная компания ООО «Паутина дорог» [6]. При анализе заявок клиентов выяснилось, что наиболее востребованными являются такие маршруты как:

- а) Нижний Новгород - Темрюк, Краснодарский край;
- б) Нижний Новгород - Новый Уренгой;
- в) Нижний Новгород - Благовещенск.

Данные маршруты идеально подходят для нашего исследования, потому что они имеют различные расстояния. Так как по всем выбранным маршрутам проложены железнодорожные пути, у нас появилась возможность сравнения экономического эффекта от организации перевозки автомобильным транспортом с экономическим эффектом от перевозки по этим же маршрутам железной дорогой. При анализе

клиентской базы были выявлены постоянные клиенты, находящиеся в выбранных ранее городах.

Пунктом отправления для всех маршрутов будет являться компания ООО «Паутина дорог», Нижний Новгород.

Пункт назначения для первого маршрута – компания «Трансгазкубань», г. Темрюк. Пункт назначения для второго маршрута - ООО «Газпром добыча Уренгой», г. Новый Уренгой. Для третьего маршрута пунктом назначения выбираем компанию ОАО «Амургаз», г. Благовещенск.

При организации железнодорожной перевозки мы воспользуемся программным продуктом «Альта-Софт». В функции данной программы входит разработка оптимального железнодорожного маршрута и поиск кратчайшего расстояния. Данные о протяженности маршрутов представим в виде таблицы 1.

Таблица 1

Данные о протяженности исследуемых маршрутов

Маршрут	Протяженность (км)
Нижний Новгород–Темрюк	1733
Нижний Новгород – Новый Уренгой	3336
Нижний Новгород – Благовещенск	7622

Все три маршрута имеют разные расстояния, что позволяет сравнить затраты на организацию грузоперевозок по заданным маршрутам с использованием различных видов транспорта.

Перед тем, как рассчитывать затраты на перевозку грузов автомобильным или железнодорожным транспортом, следует указать, что в любом случае от пунктов отправления и назначения до железнодорожных станций необходимо организовать грузоперевозку автомобильным транспортом, поэтому возникает потребность в изучении маршрутов подвоза. То есть в грузоперевозках с использованием железнодорожного транспорта участвует еще и автомобильный транспорт, поэтому речь пойдет о смешанных перевозках. Необходимо определить расстояние от пунктов отправления и назначения до железнодорожных станций и время прохождения этих участков пути. Расстояние и время рассчитано с помощью онлайн – сервиса «Яндекс.Карты», данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расстояние и время пути от железнодорожных станций до пунктов отправления и назначения

Участок пути	Расстояние, км	Время в пути, ч
г. Нижний Новгород, ул. Подводников, 4-1 – ж/д станция Нижний Новгород – Московский	10	0,4
г. Темрюк, ул. Промышленная, 1 – ж/д станция Темрюк	8	0,3
г. Новый Уренгой, ул. Железнодорожная, 8 – ж/д станция Новый Уренгой	5	0,2
г. Благовещенск, ул. Мухина, 80 – ж/д станция Благовещенск	4	0,15

Как видно, расстояние перевозок автомобильным транспортом не превышает 10 км и время перевозки составляет около 15 минут на каждом маршруте, но при расчете

затрат необходимо учесть еще время погрузки и разгрузки автотранспортного средства. Нормы данных манипуляций представлены в таблице 3.

Таблица 3

Нормы времени на механизированную погрузку-разгрузку автомобилей

Грузоподъемность автомобиля (тонн)	Погрузка		Разгрузка	
	Грузы, перевозимые со счетом мест (шт.)	Грузы, перевозимые без счета мест (навалом)	Грузы, перевозимые со счетом мест (шт.)	Грузы, перевозимые без счета мест (навалом)
До 1,5 включительно	9	4	9	4
Свыше 1,5 до 2,5 включительно	10	5	10	5
Свыше 2,5 до 4 включительно	12	6	12	6
Свыше 4 до 7 включительно	15	7	15	7
Свыше 7 до 10 включительно	20	8	20	8
Свыше 10 до 15 включительно	25	10	25	10
Свыше 15 до 20 включительно	30	15	30	15

Учитывая грузоподъемность выбранного автомобиля «MAN», используемого компанией «Паутина дорог», за основу будем брать груз весом более 20 т, поэтому время погрузки и выгрузки соответственно равняется 1 часу. Это время и будет учитываться при подсчете себестоимости.

Итак, построим маршруты следования по всем трем направлениям. С помощью онлайн – сервиса «Альта – Софт» формируем маршрут следования от станции Нижний Новгород – Московский до станции Темрюк. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

Маршрут следования железнодорожного транспорта Нижний Новгород – Темрюк

Код станции	Станция 1	Код станции	Станция 2	Перегон, км
26020	Нижний Новгород – Московский	26210	Петушки	316
26210	Петушки	22381	Пост 315 км	330
22381	Пост 315 км	58620	Чертково	582
58620	Чертково	52300	Темрюк	723

Общее расстояние перевозки по железной дороге составляет 1951 км.

Путь следования по маршруту Нижний Новгород – Новый Уренгой представлен в таблице 5.

Таблица 5

Маршрут следования железнодорожного транспорта Нижний Новгород – Новый Уренгой

Код станции	Станция 1	Код станции	Станция 2	Перегон, км
26020	Нижний Новгород – Московский	76184	Чаепца	714
76184	Чаепца	79940	Новый Уренгой	2176

Расстояние железнодорожной перевозки по данному маршруту составляет 2890 км.

Путь следования по маршруту Нижний Новгород – Благовещенск представлен в таблице 6.

Таблица 6

Маршрут следования железнодорожного транспорта Нижний Новгород – Благовещенск

Код станции	Станция 1	Код станции	Станция 2	Перегон, км
26020	Нижний Новгород – Московский	76184	Чаепца	714
76184	Чаепца	83160	Называевская	1341
83160	Называевская	88010	Мариинск	1153
88010	Мариинск	92020	Юрты	779
92020	Юрты	94010	Петровский Завод	1295
94010	Петровский Завод	95470	Благовещенск	2192

Общее расстояние железнодорожной перевозки по данному маршруту составляет 7474 км.

Для того, чтобы определить эффективность предложенных решений по оптимизации деятельности компании, необходимо рассчитать себестоимость и прибыль от организации перевозки автомобильным и железнодорожным транспортом, а затем сравнить и проанализировать полученные результаты. Также необходимо установить зависимость принятия решения от тех или иных условий перевозки. Как говорилось ранее, основным фактором, влияющим на себестоимость перевозок, является расстояние. Нам необходимо рассчитать себестоимость и основные экономические показатели при организации грузоперевозок по выбранным маршрутам. В первую очередь произведем расчеты для автомобильной перевозки, а затем для смешанной перевозки, используя в качестве основного вида транспорта железнодорожный.

Себестоимость перевозок по трем маршрутам при помощи автомобильного транспорта была установлена с помощью отчетной документации, и ее данные представлены в таблице 7.

Таблица 7

Себестоимость автомобильных грузоперевозок ООО «Паутина дорог»

Маршрут перевозки	Эксплуатационные расходы, руб.	Себестоимость, руб./т
Нижний Новгород – Темрюк	146066	7111
Нижний Новгород – Новый Уренгой	275980	13436
Нижний Новгород – Благовещенск	630238	31123

Из таблицы видно, что чем больше протяженность пути, тем выше затраты на перевозку груза.

Теперь рассчитаем себестоимость смешанной перевозки, где за основу будет браться железнодорожный транспорт, а дополнительно будут учитываться затраты на организацию подвоза груза к железнодорожным станциям с помощью автомобильного транспорта.

Так как расчет себестоимости железнодорожных перевозок является очень сложным процессом, существуют различные программные продукты для расчета стоимости перевозки. Как говорилось ранее, мы будем использовать онлайн – сервис «Альта – Софт». Использование данного сервиса, а не расчет себестоимости вручную, обусловлено также тем, что компания ООО «Паутина Дорог» является транспортной компанией, занимающейся автомобильными перевозками и, скорее всего, для расчета стоимости смешанной перевозки персонал компании воспользуется одним из таких онлайн – сервисов.

Итак, воспользовавшись программным продуктом «Альта – Софт» мы получили данные о себестоимости грузоперевозки железнодорожным транспортом от станции Нижний Новгород – Московский до станции Темрюк. Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8

Расчет себестоимости железнодорожной перевозки от станции Нижний Новгород – Московский до станции Темрюк

Статья затрат	Сумма, руб.
Перегон в прямом направлении (1951 км)	
Сумма	118032
НДС (20%)	23606
Всего	141638
За тонну	6896
Возврат в порожнем состоянии (1171 км)	
Сумма	15617
НДС (20%)	3103
Всего	18620
Итого	160258
За одну тонну	7802

Дополнительно с этим в себестоимость перевозки необходимо включить распределяемые затраты, затраты на погрузо-разгрузочные работы и затраты на подвоз автомобильным транспортом.

Так как при перевозке железнодорожным транспортом затраты на общепроизводственные расходы снижаются, следовательно, снижаем процент распределяемых расходов относительно автомобильного транспорта до 5%. Рассчитываем распределяемые затраты по формуле (1).

$$C_p = (C_{зп} + C_t + C_{см} + C_{тоир} + C_{ш} + C_a + C_k + C_n) * a_{p,r.}, \quad (1)$$

где $C_{зп}$ – затраты на заработную плату водителей, руб.;

C_t – затраты на топливо, руб.;

$C_{см}$ – затраты на смазочные материалы, руб.;

$C_{тоир}$ – затраты на технический осмотр и ремонт, руб.;

$C_{ш}$ – затраты на износ шин, руб.;

C_a – затраты на амортизацию, руб.;

C_k – косвенные затраты, руб.;
 $C_{п}$ – затраты за проезд по системе «Платон», руб.;
 $a_{р.р.}$ – норма распределительных расходов в общей сумме расходов, 15%

Получаем: $C_p^{ж/д(T)} = 160258 * 0,05 = 8013$ руб.

Расчет затрат на погрузо-разгрузочные работы производится в соответствии с государственными сметными нормативами [7]. Сметные цены на выполнение погрузки и разгрузки секции теплообменной при перевозке железнодорожным транспортом представлены в таблице 9.

Таблица 9

Сметные цены на погрузо-разгрузочные работы при железнодорожных перевозках воздуховодов и деталей вентиляционных

Погрузка, руб./т	Разгрузка, руб./т
330	340

Расчет затрат на погрузо-разгрузочные работы осуществляется по формуле (2):

$$C_{\text{пог/раз}} = G_{\text{гр}} * (C_{\text{пог}} + C_{\text{раз}}), \quad (2)$$

где $C_{\text{пог}}$ – сметная цена погрузки, руб./т;
 $C_{\text{раз}}$ – сметная цена разгрузки, руб./т.
 $G_{\text{гр}}$ – масса груза

Получаем: $C_{\text{пог/раз}}^{ж/д(T)} = 20,54 * (330 + 340) = 13762$ руб.

Эксплуатационные расходы грузоперевозки в данном случае складываются из общих затрат в пути, распределяемых затрат и затрат на погрузо-разгрузочные работы и составят 182033 руб. (160258 + 8013 + 13762).

Расстояние подвоза будет складываться из расстояния подвоза от пункта отправления до железнодорожной станции и подвоза от станции назначения до грузополучателя в соответствии с таблицей 2 и составит 18 км.

Время осуществления подвоза также рассчитываем в соответствии с таблицей 2, при этом учитываем время погрузо-разгрузочных работ. Согласно расчетам, время подвоза составило 2,7 часа (0,4+0,3+2).

Определив время и расстояние подвоза, рассчитываем себестоимость работы автомобильного транспорта на данном маршруте.

Расчет переменных затрат: $\sum C_{\text{пер}}^{\text{под}(T)} = 18 * 35,65 = 641$ руб.

Расчет постоянных затрат: $\sum C_{\text{пост}}^{\text{под}(T)} = \frac{2,7}{24} * 7527,78 = 847$ руб.

Расчет распределяемых затрат: $C_p^{\text{под}(T)} = (641 + 847) * 0,15 = 223$ руб.

Расчет общих затрат в пути: $C_{\text{общ}}^{\text{под}(T)} = (641 + 847 + 223) = 1711$ руб.

Расчет эксплуатационных расходов с учетом погрузо-разгрузочных работ: $C_{\text{полн}}^{\text{под}(T)} = 1711 + 9038 = 10749$ руб.

Расчет эксплуатационных расходов смешанной грузоперевозки осуществляется по формуле (3):

$$C_{\text{смеш}} = C_{\text{полн}}^{ж/д} + C_{\text{полн}}^{\text{под}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{смеш}}$ – себестоимость смешанной грузоперевозки, руб.

$$C_{\text{смеш}}^{(T)} = 182033 + 10749 = 192782 \text{ руб.}$$

Таким образом, себестоимость перевозки на 1 т груза составляет:

$$C_{\text{едсмеш}}^{(T)} = \frac{192782}{20,54} = 9386 \text{ руб./т}$$

Расчет себестоимости железнодорожных перевозок на маршрутах Нижний Новгород - Новый Уренгой и Нижний Новгород – Благовещенск осуществляем аналогично. Результаты расчетов себестоимости смешанных перевозок по всем маршрутам сведены в таблице 10.

Таблица 10

Результаты расчетов себестоимости смешанных грузоперевозок

Маршрут перевозки	Эксплуатационные расходы, руб.	Себестоимость, руб./т
Нижний Новгород – Темрюк	192782	9386
Нижний Новгород – Новый Уренгой	245700	11962
Нижний Новгород – Благовещенск	509777	24819

Сравнивая полученные данные с таблицей 7, можно сделать вывод о том, что переводить грузоперевозки на расстояние менее 2500 км на железнодорожном транспорте невыгодно, так как в этом случае расходы не сокращаются, а наоборот увеличиваются. В случае с дальними перевозками это становится достаточно выгодным мероприятием. Так при переводе перевозок в Благовещенск с автотранспорта на железнодорожный, можно экономить 20% денежных средств, что достаточно выгодно. Что касается маршрута Нижний Новгород – Новый Уренгой, то также выгоднее использовать железнодорожный вариант перевозок, разница составляет около 30 000 руб.

Заключение

Таким образом, в ходе вычислений было установлено, что наиболее выгодно такой вариант перевозки использовать лишь на дальних расстояниях (свыше 3000 км), так как это сокращает затраты на оказание услуг примерно на 20 %.

Список литературы

1. Болатбиев А.К., Миркина О.Н. Управление затратами как фактор влияния на финансовые результаты деятельности предприятия// В сборнике: Теоретические и прикладные аспекты научных исследований Сборник статей по материалам II научно-практической конференции. 2017. - С. 10.
2. Никитина Е.Б., Жуковская С.Л. Управление затратами и контроллинг: учеб. пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2019. – С.47.
3. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет: Учебное пособие для вузов/Пер. с англ. под ред. Н.Д. Эриашвили; Предисловие проф. П.С. Безруких. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 2018 - 783 с.
4. Kotler, Keller. Marketing Management 6th edition. New York: Wiley Interscience, 2016. 576 p.
5. Khabarova A. A. The application of activity-based costing (ABC) method in the wholesale trade / A. A. Khabarova // Modern science. - 2018. - № 2. - С. 65-70.
6. Паутина дорог [сайт] URL: <http://pautinad.nnv.ru/> (дата обращения 09.05.2021)
7. Государственные сметные нормативы. Федеральные сметные цены на перевозки грузов для строительства. ФССЦпг 81-01-2001. М., 2017.
8. Бутусов, А. С. Современные проблемы транспортной логистики и пути их решения / А. С. Бутусов, А. О. Ничипорук, И. П. Смирнова // Транспорт: проблемы, цели, перспективы

- (транспорт 2020) : материалы всероссийской научно-технической конференции, Пермь, 15 февраля 2020 года / Под редакцией Е.В. Чабановой. – Пермь: Пермский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волжский государственный университет водного транспорта", 2020. – С. 256-259.
9. Nekrasov, A. Complex Digital Model of Transport Logistic System Transformation / A. Nekrasov, A. Sinitsyna // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 117. – P. 244-251. – DOI 10.1007/978-3-030-44610-9_24.
10. Bubnova, G. V. Economic Models of Well-Balanced Usage of the Economic Resources of a Transportation Company / G. V. Bubnova, A. I. Frolovichev, E. S. Akopova // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 87. – P. 838-845. – DOI 10.1007/978-3-030-29586-8_95.
11. Gainochenko, T. M. Key Parameters of Transport Development in Russia at the Contemporary Stage / T. M. Gainochenko, A. V. Kurbatova, E. S. Kurbatova // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020. – Vol. 115. – P. 28-38. – DOI 10.1007/978-3-030-40749-0_4.
12. Logistic evaluation of the choice of service provider in transport under different conditions / J. Majercak, P. Majercak, A. Kurbatova, E. Kurbatova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 8, Novosibirsk, 22–27 мая 2020 года. – Novosibirsk, 2020. – P. 012051. – DOI 10.1088/1757-899X/918/1/012051.
13. Bolgova, E. V. Big Data Analytics in the Model “Cargo Flow-Transport and Logistics Infrastructure” / E. V. Bolgova, V. A. Haitbaev, S. A. Nikishchenkov // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 133. – P. 405-413. – DOI 10.1007/978-3-030-47458-4_49.
14. Andronchev, I. Theoretical and Multiple Model of Transport Multi-operational Reconfigurable Processes / I. Andronchev, S. Nikishchenkov, P. Romanova // Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). – 2020. – Vol. 1116 AISC. – P. 1054-1063. – DOI 10.1007/978-3-030-37919-3_103.
15. Цвиров, В. В. Особенности организации взаимодействия железнодорожного транспорта с обслуживающим его автомобильным транспортом (на примере ООО «Ресурстранс») / В. В. Цвиров, Л. К. Акопян // Великие реки - 2020 : Труды 22-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 27–29 мая 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 132.

References

1. Bolatbiev A.K., Mirkina O.N. Upravlenie zatratami kak faktor vliyaniya na finansovye rezul'taty deyatel'nosti predpriyatiya// V sbornike: Teoreticheskie i prikladnye aspekty nauchnykh issledovaniy Sbornik statei po materialam II nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2017. - S. 10.
2. Nikitina E.B., Zhukovskaya S.L. Upravlenie zatratami i kontrolling: ucheb. posobie / Perm. gos. nats. issled. un-t. – Perm', 2019. – S.47.
3. Druri K. Vvedenie v upravlencheskii i proizvodstvennyi uchet: Uchebnoe posobie dlya vuzov/Per. s angl. pod red. N.D. Ehriashvili; Predislovie prof. P.S. Bezrukikh. – 3-e izd., pererab. i dop. – M.: Audit, YUNITI, 2018 - 783 s.
4. Kotler, Keller. Marketing Management 6th edition. New York: Wiley Interscience, 2016. 576 p.
5. Khabarova A. A. The application of activity-based costing (ABC) method in the wholesale trade / A. A. Khabarova // Modern science. - 2018. - No. 2. - P. 65-70.
6. Web of roads [site] URL: <http://pautinad.nnv.ru/> (date of treatment 05/09/2021)
7. State estimated standards. Federal estimated prices for transportation of goods for construction. FSSTSpG 81-01-2001. M., 2017.
8. Butusov, A. S. Sovremennye problemy transportnoi logistiki i puti ikh resheniya / A. S. Butusov, A. O. Nichiporuk, I. P. Smirnova // Transport: problemy, tseli, perspektivy (transport 2020) : materialy vserossiiskoi nauchno-tekhnikeskoi konferentsii, Perm', 15 fevralya 2020 goda / Pod redaktsiei E.V. Chabanovoi. – Perm': Permskii filial Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya "Volzhskii gosudarstvennyi universitet vodnogo transporta", 2020. – S. 256-259.
9. Nekrasov, A. Complex Digital Model of Transport Logistic System Transformation / A. Nekrasov, A. Sinitsyna // Lecture Notes in Networks and Systems. - 2020. - Vol. 117. - P. 244-251. - DOI 10.1007 / 978-3-030-44610-9_24.

10. Bubnova, G. V. Economic Models of Well-Balanced Usage of the Economic Resources of a Transportation Company / G. V. Bubnova, A. I. Frolovichev, E. S. Akopova // Lecture Notes in Networks and Systems. - 2020. - Vol. 87. - P. 838-845. - DOI 10.1007 / 978-3-030-29586-8_95.
11. Gainochenko, T. M. Key Parameters of Transport Development in Russia at the Contemporary Stage / T. M. Gainochenko, A. V. Kurbatova, E. S. Kurbatova // Lecture Notes in Networks and Systems. - 2020. - Vol. 115. - P. 28-38. - DOI 10.1007 / 978-3-030-40749-0_4.
12. Logistic evaluation of the choice of service provider in transport under different conditions / J. Majercak, P. Majercak, A. Kurbatova, E. Kurbatova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 8, Novosibirsk, May 22–27 2020 year. - Novosibirsk, 2020. - P. 012051. - DOI 10.1088 / 1757-899X / 918/1/012051.
13. Bolgova, E. V. Big Data Analytics in the Model “Cargo Flow-Transport and Logistics Infrastructure” / E. V. Bolgova, V. A. Haitbaev, S. A. Nikishchenkov // Lecture Notes in Networks and Systems. - 2021. - Vol. 133. - P. 405-413. - DOI 10.1007 / 978-3-030-47458-4_49.
14. Andronchev, I. Theoretical and Multiple Model of Transport Multi-operational Reconfigurable Processes / I. Andronchev, S. Nikishchenkov, P. Romanova // Advances in Intelligent Systems and Computing (see books). - 2020. - Vol. 1116 AISC. - P. 1054-1063. - DOI 10.1007 / 978-3-030-37919-3_103.
15. Tsverov, V. V. Peculiarities of the organization of interaction between railway transport and the motor transport serving it (on the example of LLC "Resurstrans") / V. V. Tsverov, L. K. Akopyan // Great rivers - 2020: Proceedings of the 22nd international Scientific and Industrial Forum, Nizhny Novgorod, May 27-29, 2020. - Nizhny Novgorod: Volga State University of Water Transport, 2020. - P. 132.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Галкина Екатерина Михайловна, студент института экономики, управления и права, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: bu_vsa@bk.ru

Почекаева Ольга Вадимовна, к.э.н., доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Железнова Наталья Владимировна, к.т.н., доцент кафедры управления транспортом, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: zheleznova@vsawt.com

Ekaterina M. Galkina, student of the Institute of Economics, Management and Law, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Olga V. Pochekaeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Finance, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Natalya V. Zheleznova, Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport Management, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 13.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 13.11.2021; published online 20.12.2021.

УДК 658.8

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.221>

Взаимосвязь логистики и торгового маркетинга в компаниях FMCG сектора

Ж.К. Кегенбеков¹

ORCID: 0000-0001-8175-7440

А.Н. Алипова¹

А.Г. Бидашева¹

¹*Казахстанско-Немецкий университет, г. Алматы, Казахстан*

Аннотация: Логистика и маркетинг обычно связаны с удовлетворением потребностей и желаний клиентов, соответственно, посредством их функций спроса и предложения на рынке. Чтобы организации могли успешно предоставлять более высокую ценность для клиентов, необходимо объединить логистические и маркетинговые функции. В мире с каждым годом значение транспорта в экономике каждого государства повышается, так как уровень его развития имеет большое влияние на конкурентоспособность экономики страны. Актуальность исследования заключается в том, что взаимосвязь между логистикой и маркетингом имеет решающее значение для обслуживания клиентов рынка FMCG (Fast Moving Consumer Goods – товары повседневного спроса). Успешная связь логистики и маркетинга представляет источник получения конкурентных преимуществ, позволяющий обеспечить лучшее обслуживание клиентов, сохранив низкую стоимость товаров. В данной статье представлены теоретические основы организации логистики FMCG рынка Республики Казахстан (РК). Представлена текущая ситуация внутренней торговли товарами повседневного спроса, описан вклад в ВВП страны. Также приведены основные аспекты и функции логистики и маркетинга для поиска совместных областей и конфликтов. Описаны принципы управления цепями поставок рынка, проведен анализ интеграции логистики и маркетинга на примере концепций трейд-маркетинга в системах распределения современных компаний, описан логистический подход к определению торгово-маркетинговой деятельности. Важным результатом анализа стало определение маркетинговой логистики, как источника получения конкурентных преимуществ, наряду с описанием цифровых технологий маркетинговой логистики и риски их применения.

Ключевые слова: логистика, маркетинг, рынок товаров, торговые центры, дистрибьюторы, концепций и стратегий

The relationship between logistics and trade marketing in FMCG companies

Zhandos K. Kegenbekov¹

ORCID: 0000-0001-8175-7440

Alima.N. Alipova¹

Alina G. Bidasheva¹

¹*Kazakhstan-German University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract: Logistics and marketing are usually concerned with satisfying the needs and wants of customers, respectively through their supply and demand functions in the marketplace. In order for organizations to successfully provide more value to customers, it is necessary to combine logistics and marketing functions. Globally, the importance of transport in every nation's economy is increasing every year, as its level of development has a major impact on

the competitiveness of a nation's economy. The relevance of the study is that the relationship between logistics and marketing is crucial to serve FMCG market customers. A successful relationship between logistics and marketing, represents a source of competitive advantage to provide better customer service while keeping the cost of goods low. This paper presents the theoretical basis for the logistics organization of Kazakhstan's FMCG market. The current situation of domestic FMCG trade is presented and the contribution to the country's GDP is described. The main aspects and functions of logistics and marketing for finding joint areas and conflicts are also given. The principles of market supply chain management are described, the integration of logistics and marketing is analyzed using the concepts of trade marketing in distribution systems of modern companies as an example, and the logistics approach to trade and marketing activities is described. An important outcome of the analysis is the definition of marketing logistics as a source of competitive advantage, together with a description of digital marketing logistics technologies and the risks of their application.

Keywords: logistics, marketing, goods market, shopping centers, distributors, concepts and strategies

Введение

Актуальность исследования заключается в том, что взаимосвязь между логистикой и маркетингом имеет решающее значение для обслуживания клиентов рынка FMCG. Успешная связь логистики и маркетинга представляет источник получения конкурентных преимуществ, позволяющий обеспечить лучшее обслуживание клиентов, сохранив низкую стоимость товаров.

Рынок FMCG Казахстана сохраняет тенденцию роста даже с учетом текущей ситуации в мире, что обосновывает необходимость научных изысканий в выбранной области. Ранее подобных исследований не проводилось, поэтому проведен теоретический анализ состояния рынка FMCG в Казахстане, цепей поставок и каналов распределения.

Цель исследования состоит в разработке научно - методологических и практических рекомендаций по эффективному управлению предприятием с целью повышения его конкурентоспособности путем интеграции маркетинга и логистики. Задачей данного научного исследования является анализ интеграции отделов в деятельности современных компаний и разработка предложений и рекомендаций для повышения конкурентных преимуществ взаимосвязи логистики и маркетинга. В соответствии с намеченной целью и задачами исследования нами были определены следующие методы:

- теоретические: анализ литературы, статистических данных по теме исследования;
- эмпирические: изучение и обобщение - на основе данной методологии определены и рассмотрены исторические примеры, возможные сценарии интеграции логистики и маркетинга, основные риски, практическое внедрение цифровых логистических технологий в цепочки поставок;
- статистические: графики, таблицы, сравнительный анализ, экономические расчеты. Применялся системный подход.

Хронологические рамки исследования охватывают материалы, относящиеся к отрезку времени в последние 5 лет и географическому региону Евразии, по причине схожей экономической ситуации.

Степень научной и практической разработанности проблемы выражается в анализе научной литературы Рахимбаевой А. А., Измайловой Д.А., Игроковой К.А., Гвилия Н.А., А.В. Парфёнова, Т.Г. Шульженко и др. ученых, описывающих взаимосвязь логистики и маркетинга посвященной тематике, рассматриваемой в

данной работе. В исследовании уделено внимание официальным материалам комитета по статистике министерства национальной экономики РК и других международных организаций, выступления официальных представителей Nielsen, крупнейшей независимой фирмы, проводящей маркетинговые измерения в индустрии товаров повседневного спроса, медиа-исследования потребителей.

Также источниками исследования стали базы данных Scopus, JSTOR, базы статей научной электронной библиотеки, электронные базы университета, учебники и книги, статьи отечественных авторов. К примеру, данная тема хорошо описана в результатах научной работы Hecht, A.A., Perez, C.L., Polascek, M., Thorndike, A.N., Franckle, R.L., Moran, A.J. на тему «Influence of food and beverage companies on retailer marketing strategies and consumer behavior», где цель обзора состояла в том, чтобы: (1) составить каталог методов стимулирования торговли, которые производители используют для влияния на маркетинговые стратегии розничных продавцов, и (2) описать, как эти маркетинговые стратегии розничных продавцов влияют на покупательское поведение и отношение потребителей. Исследователи провели поиск в пяти базах данных, Academic Search Ultimate, Business Source Ultimate, PsycINFO, PubMed и Web of Science, чтобы найти литературу из отраслевых и академических источников, опубликованную на английском языке до ноября 2019 года. Двадцать статей, описывающих практику продвижения товаров производителями, были обобщены и дали представление о четырех типах практики продвижения товаров: управление категориями, скидки на слоты, ценовые скидки и совместная реклама. Пятьдесят четыре статьи, описывающие влияние маркетинга розничных продавцов на потребителей, были обобщены и оценены по качеству доказательств. Хотя сравнение между исследованиями затруднено, результаты свидетельствуют о том, что маркетинговые стратегии розничных торговцев, такие как ценовые акции и заметное размещение товаров, приводят к увеличению продаж. Результаты могут направить усилия политиков, специалистов в области общественного здравоохранения и розничной торговли продуктами питания на создание розничной среды, способствующей улучшению здорового питания при сохранении финансовых интересов розничной торговли [1].

Ученые из Universidad de la guajira, (Colombia) Romero Zúñiga, C.M., Cataño, C.M., Mejía González, L.P. в своих исследованиях на тему «Logistics in the marketing distribution channels in wayuu crafts companies» анализируя логистику в маркетинговых каналах распределения в компаниях ремесленников Wayuu в специальном туристическом и культурном районе Риохача, пришли к выводу, что ремесленники предпочитают устанавливать прямые связи с потребителями для создания прочных отношений с клиентами [11].

В работе исследователей Silva Guerra, H., Llinas Solano, H., Castellanos Ramírez, A., Moreno Freites, Z. на тему «Characterization of the logistics Marketing required by the importing and exporting SMEs of Barranquilla-Colombia» характеризует портфель логистических продуктов или услуг, необходимых Barranquilla SMEs, независимо от того, являются ли они собственными или субподрядными, и экспортируют они или импортируют. Для этого используется неэкспериментальный, поперечный и качественный дизайн и исследование корреляционного типа. Он разработан путем прямого опроса каждого из 40 отобранных предпринимателей города Барранкилья, расположенных в различных секторах экономики и развивающих внешнеторговые операции (импорт-экспорт) [12].

В работе исследователей Gascoyne, C., Scully, M., Wakefield, M., Morley, B. на тему «Food and drink marketing on social media and dietary intake in Australian adolescents: Findings from a cross-sectional survey» изучили связь между воздействием и участием в рекламе продуктов питания или напитков в социальных сетях и

потреблением нездоровой пищи и напитков среди австралийских подростков. Многоуровневая логистическая регрессия оценивала связь между воздействием и участием в маркетинге продуктов питания в социальных сетях и высоким потреблением нездоровой пищи и напитков, и пришли к выводу, что связь между воздействием и участием в маркетинге продуктов питания или напитков и высоким потреблением нездоровых напитков была характерна для мужчин, при этом все ассоциации сохранялись независимо от возраста. Привлечение производителей к более высоким стандартам в цифровом маркетинге вредных продуктов питания и напитков путем совершенствования политики и возможностей правоприменения может иметь решающее значение для того, чтобы молодые люди могли придерживаться здорового питания [13].

Также в рамках исследования была проанализирована работа Chaudhary, S., Suri, P.K., где предпринята попытка ранжировать факторы, влияющие на постоянное использование электронной торговли в индийском сельскохозяйственном маркетинге. Обзор опубликованной литературы помог выявить ключевые факторы, влияющие на использование электронной торговли в сельскохозяйственном маркетинге. Факторы ранжированы с использованием эффективной методологии Interpretive Ranking Process (IRP), принятой в контексте сельскохозяйственного маркетинга [14].

Работа исследователей Chicherova, E.Y., Semenova, J.A., Dmitrieva, O.V., Anasenko, E.V., Popov, K.I., Kovaleva, N.I. на тему «Marketing logistics as a factor of strategic development of business structures» была тщательно изучена и применена для дальнейшего решения задачи. В их работе рассматривается обоснование маркетинговой логистики как фактора развития бизнес-структур [15].

Основные характеристики и особенности FMCG рынка в РК

Каждый день миллионы людей потребляют огромное количество товаров для получения определенной пользы, удовлетворения своих потребностей. На сегодняшний день, можно смело заявить, что рынок товаров повседневного спроса, то есть рынок FMCG – один из самых крупных, стремительно развивающихся рынков. Кроме того, на рынке FMCG существуют лидирующие продуктовые сегменты, к примеру, соковое направление, которое будет рассмотрено в данном исследовании. Товары этой категории, несмотря на свою невысокую прибыльность, представляют собой экономически выгодную категорию за счет больших объемов продаж и быстрой оборачиваемости.

Сектор FMCG представляет собой потребительские товары, необходимые для повседневного или частого использования. Основными разделами этого сектора являются индивидуальный уход (уход за полостью рта, волосами, мыло, косметика, туалетные принадлежности), уход за домом (стирка и домашние чистящие средства), фирменные и упакованные продукты питания, напитки (лечебные напитки, газированные напитки, основные продукты питания, крупы, молочные продукты). Продукты, шоколад, изделия для выпечки) и табак. Казахский FMCG-сектор является важным фактором национального ВВП.

Сектор товаров повседневного спроса (FMCG) вносит важный вклад в ВВП Казахстана. По налоговым платежам в экономику страны торговля заняла четвертое место после недропользователей, обрабатывающей промышленности и недвижимости [2].

По оценкам, в ближайшее десятилетие рынок FMCG вырастет в три раза по сравнению с текущим показателем. Уровни проникновения, а также потребление на душу населения большинства категорий продуктов, таких как шоколадные плитки, в Казахстана низкие, что указывает на неиспользованный рыночный потенциал.

По данным Комитета по статистике МНЭ РК ВВП Казахстана по итогам 1 полугодия 2020 года снизился на 1,8%, уменьшившись на 5,9 процентных пункта по сравнению с 1 полугодием 2019 года (Рисунок 1).

Основными факторами снижения экономики стали ввод ограничительных мер, а также снижение производственной активности в базовых отраслях экономики.

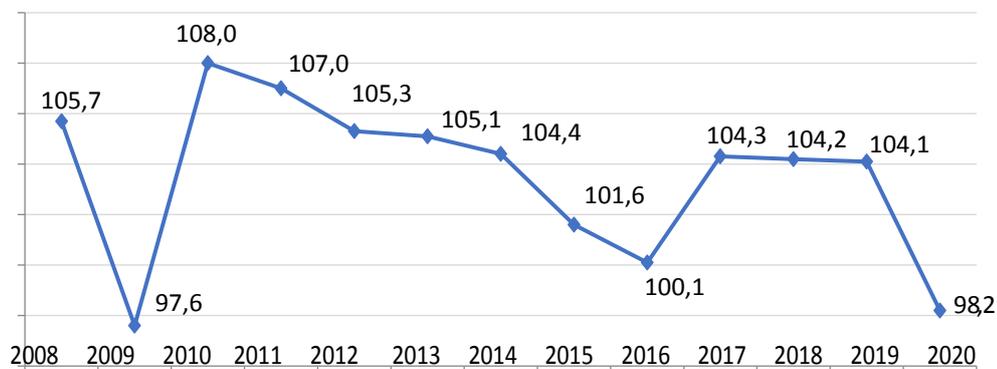


Рис. 1. Динамика роста ВВП Казахстана в период 2008-2020 г. (январь-июнь в процентах к соответствующему периоду предыдущего года) [3]

Fig. 1. The Kazakhstan GDP growth dynamics during the period from 2008 to 2020) [3]

Индекс потребительских цен в январе-июне 2020 года по сравнению с аналогичным периодом составил 106,4 %. Цены на продовольственные товары повысились на 9,9 %.

Объем розничной торговли за январь-июнь 2020г. составил 4 613,1 млрд. тенге, что на 12,6 % меньше уровня соответствующего периода 2019 г. Объем оптовой торговли за январь-июнь 2020 г. составил 10 134,7 млрд. тенге или на 7,9 % меньше уровня соответствующего периода 2019 г. В структуре оптового товарооборота преобладают непродовольственные товары и продукция производственно-технического назначения (79,9 %).

Грузооборот за январь-июнь 2020 г. уменьшился на 3,4 % от уровня соответствующего периода предыдущего года. В январе-июне 2020г. по сравнению с январем-июнем 2019 г. наблюдается уменьшение грузооборота на автомобильном транспорте (на 13,7 %), трубопроводном транспорте (на 6,3 %), воздушном транспорте (на 38,1 %) и на морском транспорте (на 10,5 %) [4].

Согласно рейтингу репутаций компаний «Топ Жарган» в партнерстве с KASE в 2018 году был выведен Топ-10 FMCG компаний Казахстана:

- ТОО «Филип Моррис Казахстан»;
- ТОО «Компания Фудмастер Трейд»;
- АО «Рахат»;
- АО «RG Brands»;
- ТОО «Carsberg Kazakhstan»;
- ТОО СП «Coca-Cola Almaty Bottlers»;
- ТОО «Бриш Американ Табако»;
- ТОО «JTI Kazakhstan»;

- АО «Баян Сулу»;
- ТОО «Кублей».

Наибольшую долю продаж в сегменте товаров повседневного спроса (FMCG) в Казахстане занимают напитки, которые в период с июля 2018 года по июнь 2019 года составили почти 26 %. Второе место заняли продажи табачных изделий с долей около 23 % [5].

По данным Государственного национального статистического агентства Казахстана, объем розничной торговли в январе-марте 2021 года составил 2523,6 млрд. тенге или на 1,2 % меньше, чем в соответствующем периоде 2020 года. Одним из ключевых объектов розничной сети, занимая 45,1 % от общего объема розничной торговли являются торговые рынки и индивидуальные предприниматели. Скорость подключения торговых объектов к национальной розничной сети составляет 10,6 %, что значительно меньше по сравнению с развитыми странами мира. Этот показатель составляет 35 % в России и 30 % в Беларуси. Норвегия занимает первое место в мире по уровню интеграции розничной торговли, 95 % торговых площадей подключены к сети. Далее Великобритания – 86 %, Франция – 85 %, Германия – 84 %, Швейцария – 68 %, США – 65 % [6].

Особенностью экономически развитых стран мира является контроль 80-85 % розничной торговли отечественными торговыми сетями. Торговая инфраструктура Республики Казахстан имеет недостаточную развитость торговыми площадями в выражении 412 квадратных метров на 1000 человек. Отсутствие торговой площади, в свою очередь, увеличивает стоимость аренды торговой площадки для ритейлеров. Превышение розничной цены стоимости несет конечный покупатель.

В Казахстане ощущается нехватка качественных торговых центров для мировых брендов, дефицит оценивается в 8-10 млн. квадратных метров торговых площадей. В 2014 году общий объем торговых площадок в стране составил 6,8 млн. квадратных метров. Недостаточное развитие современных форм торговли, особенно сетевых форматов, препятствует росту производительности труда во внутренней торговле [7].

Распределение розничного товарооборота показывает, что сектор все еще на начальной стадии:

- 43,3% бизнеса приходится на индивидуальные предприниматели;
- 29,9% оборота приходится на малые компании;
- 8,4% на средние компании;
- 18,6% на крупные предприятия.

Основные розничные дистрибьюторы продуктов питания, одежды, парфюмерии, бытовой и других потребительских продуктов: Magnum Cash&Carry, Skiff Cash&Carry, Interfood, Esentai Gourmet, Stolichny, Silkway и др.

С 2008 года иностранные дистрибьюторы начали активно инвестировать в страну; бренд Metro представлен 6 магазинами в городах (Алматы, Нур-Султан, Шымкент, Павлодар, Усть-Каменогорск, Караганда).

Основные аспекты и функции логистики и маркетинга

Логистические операции отвечают за эффективное и действенное обращение с товарами и услугами фирмы с конечной целью минимизировать затраты, улучшить обслуживание клиентов и создать конкурентное преимущество. Эффективное и действенное управление логистикой является важным компонентом успеха организации. Важным функциональным направлением в логистике является управление складским хозяйством.

Логистика взаимодействует с рядом различных областей внутри организации, такими как операции (производство), маркетинг, закупки и управление человеческими ресурсами, причем наиболее распространенным является маркетинг.

Эмпирические исследования показывают, что межфункциональная интеграция маркетинга положительно связана с различными показателями эффективности бизнеса, такими как производительность отделов, эффективность компании и психосоциальные результаты, такие как удовлетворенность работой с другими отделами. Обычно рассматриваются два типа или уровня интеграции – внутренняя интеграция и внешняя интеграция. Внутренняя интеграция исследует интеграцию в различных частях единой организации; Внешняя интеграция исследует интеграцию, которая происходит между организациями.

Плохое взаимодействие между логистикой и маркетингом может повлиять на производительность компании с точки зрения увеличения времени доставки, более высокого уровня потерь и повреждений, более высоких транспортных расходов и более высоких затрат на упаковку. На логистику может приходиться почти 45 % всех маркетинговых расходов. Установка стратегии комплекса маркетинга без учета реальной логистической стоимости продукта также может быть дорогостоящей. Интеграция логистики и маркетинга необходима для превращения источников преимуществ логистики в сферу эффективности или факторов дифференциации.

Рассмотрев развитие различных концепций и стратегий, ориентированных на торговлю в логистике, таких как «Эффективное реагирование клиентов» (ECR), «Точно в срок» (JIT) и «Быстрое реагирование» (QR) и маркетинговый микс, можно выявить взаимосвязь между логистикой и маркетингом.

Например, цену, вид продукта, место продажи и стратегию продвижения компания может изменить сама, путем внутренних исследований рынка. В логистике же наоборот, те же самые показатели зависят от внешних факторов, цена, место доставки, вид продукта и продвижение подстраивается под рынок. Эти данные отражены в рисунке 2.



Рис. 2. Точки соприкосновения маркетинга и логистики.
Примечание – составлено автором на основе источника [8]

Fig. 2. The marketing and logistics common ground.
Note - compiled by the author based on the source [8]

Из рисунка 2 можно увидеть области, в которых, маркетинг и логистика имеют сопряженное воздействие на рынок. В маркетинге эти показатели являются внутренними, так как компания может оказать прямое влияние, чтобы изменить тот или иной фактор.

Концепция трейд-маркетинга на основе логистической системы распределения

Современные условия хозяйствования требуют акцентирования внимания на повышении потребительской ценности товаров, развития долгосрочного взаимодействия и сотрудничества между участниками торгового процесса, обеспечения конкурентоспособности товаров, отдельных предприятий и групп предприятий, объединенных единой целью по доставке товара потребителю, в систему маркетинговых каналов распределения. Поэтому вопросы совершенствования маркетинговой системы распределения продукции на основе нового направления в осуществлении традиционной маркетинговой деятельности предприятий – трейд-маркетинга, приобретают особую актуальность.

Трейд-маркетинг (торговый маркетинг) — одно из направлений маркетинга, позволяет увеличивать продажи за счет воздействия на товаропроводящую цепь. В товаропроводящую цепь входят все звенья в цепочке производитель — конечный потребитель (дистрибьютор, торговая точка, команда продаж) [9].

Трейд-маркетинг позволяет оптимизировать бизнес-процессы в маркетинговых каналах распределения, обеспечить долгосрочное сотрудничество и эффективное взаимодействие бизнес-партнеров, направив все усилия на предоставление уникального ценностного предложения для потребителя. Сферой приложения усилий трейд-маркетинга являются маркетинговые каналы распределения продукции, в которых происходит динамическое взаимное влияние процессов создания потребительской ценности и маркетингово-логистических бизнес-процессов, что определяет содержание ценностно-логистического взаимодействия, направленного на достижение общих целей участников маркетинговых каналов распределения продукции (рисунок 3) [10].

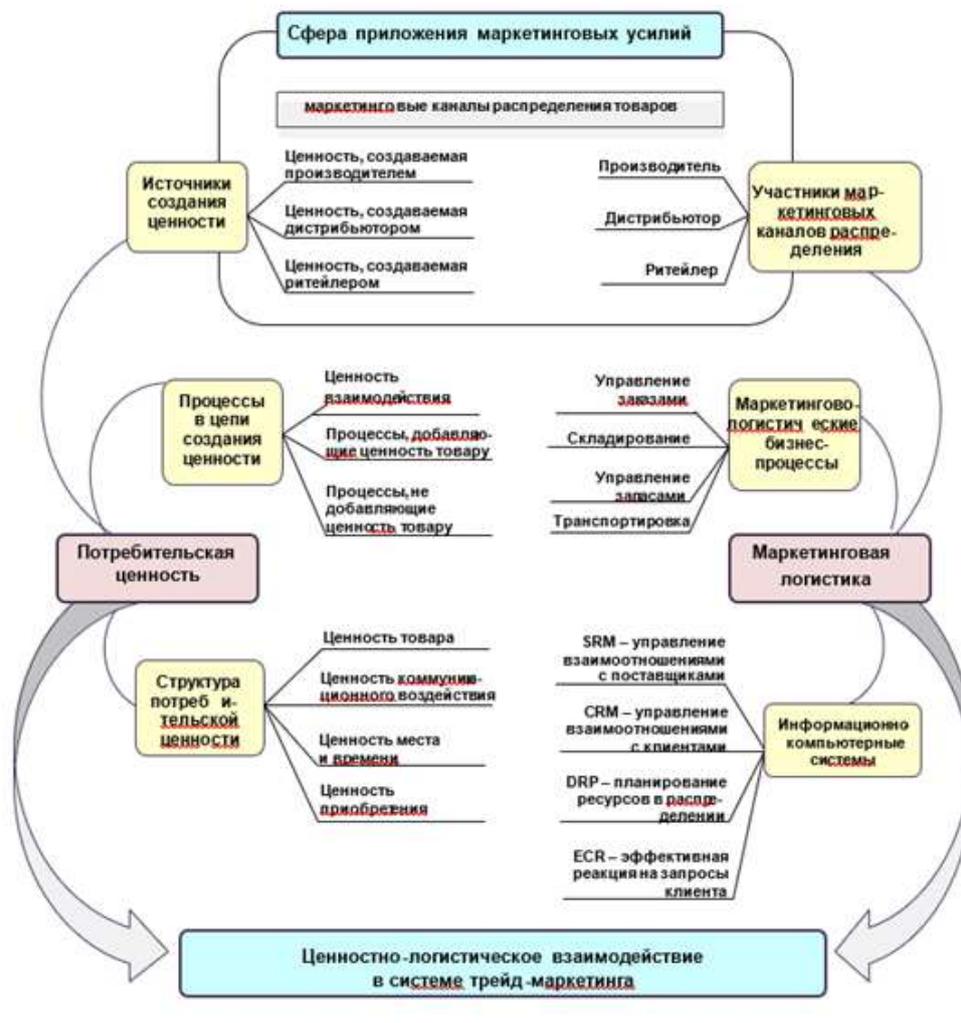


Рис. 3. Ассоциативная карта ценностно-логистического взаимодействия в системе трейд-маркетинга [10]

Fig. 3. The valuable logistical associative chart in the trade-marketing system [10]

Разработка логистических метрик результативности трейд-маркетинга для участников каналов распределения

Формирование системы трейд-маркетинга обуславливает необходимость глубокого понимания рыночных механизмов, закономерностей поведения потребителей и конкурентов, наличия внутренних источников обеспечения конкурентных преимуществ и резервов повышения эффективности трейд-маркетинговой деятельности.

Распространенной ошибкой многих подходов к оценке деятельности предприятия является использование в процессе измерения только количественных показателей, характеризующих его финансовое состояние. Но сосредоточение внимания только на

финансовых показателях не позволяет определить направления реализации стратегии предприятия и осуществить точный прогноз его развития. На практике внимание менеджеров, как правило, концентрируется на первой категории показателей, а это приводит к тому, что бизнес-процессы в значительной степени остаются неконтролируемыми или слабо контролируемыми как по количественным, так и по качественным параметрам. Сбалансированная система показателей обязательно должна сочетать две группы показатели, которые измеряют достигнутые результаты, и показатели, которые отражают процессы, обеспечивающие достижение этих результатов.

Отличительной характеристикой представленного методологического подхода к оценке результативности трейд-маркетинга является определение метрик для каждого из участников каналов распределения (производителя, дистрибьютора и ритейлера) с учетом специфики их работы. Логистические метрики – динамичная категория, которая изменяется в зависимости от специфики работы предприятия на рынке, целей предприятия на рынке, проводимой маркетинговой политики и др. Поэтому состав маркетинговых метрик может изменяться, уточняться и корректироваться в зависимости от стратегии трейд-маркетинговой деятельности предприятия.

Рассмотрим два целевых показателя: повышение потребительской ценности, рост удовлетворенности и лояльности потребителей и клиентов.

Для каждого из них предложим метрики для 3 участников распределительного канала: производитель, дистрибьютор, ритейлер.

Повышение потребительской ценности для производителя, дистрибьютора и ритейлера выйдет в метрике вклада усилий участников в формирование потребительской ценности, определяя в процентном отношении.

Для определения роста удовлетворенности и лояльности потребителей и клиентов введём индексы, определяющие приверженность к бренду производителя, дистрибьютора и ритейлера. Основываясь на принципе качественного показателя, индекс определяется опросами в таблице 1.

Таблица 1

Вопросы опроса для индекса «Приверженность к бренду»

Участники канала	Производитель	Дистрибьютор	Ритейлер
Вопрос для проведения опроса	Опрос покупателей: «С какой вероятностью Вы можете посоветовать этот бренд друзьям?»	Опрос ритейлеров «С какой вероятностью Вы можете посоветовать работу с брендом данного дистрибьютора другим ритейлерам?»	Опрос потребителей: «С какой вероятностью Вы можете посоветовать данный бренд (торговое предприятие) друзьям?»
Примечание – разработано автором			

В данном опросе будут представлены результаты в десятибалльной шкале, где 9,10 – это приверженцы бренда, 7,8 – это нейтральные, 6-1 – это критики бренда. Результаты опроса определяется путем нахождения среднего арифметического всех результатов опроса.

Индекс определяем по формуле:

$$И = \Delta R_{п} \% - \Delta R_{к} \% \quad (1)$$

где $R_{п}$ – доля потребителей приверженцев бренда;

R_к – доля негативно настроенных потребителей.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Индекс потребительской лояльности по отношению к производителям, дистрибьюторам и ритейлерам

	Результаты опросов						Индекс лояльности, <i>I</i>
	Приверженцы бренда		Нейтральные потребители		Критики		
Производитель 1	96	48,0	80	40,0	24	12,0	36,0
Производитель 2	75	37,5	94	47,0	31	15,5	22,0
Производитель 3	101	50,5	63	31,5	36	18,0	32,5
Дистрибьютор 1	56	28,0	107	53,5	37	18,5	9,5
Дистрибьютор 2	128	64,0	23	11,5	49	24,5	39,5
Дистрибьютор 3	74	37,0	51	25,5	75	37,5	-0,5
Ритейлер 1	105	52,5	66	33,0	29	14,5	38,0
Ритейлер 2	23	11,5	112	56,0	65	32,5	-21,0
Ритейлер 3	63	31,5	76	38,0	61	30,5	1,0

Примечание – разработано автором

Как свидетельствуют результаты проведенного исследования, наибольшей потребительской лояльностью обладают торговые марки «Дистрибьютор 2» (39,5%), «Ритейлер 1» (38%), «Производитель 1» (36%), «Производитель 3» (32,5%). При этом для компании «Ритейлер 2» характерен отрицательный индекс потребительской лояльности, что свидетельствует о необходимости изменения маркетингово-логистической политики. Проведем анализ эффективности использования основного функционала трейд-маркетинга и логистики производителями с использованием метода экспертных оценок по 10-ти балльной шкале.

Таблица 3

Оценка эффективности использования основного функционала производителей

Качественные метрики	Вес критерия		Произв. 1	Произв. 2	Произв. 3
Категорийный менеджмент	0,075	Средний балл	6,11	5,67	3,67
		Взвешенная оценка	0,46	0,43	0,28
Ценовая политика	0,185	Средний балл	6,67	6,17	4,50
		Взвешенная оценка	1,23	1,14	0,83
Политика распределения	0,226	Средний балл	6,13	6,38	4,50
		Взвешенная оценка	1,38	1,44	1,02
Сервис	0,094	Средний балл	5,36	6,55	5,55
		Взвешенная оценка	0,50	0,62	0,52
Ко-маркетинг	0,191	Средний балл	5,85	4,69	1,38
		Взвешенная оценка	1,12	0,90	0,26

Мерчендайзинг		Средний балл	6,17	5,50	2,50
	0,128	Взвешенная оценка	0,79	0,70	0,32
Маркетинговый персонал	0,101	Средний балл	5,80	6,00	4,60
		Взвешенная оценка	0,59	0,61	0,46
Итоговая взвешенная оценка			6,07	5,83	3,69
Эффективность основного функционала трейдмаркетинга, %			60,72	58,28	36,95
Примечание – разработано автором					

Проведенное исследование показало, что проблемными участками работы предприятий являются: недостаточное внимание практике внедрения категорийного менеджмента, слабая разработка прогнозов сбыта как в целом по предприятию, так и по отдельным категориям товаров, низкий уровень сервиса, недостаточное использование инновационных видов маркетинга, низкая маркетинговая активность.

Таблица 4

Оценка эффективности использования логистического функционала архитектуры производителей

Качественные метрики	Вес		Произв. 1	Произв. 2	Произв. 3
Управление заказами	0,419	Средний балл	5,00	5,00	4,29
		Взвешенная оценка	2,10	2,10	1,80
Складирование	0,219	Средний балл	5,38	6,88	5,25
		Взвешенная оценка	1,18	1,51	1,15
Транспортировка	0,052	Средний балл	5,57	6,14	5,29
		Взвешенная оценка	0,29	0,32	0,27
Управление запасами	0,196	Средний балл	5,67	6,67	4,00
		Взвешенная оценка	1,11	1,31	0,78
Итоговая взвешенная оценка			4,67	5,23	4,00
Эффективность логистического функционала трейд-маркетинга, %			46,73	52,27	40,04
Примечание – разработано автором					

Изучение обеспечивающего функционала производителя проводилось в разрезе изучения информационно-аналитической поддержки взаимодействия, описанного в подразделе 2.4, результат представлен в таблице 5.

При этом для оценки уровня использования современных информационно-коммуникационных систем и технологий рассчитывался удельный вес количества используемых предприятием систем и технологий в общем количестве возможных.

Таблица 5

Оценка эффективности обеспечивающего функционала архитектуры трейд-маркетинга производителей

Качественные метрики	Произв. 1	Произв. 2	Произв. 3
Уровень использования современных информационно-коммуникационных систем	1,9	3,9	1,9
Уровень использования современных информационно-коммуникационных технологий	5,6	5,6	2,1

Уровень рациональности информационных потоков предприятия	4,8	4,0	1,3
Итоговая оценка	4,13	4,52	1,79
Эффективность логистического функционала трейд-маркетинга, %	41,3	45,2	17,9
Примечание – разработано автором			

Основной проблемой низкой эффективности является недостаточное использование современных информационно-компьютерных систем и технологий в практике трейд-маркетинговой деятельности предприятий. Между тем, например, одним из перспективных направлений совершенствования взаимодействия участников маркетинговых каналов распределения продукции является использование технологии Vendor managed inventory (VMI), в которой управлением запасами розничной сети занимается непосредственно поставщик. При этом предполагается, что поставщик может размещать свои товары на территории заказчика, а оплата этих товаров происходит только после реализации; обеспечивается доступ поставщика к базе данных клиента, что позволяет ему осуществлять анализ и принятие решений по пополнению запасов клиента; необходимо постоянное присутствие представителя поставщика на площадях клиента.

На основании проведенного исследования основного, логистического и обеспечивающего функционалов рассчитаем итоговое среднее значение эффективности использования архитектуры трейд-маркетинга производителями, дистрибьюторами и ритейлерами.

Итоговый показатель рассчитывался по формуле:

$$AF = \frac{F_{осн} + F_{лог} + F_{об}}{3} \quad (2)$$

где $F_{осн}$ – итоговое среднее значение эффективности использования основного функционала архитектуры трейд-маркетинга;

$F_{лог}$ – итоговое среднее значение эффективности использования логистического функционала архитектуры трейд-маркетинга;

$F_{об}$ – итоговое среднее значение эффективности использования обеспечивающего функционала архитектуры трейд-маркетинга;

Таблица 6

Эффективность архитектуры трейд-маркетинга

Участники маркетинговых каналов	Предприятия	Эффективность архитектуры трейд-маркетинга				
		Основной функционал, $F_{осн}$	Логистический функционал, $F_{лог}$	Обеспечивающий функционал, $F_{об}$	Итоговое среднее значение, A_F	
					оценка, баллы	уровень, %
Производители	Произв. 1	6,07	4,67	4,13	4,96	49,6
	Произв. 2	5,83	5,23	4,52	5,2	52

Произв. 1	3,69	4,00	1,79	3,16	31,6
Примечание – разработано автором					

На основании проведенных расчетов сделан вывод о средней эффективности сфер в работе производителей FMCG продукции. При этом наименьший уровень эффективности характерен для небольших предприятий (как производителей, так дистрибьюторов и ритейлеров), которые характеризуются слабой активностью при осуществлении комплексного логистического и маркетингового взаимодействия. Кроме того, можно сделать вывод, что усиление интеграционных процессов ведет к созданию более эффективной архитектуры трейд-маркетинга.

Заключение

Крупные FMCG-игроки, выпускающие соковую продукцию, постоянно следят за ситуацией на рынке, тенденциями, так как от этого зависят рыночные показатели компании, которые определяют ее успешную деятельность. Изменения на рынке зависят от потребительского спроса и предпочтения на тот или иной товар.

В процессе изучения концептуальных основ маркетинговой логистики обоснована необходимость логистического подхода к осуществлению трейд-маркетинговой деятельности, разработаны концептуальные положения маркетинговой логистики как источника получения конкурентных преимуществ, определены бизнес-процессы маркетинговой логистики, что позволило сделать следующие выводы: взаимодействие между логистикой и маркетингом имеет решающее значение для предоставления отличного обслуживания клиентов и обеспечения их удовлетворенности. Ключевой проблемой, с которой сталкиваются организации, является необходимость интеграции логистических и маркетинговых функций, поскольку чаще такие внутренние функции работают как функциональные «разрозненные блоки», а не работают вместе для удовлетворения потребностей клиента. Основная причина конфликта между логистикой и маркетингом связана с 5P (продукт, цена, место, продвижение и упаковка) маркетинга. Логистика рассматривается как одна из пяти составляющих маркетинга. В частности, это один из компонентов функции - «место», а другая часть — это каналы. Логистика также вносит большой вклад в обслуживание клиентов, что является ключевым компонентом маркетинговой концепции.

Значимость маркетинговой логистики проявляется в следующем:

- обеспечивается координация управления материальными и информационными потоками с маркетинговой стратегией предприятия;
- осуществляется адаптация логистической системы распределения товаров к запросам и требованиям конечных покупателей;
- сокращаются расходы оптовой и розничной торговли за счет использования современных методов координации уровня товарных запасов, оптимизации транспортировки и складирования продукции, оптимального размещения распределительных центров и складов;
- обеспечивается высокий уровень качества логистического обслуживания, если рассматривать задачей логистики — обеспечивать своевременное и точное исполнение заказов внешних и внутренних потребителей.

Список литературы

1. Hecht, A.A., Perez, C.L., Polascek, M., Thorndike, A.N., Franckle, R.L., Moran, A.J. Influence of food and beverage companies on retailer marketing strategies and consumer behavior (2020) *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (20), article № 7381
2. Социально-экономическое развитие Республики Казахстан // январь-сентябрь 2020 года // Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан // www.stat.gov.kz
3. Социально-экономическое развитие Республики Казахстан – 2019, Бюллетень Комитета по статистике МНЭ РК, Нур-Султан. – 2020.
4. Отчет о развитии малого и среднего предпринимательства в Казахстане за 1 полугодие 2020 года в разрезе регионов, Министерство Национальной экономики Республики Казахстан.
5. Elagina, D. FMCG market value share in Kazakhstan 2018-2019, by segment // D. Elagina. – Текст: электронный // www.statista.com/: [сайт]. – URL: <https://www.statista.com/statistics/1082764/kazakhstan-fmcg-market-value-share-by-segment/#statisticContainer>. – 11.04.2021.
6. World Development Indicators. – 2015.
7. Рахимбаева, А. А. Қазақстан ішкі саудасының жай-күйі және оның заманауи үдерістері // А. А. Рахимбаева. — Текст: непосредственный // Қарағанды университетінің хабаршысы. – 2016.
8. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Логистика // Продвинутый курс. В 2 ч. Часть 1 4-е изд., пер. И доп. Учебник для бакалавриата и магистратуры. – Юрайт. – 2011.
9. Тейн. Г. – Торговые войны: Битва за успех на прилавках и онлайн. – 2-е изд. – Москва: Альпина Паблишер, 2021. – 316 с. – Текст: непосредственный.
10. Германчук, А. Н. Формирование системы трейд-маркетинга на основе ценностно-логистического взаимодействия: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук // Германчук Алла Николаевна; Государственная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». – Донецк, 2019. – 475 с. – Текст: непосредственный
11. Romero Zúñiga, C.M., Cataño, C.M., Mejia González, L.P. Logistics in the marketing distribution channels in wayuu crafts companies [Article@Logística en los canales de distribución de marketing en las empresas de artesanías wayuu] (2018) *Espacios*, 39 (47), 11 p.
12. Silva Guerra, H., Llinas Solano, H., Castellanos Ramírez, A., Moreno Freites, Z. Characterization of the logistics Marketing required by the importing and exporting SMEs of Barranquilla-Colombia [Article@Caracterización del Marketing logístico requerido por las Pymes importadoras y exportadoras de Barranquilla- Colombia] (2018) *Espacios*, 39 (41), 19 p.
13. Gascoyne, C., Scully, M., Wakefield, M., Morley, B. Food and drink marketing on social media and dietary intake in Australian adolescents: Findings from a cross-sectional survey (2021) *Appetite*, 166, article № 105431.
14. Chaudhary, S., Suri, P.K. Ranking the Factors Influencing e-Trading Usage in Agricultural Marketing (2021) *Global Journal of Flexible Systems Management*, 22 (3), pp. 233-249.
15. Chicherova, E.Y., Semenova, J.A., Dmitrieva, O.V., Anasenko, E.V., Popov, K.I., Kovaleva, N.I. MARKETING LOGISTICS AS A FACTOR OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF BUSINESS STRUCTURES (2021) *Academy of Strategic Management Journal*, 20 (4), pp. 1-10.

References

1. Hecht, A.A., Perez, C.L., Polascek, M., Thorndike, A.N., Franckle, R.L., Moran, A.J. Influence of food and beverage companies on retailer marketing strategies and consumer behavior (2020) *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (20), article № 7381
2. Sosialno-ekonomicheskoe razvitie Respubliki Kazahstan // январ-сентябр 2020 года // Комитет по статистике Министерства nasionalnoi ekonomiki Respubliki Kazahstan // www.stat.gov.kz
3. Sosialno-ekonomicheskoe razvitie Respubliki Kazahstan – 2019, Blleten Komiteta po statistike MNE RK, Nur-Sultan. – 2020.
4. Otchet o razvitiі malogo i srednego predprinimatelstva v Kazahstane za 1 polugodie 2020 goda v razreze regionov, Ministerstvo Nasionalnoi ekonomiki Respubliki Kazahstan.
5. Elagina, D. FMCG market value share in Kazakhstan 2018-2019, by segment // D. Elagina. – Текст: электронный // www.statista.com/: [сайт]. – URL:

<https://www.statista.com/statistics/1082764/kazakhstan-fmcg-market-value-share-by-segment/#statisticContainer>. – 11.04.2021.

6. World Development Indicators. – 2015.

7. Rahimbaeva, A. A. Qazaqstan işki saudasynnyñ jai-küii jәne onyñ zamanauı üderisteri // A. A. Rahimbaeva. — Tekst: neposredstvennyi // Qarağandy universitetinıñ habarşysy. – 2016.

8. Grigorev M.N., Dolgov A.P., Uvarov S.A. Logistika // Prodvinutyi kurs. V 2 ch. Chast 1 4-e izd., per. I dop. Uchebnik dlya bakalavriata i magistratury. – rait. – 2011.

9. Tein. G. – Torgovye voiny: Bitva za uspeh na prilavkah i onlain. – 2-e izd. – Moskva: Alpina Pablişer, 2021. – 316 c. – Tekst: neposredstvennyi.

10. Germanchuk, A. N. Formirovanie sistemy treid-marketinga na osnove sennostno-logisticheskogo vzaimodeistviya: spetsialnost 08.00.05 «Ekonomika i upravlenie narodnym hozyaystvom»: dissertasiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk // Germanchuk Alla Nikolaevna; Gosudarstvennaya organizasiya vysshego professionalnogo obrazovaniya «Doneskii natsionalnyi universitet ekonomiki i torgovli imeni Mihaila Tugan-Baranovskogo» . – Donesk, 2019. – 475 c. – Tekst: neposredstvennyi

11. Romero Zúñiga, C.M., Cataño, C.M., Mejia González, L.P. Logistics in the marketing distribution channels in wayuu crafts companies [Article@Logistica en los canales de distribución de marketing en las empresas de artesanías wayuu] (2018) Espacios, 39 (47), 11 p.

12. Silva Guerra, H., Llinas Solano, H., Castellanos Ramírez, A., Moreno Freites, Z. Characterization of the logistics Marketing required by the importing and exporting SMEs of Barranquilla-Colombia [Article@Caracterización del Marketing logístico requerido por las Pymes importadoras y exportadoras de Barranquilla- Colombia] (2018) Espacios, 39 (41), 19 p.

13. Gascoyne, C., Scully, M., Wakefield, M., Morley, B. Food and drink marketing on social media and dietary intake in Australian adolescents: Findings from a cross-sectional survey (2021) Appetite, 166, article № 105431.

14. Chaudhary, S., Suri, P.K. Ranking the Factors Influencing e-Trading Usage in Agricultural Marketing (2021) Global Journal of Flexible Systems Management, 22 (3), pp. 233-249.

15. Chicherova, E.Y., Semenova, J.A., Dmitrieva, O.V., Anasenko, E.V., Popov, K.I., Kovaleva, N.I. MARKETING LOGISTICS AS A FACTOR OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF BUSINESS STRUCTURES (2021) Academy of Strategic Management Journal, 20 (4), pp. 1-10.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кегенбеков Жандос Кадырханович, кандидат технических наук, доцент
Казахстанско-Немецкого университета,
Казахстан, г. Алматы, улица Пушкина 111,
kegenbekov@dku.kz

Zhandos K. Kegenbekov, candidate of technical sciences, associate professor of Kazakh-German University, 111 Pushkina str., Almaty, Kazakhstan, kegenbekov@dku.kz

Алипова Алима Нурлановна, магистрант
Казахстанско-Немецкого университета
Казахстан, г. Алматы, улица Пушкина 111,
alima.alipova@aiesec.net

Alima N. Alipova, MA student at Kazakh-German University, 111 Pushkina Street, Almaty, Kazakhstan, alima.alipova@aiesec.net

Бидашева Алина Гальмовна, студент
Казахстанско-Немецкого университета,
Казахстан, г. Алматы, улица Пушкина 111

Alina G. Bidasheva, student at Kazakh-German University, 111 Pushkina Street, Almaty, Kazakhstan

Статья поступила в редакцию 23.09.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 23.09.2021; published online 20.12.2021.

УДК 334.02

<https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.222>

Анализ развития валютного рынка в РФ

А.С. Кокин¹

ORCID: 0000-0002-8238-0929

В.А. Одинок²

ORCID: 0000-0002-8238-0929

В.Н. Щепетова³

ORCID: 0000-0002-8238-0929

¹*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия*

²*Дзержинский филиал Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Дзержинск, Россия*

³*Московский университет им. С.Ю. Витте, филиал в г. Нижнем Новгороде, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. В статье основное внимание уделяется финансовому валютному рынку, от развития и состояния которого зависит финансовое благополучие большинства коммерческих предприятий Российской Федерации. Цель исследования - обзор развития и состояния российского валютного рынка.

Рассматриваются основные факторы, оказывающие влияние на валютный курс российского рубля по отношению к свободно конвертируемым валютам.

В работе проанализирован отечественный валютный рынок России за период 2016-2020 годы. Исследована динамика конверсионных операций и структура участников внутреннего валютного рынка по наиболее торгуемым валютам.

В статье рассмотрены итоги торгов на валютном рынке, структура рынка опционов и фьючерсов на срочном рынке РФ, а также изменение курса доллара США к российскому рублю и активность биржевой торговли за период с 2016 по 2020 годы. В статье рассматриваются условия, результаты и перспективы развития финансового валютного рынка Российской Федерации

Ключевые слова: валютный рынок, валютные операции, виды валют, участники валютного рынка, структура валютного рынка, срочный валютный рынок, курсы валют.

Analysis of the development of the foreign exchange market in the Russian Federation

Alexander S. Kokin¹

ORCID: 0000-0002-8238-0929

Vladimir A. Odinokov²

ORCID: 0000-0002-8238-0929

Valentina N. Shchepetova³

ORCID: 0000-0002-8238-0929

¹*Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod, Russia*

²*Dzerzhinsk branch Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University, Dzerzhinsk, Russia*

³*Moscow State University named after S. Yu. Witte branch in Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. The article focuses on the financial foreign exchange market, the development and condition of which determines the financial well-being of most commercial enterprises of the Russian Federation. The purpose of the research is to give review of the Russian foreign exchange market' development and situation. The main factors influencing the level of the exchange rate of foreign currencies expressed in national currency are considered. The domestic and international foreign exchange market of Russia for the period 2016-2020 is analyzed. The dynamics of conversion operations, the structure of participants in the domestic foreign exchange market by type of currency. The results of trading on the foreign exchange market, futures and options as a currency instrument, the share of options and futures on the futures market of the Russian Federation, as well as the dynamics of the US dollar against the ruble and exchange trading indicators for the period from 2016 to 2020. The conditions, results and prospects of the development of the financial foreign exchange market of the Russian Federation are discussed in this article.

Keywords: Foreign exchange market, foreign exchange transactions, types of currencies, participants of the foreign exchange market, the structure of the foreign exchange market, the futures foreign exchange market, exchange rates.

Введение

Российский валютный рынок был сформирован с учетом использования опыта экономически развитых зарубежных стран. Состояние валютной торговли во многом зависит от проводимой монетарным регулятором денежно-кредитной политики, косвенно влияя на валютный курс, изменяя структуру активов и регулируя величину процентных ставок.

В процессе функционирования данного рынка на текущий момент наиболее актуальными задачами являются снижение диспропорции уровня его развития по субъектам РФ; привлечение более широкого спектра финансовых активов; повышение роли коммерческих банков на финансовом рынке.

При этом решение задачи требует стимулирования инвестиционной активности российского финансового валютного рынка, что вызывает необходимость применения эффективных финансовых инструментов с целью прироста национального дохода и экономического роста России.

Цель и задачи

Цель –исследовать изменение финансового валютного рынка как перспективного источника финансирования не только снижения инфляционных процессов и стабилизации экономики, но и даже экономического роста РФ. Более глубокое понимание условий функционирования валютного финансового рынка помогает использовать его в разрешении проблем при заключении валютных сделок и разработке наилучшей возможной структуры валютного портфеля и прогнозирования его влияния на финансовое состояние отдельных компаний и в целом экономики России.

Задачи:

1. проанализировать текущее состояние и выделить проблемы, возникающие на валютном финансовом рынке;
2. дать оценку динамики сделок на внутреннем валютном рынке;
3. изучить структуру валютного рынка России по видам валют и участникам рынка;

4. исследовать в современных условиях хозяйствования политику формирования валютных резервов РФ и определить степень влияния различных факторов на инвестиционную активность и укрепление рубля на финансовом рынке.

Материалы и методы

В статье использованы информационные источники в виде законодательных и нормативных документов, научных статей российских и зарубежных авторов, материалов научных и практических конференций, публикаций и обзоров по валютным рынкам и др.

Методами исследования являются: технический анализ, фундаментальный анализ, методы экономического анализа и обработки статистических данных.

Результаты

Российский валютный рынок регулируется основными законодательными и нормативными актами, что позволяет дать ему новый толчок для развития [1,2,3,4]. По своей сути он очень чувствителен к внешним факторам, даже небольшие колебания мирового рынка могут существенно влиять на курс российского рубля [5]

Инфраструктура валютного рынка еще находится в процессе формирования и крайне чувствительно реагирует на все экономические и политические события в мире [6].

Организованный российский валютный рынок сформировался на Московской межбанковской валютной бирже (ММВБ), активнейшее участие в создании которой принимал Центральный банк Российской Федерации.

Общий объем торгов на валютном рынке в 2018 году вырос на 5,6% по сравнению с показателями 2016 года и составил 348,369 трлн. рублей. Затем произошло падение общей величины в течение следующих 2-х лет на 5,6%. Таким образом, общий объем валютных сделок за рассматриваемый пятилетний период не изменился. При этом объемы спот-торгов в 2019 г. снизились на 37,1% по сравнению с 2016 г. на фоне низкой волатильности рубля. В 2020 г. произошел значительный рост при росте волатильности, хотя уровень спот-сделок по сравнению с 2016 г. так и не восстановился. Объемы торгов свопами по сравнению с 2016 г. увеличились на 20,9% и составили 269,29 трлн. рублей в 2017 году. Затем в течение следующих 4-х лет произошло падение объема своп-рынка на 13,8 % (см. табл.1).

Таблица 1

Динамика сделок своп и спот на внутреннем валютном рынке в 2016-2020 годах в млрд. руб.[7]

Вид сделки	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Изменение 19/20 г., %
Спот	107169	78380	86682	67370	96942	43,9
Своп	222785	269291	261686	240904	232003	-3,7
Всего	329954	347671	348369	308274	328946	6,7

Доля спот-операций на внутреннем валютном рынке 2020 году сократилась до 29,5% по сравнению с 32,5% в 2016 г., соответственно доля своп-сделок выросла с 67,5% до 70,5% за аналогичный период. Снижение волатильности валютного курса доллара США к российскому рублю повлияло на отрицательную динамику объемов и доли спот-операций в течение последних нескольких лет. При этом произошло

уменьшение притока капиталов иностранных инвесторов в отечественные активы по причине снижения ключевой ставки финансового регулятора.

Основным объектом сделок на валютном рынке является доллар США, затем, уступая значительно, торгуется европейская валюта. На основании данного факта можно говорить о бивалютности отечественного валютного рынка.

В 2018 году доля торговли американской валютой в рамках валютной секции сформировалась на уровне 84%, (в предыдущие годы аналогичный параметр превышал 90%), а доля торговли европейской денежной единицы составляла за этот же период около 15%. Вышеприведенный индикатор значительно подрос по сравнению с 2010 годом, когда он находился на уровне 5%; удельная доля торговых операций с другими валютными единицами ничтожна. Структурный анализ отечественного валютного рынка показан на рис.1[7].

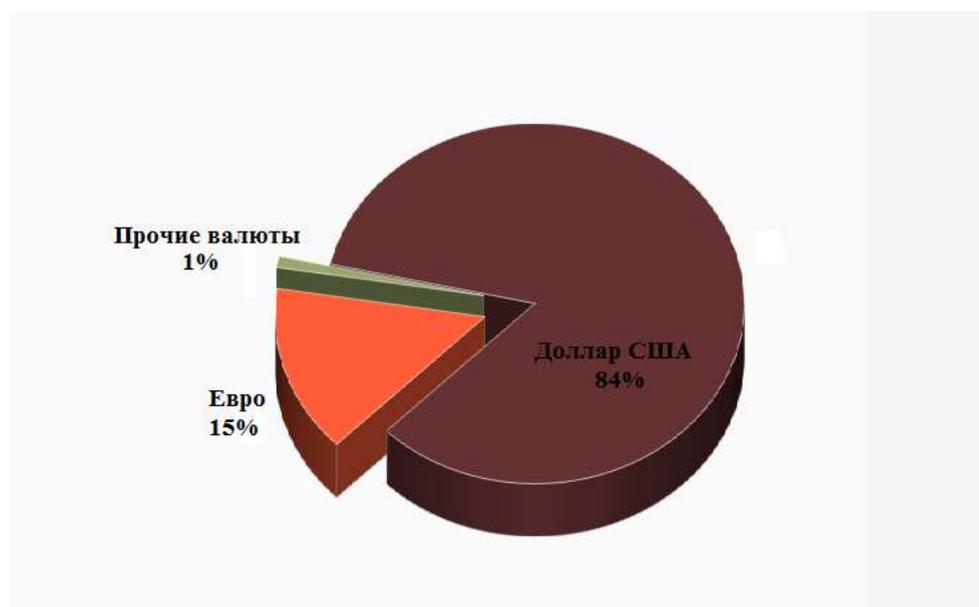


Рис. 1. Структура валютного рынка России по видам валют в 2018 году, % [7].

Fig. 1. The Russian foreign exchange market structure in terms of currencies in 2018, % [7].

Теперь рассмотрим тенденции на внутреннем биржевом валютном рынке в рамках последнего пятилетнего горизонта. В 2016 году валютная пара «доллар США - российский рубль» в общем объеме обменных операций на отечественном спот-рынке составила 89,1% от общего объема спот-сделок на валютном рынке, в 2020 году произошло снижение данного показателя до 83,3%. По сделкам своп наблюдается менее значимый тренд уменьшения доли указанной валютной пары с 82,1 % в 2016 году до 80,1% в 2020 году по отношению к общему объему своп – сделок на валютном рынке. На втором месте находится валютная пара «евро – российский рубль» с долей 9,4 % от общего объема спот-сделок в 2016 г. В дальнейшем произошло значительное повышение данного показателя до 13,8 % в 2020 году. По сделкам своп доля валютной пары «евро-российский рубль» в 2016 г. составляла 14,8% от общего объема своп-сделок, затем этот параметр незначительно увеличился до 15,8 % в 2020 году. Влияние остальных валют на внутреннем рынке незначительно. Доля третьей по значимости на рынке валюты – китайского юаня как

на рынке спот, так и на своп-рынке не превышает 1% от общего объема соответствующих сделок. Динамика конверсионных операций по видам валюты на внутреннем валютном рынке в 2016 – 2020 гг. представлена в таблице 2[8].

Таким образом, приведенный анализ показывает дисбаланс отечественного валютного рынка, что должно подвигнуть, в первую очередь, финансового регулятора к принятию мер по диверсификации его структуры.

Для расширения количественного анализа авторами предлагается рассмотреть также следующие индикаторы: параметры спроса и предложения, торговый оборот, уровень ценообразования.

Таблица 2

Динамика конверсионных операций по видам валют на внутреннем валютном рынке в 2016-2020 годах в млрд. руб.[8].

Вид сделки	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Изменение 19/20 г., %
Доллар США – рос. рубль	278334	285962	277751	242628	266616	9,9
Евро-рос. рубль	43065	48230	59243	51571	50071	-2,9
Евро-Доллар США	7669	12869	10085	13349	10880	-18,5
Юань/рос.рубль	776	492	1081	551	986	79
Прочие	109	117	209	102	393	в 3,85 р.

В начале 2018 г. биржевой валютный рынок формировало 467 участников, в структуре которых 412 субъектов представляют собой кредитные организации, что составляет 88%, и 55 участников – это некредитные организации с долей в 12 %. В течение 2018 года число торговцев на Московской Бирже увеличилось до 454 субъектов, где 374 относятся к коммерческим банкам, 60 - небанковские профессиональные участники рынка ценных бумаг, среди которых выделяются брокеры и управляющие компании; 20 - это крупные нефинансовые компании. Структура участников внутреннего валютного рынка в 2018 году в % представлена на рисунке 2 [7].

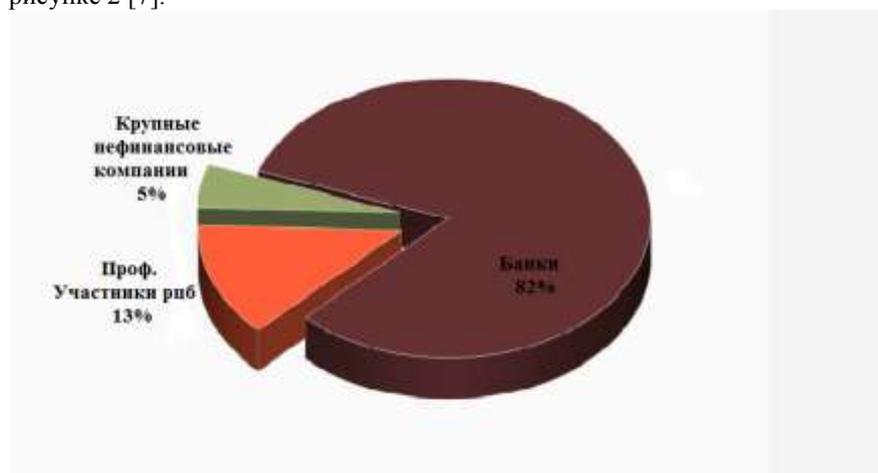


Рис.2. Структура участников внутреннего валютного рынка в 2018 году, % [7].

Fig. 2. The structure of participants in the domestic foreign exchange market in 2018, % [7].

Сокращение числа банков – участников торгов связано с консолидацией российского банковского сектора. Данная тенденция приводит к большей концентрации валютного рынка, что способствует повышению надежности валютных операций и снижению издержек за счет использования эффекта масштаба.

Развитие внутреннего валютного рынка невозможно без интеграционных процессов в мировое хозяйство, вследствие чего наблюдается зависимость курса отечественной валюты от состояния мирового финансового рынка и влияния курса доллара США и рыночной стоимости нефти, что негативно влияет на устойчивость национальной валюты [9].

Основными инструментами организационного срочного биржевого рынка являются производные финансовые активы, среди которых выделяются фьючерсы и опционы (см. табл.3,4). Фьючерсы как биржевой инструмент на срочном рынке является наиболее популярным финансовым инструментом в течение последних пяти лет. Например, в 2020 году было заключено срочных сделок на 129 864 млрд. рублей, в том числе валютных фьючерсов – на 63369 млрд. рублей. Доля валютных фьючерсов снижается (с 56% до 49% в 2020 году) относительно общего объема срочных сделок. Опционы хоть и занимают на фондовом рынке значимое место при теоретическом рассмотрении, однако их доля на срочном сегменте валютного рынка незначительна - около 2% от общего объема сделок (см. табл. 3) [7,8].

Таблица 3

Доли валютных опционов и фьючерсов на срочном биржевом рынке РФ, %

Период	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение
Доля валютных фьючерсов от общего объема срочных сделок	56	47	42	35	49	46
Доля валютных опционов от общего объема срочных сделок	2	2,6	2	2	1	2

Доля валютных фьючерсов относительно общего числа фьючерсов снижается (с 59% до 51% в 2020 году), что происходит за счет относительного роста торгов индексными и товарными инструментами.

Например, в 2020 году было заключено фьючерсных сделок на 124 516 млрд. рублей, в том числе валютных фьючерсов – на 63 369 млрд. рублей. (см. табл. 4)

Таблица 4

Доли валютных опционов и фьючерсов на фьючерсных и опционных рынках РФ, %

Период	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение
Доля валютных фьючерсов от общего объема фьючерсов	59	51	46	37	51	49

Период	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение
Доля валютных опционов от общего объема опционов	37	32	30	30	31	32

Валютные опционы занимают значимую долю (в среднем - 32 %) от общего количества опционов, при этом их доля за рассматриваемый пятилетний период снижается. Более значимую долю, чем валютные опционы, занимают индексные инструменты.

Фьючерсы как объект биржевой организованной торговли на срочном рынке популярны не только по объему совершенных сделок, но и по количеству заключенных открытых позиций. В течение последних пяти лет, доля открытых позиций по фьючерсам поступательно растет с 61% в 2016 году до 81% в 2020 г. общего объема торгов по срочным сделкам. Менее популярным деривативом выступает опцион, доля которого по открытым позициям снижается с 39% до 19% от общего объема контрактов срочного рынка за аналогичный период (см. табл. 5).

Таблица 5

Структура деривативов по открытым позициям на биржевом рынке (тыс. контрактов)

Период	2016 г.	%	2017 г.	%	2018 г.	%	2019 г.	%	2020 г.	%
Общее количество срочных контрактов	9568	100	11598	100	7898	100	10535	100	7897	100
В том числе фьючерсы	5802	61	7953	69	5849	74	7935	75	6421	81
В том числе опционы	3 766	39	3 645	31	2049	26	2600	25	1477	19

Количество заключенных фьючерсных контрактов за рассматриваемый пятилетний период возросло незначительно – на 10,7%. Следует выделить высокую активность биржевых игроков в 2017 и 2019 годах на фьючерсном рынке. При этом доля валютных фьючерсов превысила половину от общего количества фьючерсных контрактов только в 2017 году и составила 60%. Наименее значимым для валютных фьючерсов оказался 2019 год, когда их доля составила 34 % от общего числа фьючерсных контрактов. Общее небольшое снижение доли валютных фьючерсов вызвано ростом активности биржевых игроков в отношении товарных фьючерсов.

На рынке опционов произошло значительное снижение как общего количества опционных контрактов, так и валютных опционов (более чем в 2 раза). При этом в структуре опционных контрактов популярность валютных опционов возросла за пятилетний период с 53% в 2016 году до 67% в 2020 году (см. табл.6).

Таблица 6

Доля валютных опционов и фьючерсов по открытым позициям в структуре деривативов (тыс. контрактов).

Период	2016 г.	%	2017 г.	%	2018 г.	%	2019 г.	%	2020 г.	%
Общее количество фьючерсов	5802	100	7953	100	5849	100	7935	100	6421	100

Период	2016 г.	%	2017 г.	%	2018 г.	%	2019 г.	%	2020 г.	%
В том числе валютные фьючерсы	2874	50	4772	60	2796	48	2703	34	3097	48
Общее количество опционов	3 766	100	3 645	100	2049	100	2600	100	1477	100
В том числе валютные опционы	1985	53	1 871	51	1376	67	1836	71	986	67

Количество опционных контрактов возросло только на фондовом рынке, хотя оно и незначительно по сравнению с общим количеством опционных соглашений.

Если рассматривать динамику валютных курсов на Московской Бирже по основным валютным единицам, то следует отметить цену сделок на конкретную дату (например - 11 октября) с 2016 по 2020 года (табл. 7) [8].

Таблица 7

Динамика курсов доллара США и евро к рублю и показатели биржевых торгов (2016-2020 г.).

	С расчетами сегодня		С расчетами «завтра»		С расчетами сегодня		С расчетами «завтра»	
	Средневзв. курс (руб/долл)	Объем (млн. долл.)	Средневзв. курс (руб/долл)	Объем (млн. долл.)	Средневзв. курс (руб/евро)	Объем (млн. евро)	Средневзв. курс (руб/евро)	Объем (млн. евро)
11.10.2016 г.	62,30	1123,76	62,41	5050,92	69,17	179,08	69,20	281,35
11.10.2017 г.	57,86	1018,38	57,87	2987,54	68,43	296,20	68,47	261,73
11.10.2018 г.	66,63	1161,82	66,52	2710,10	77,00	315,93	76,87	366,69
11.10.2019 г.	64,13	851,07	64,15	2308,68	70,69	255,71	70,77	557,28
13.10.2020 г.	77,16	674,76	77,14	2524,86	90,94	266,38	90,81	380,42

В 2017 году по сравнению с 2016 годом курс американской и европейской валюты снизился, при этом в 2018 г. вновь активизировались ревальвационные тенденции. Данные валюты стали еще дороже по отношению к отечественной валюте в течение 2020 г. С приходом коронавируса в марте 2020 года российский финансовый регулятор перешел от покупок к продажам валютных активов, снижая величину валютных резервов, являющихся наибольшей статьей активов баланса. Подобной стратегии придерживается Народный Банк Китая, накопивший 21 578 310 млн. юаней валютных резервов, что также является наибольшей статьей с долей в 58% общих активов [10]. У обеих стран внешнеторговый баланс с преобладанием экспорта над импортом.

Необходимо отметить, что далеко не все монетарные институты формируют значимые статьи иностранных резервов. ФРС США в своем балансе закупила иностранных резервов на сумму 20 735 млн. долл., что составляет менее одного

процента от общего объема активов [11]. Чуть более одного процента составляют валютные резервы в совокупной величине активов Банка Японии, который сформировал данную статью в размере 7 678 725 322 447 иен [12]. Прошедший 2020 год для японской внешней торговли был неудачным – в результате был получен отрицательный баланс по внешнеторговым операциям. Европейский Центральный Банк при положительном сальдо торгового баланса Еврзоны, на конец 2020 г. накопил 347 174 млн. евро, что составляет более значимую долю в 5% [13].

Валютный рынок является важнейшим элементом рыночной экономики, который коррелирует с другими индикаторами внешнеэкономических отношений. Статистика валютных котировок подтверждает снижение чувствительности российского рубля по отношению к колебаниям цен на топливном рынке, что можно объяснить притоком средств нерезидентов в долевые и долговые ценные бумаги [14]. Например, корреляция дневных доходностей рубля и нефти упала до нуля во втором квартале 2018 года.

Динамика официального валютного курса доллара США и евро по отношению к рублю на 01.01.2015 – 13.12.2019 гг. представлена на рисунках 3 и 4 [15].

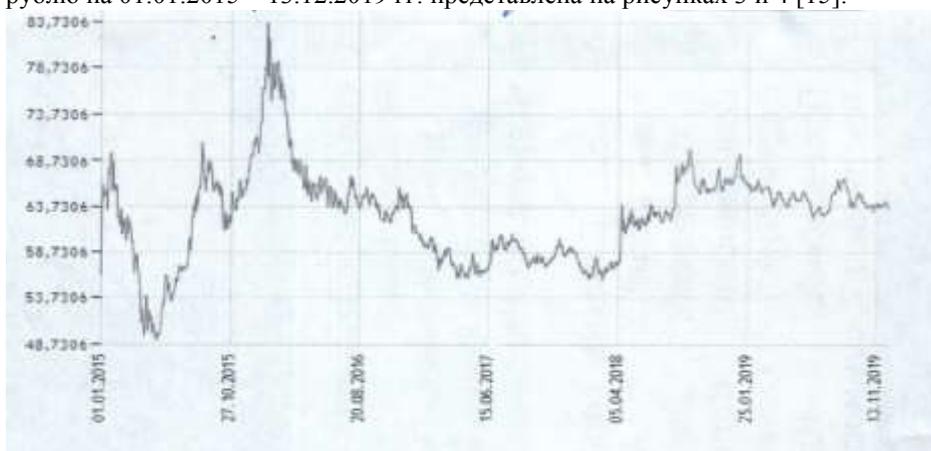


Рис. 3. Динамика курса США по отношению к рублю в 2015-2019г [15,16].

Fig. 3. The US exchange rate dynamics against the ruble in 2015-2019 [15,16].

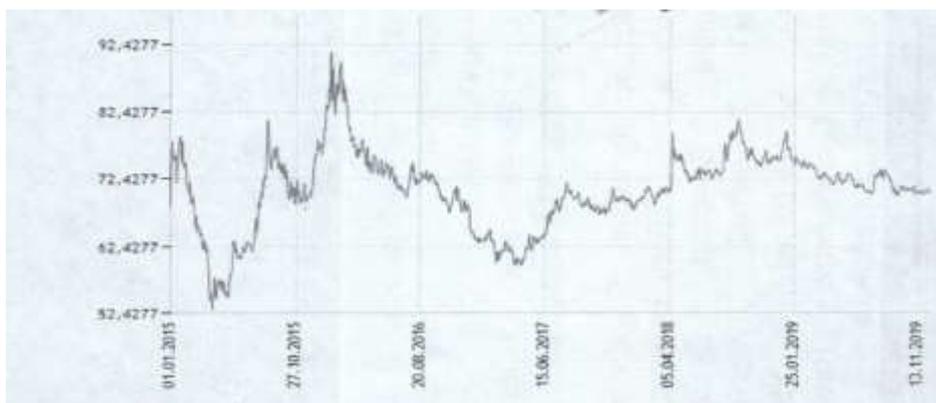


Рис. 4. Динамика курса евро по отношению к рублю в 2015-2019г [15,16].

Fig. 4. The euro exchange rate dynamics against the ruble in 2015-2019 [15,16].

По информации из рисунка 3 можно утверждать, что по сравнению с 01.01.2015 годом курс американской валюты изменился в течение года на 29%, именно в этот период были введены санкции со стороны ЕС и США. За 2016 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года курс этой же валюты снизился на 18,4%. На 01.01.2018 года снижение валютного курса доллара США по отношению к рублю составила 4,1% в течение предыдущего года. В конце 2018 года были введены новые санкции по инициативе США и стран ЕС, хотя валютный курс рубля увеличился на 17,8% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

Динамика изменения курса евро аналогична изменению курса доллара, за исключением 01.01.2018 года по сравнению с 01.01.2017 годом, евро в этот период произошел рост валюты на 8,1%. В течение 2017 г. происходило стабильное снижение ставок по валютным вкладам, что объясняется укреплением валютного курса рубля. В начале 2019 года нефть оказалась в лидерах роста среди биржевых товаров, прибавив 20%. Несмотря на то, что укрепление рубля оказалось сдержанным (+5,5%), корреляция между дневными доходностями двух параметров стоимости барреля нефти и рубля впервые за год превысило отметку 0,5.

Интересно рассмотреть также колебания валютных курсов российского рубля по отношению к валютам стран, входящих в Евразийский экономический союз. Максимальных значений в течении текущего года валютный курс российской валюты по отношению к валюте Республики Беларусь достиг 16.03.21 г. - 3,554, а минимальных – 3,3512 белорусских рублей 19.11.21 года (см. рис.5).

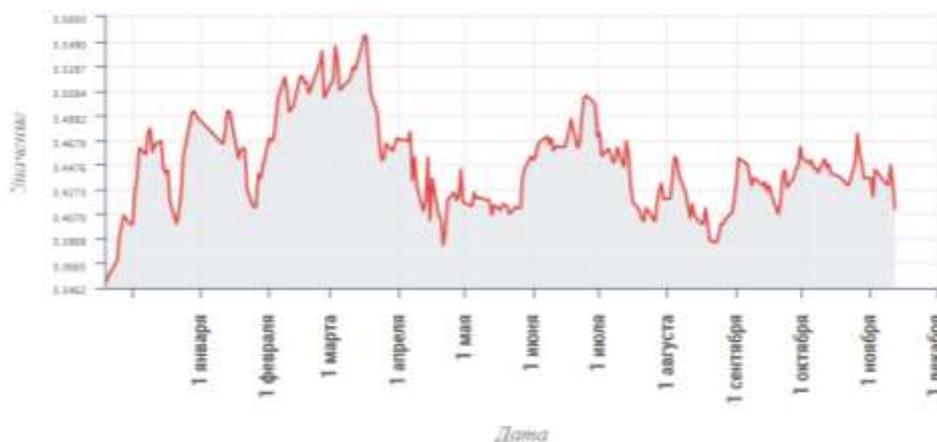


Рис. 5. Динамика курса белорусского рубля по отношению к 100 российским рублям в 2021 г. [17].

Fig. 5. The Belarusian ruble exchange rate dynamics against 100 Russian rubles in 2021 [17].

На осень 2021 года пришелся максимальный размер валютного курса отечественной валюты по отношению к казахскому тенге (6,12) – 26.10.2021 г., а 08.07.2021 г. был достигнут минимум в 5,72 единиц казахской валюты [18]. На февраль 2021 года пришелся максимальный размер валютного курса российского рубля по отношению к армянскому драму (643,96), а в ноябре этого же года был достигнут минимум в 545,15 армянских драм [19]. В октябре 2021 года был достигнут максимум валютного курса российского рубля по отношению к киргизскому сому

(1,219), а в конце 2020 года были получены минимальные значения в 1,075 киргизских сомов [20].

Помимо экономических факторов на рублевый курс вновь начала оказывать влияние геополитика. Вновь стала актуальной угроза запрета иностранным инвесторам покупать российские государственные ценные бумаги со стороны США, что привело к рекордному за 3 года оттоку капитала.

Кроме того, в платежном балансе России наблюдалось сокращение обязательств российских банков и компаний перед иностранцами на 31 млрд. долл., а также увеличения инвестиций российских резидентов в зарубежные финансовые инструменты. Перед российским валютным рынком также стоит задача диверсификации его структуры. Дисбаланс рынка с преобладанием двух ключевых валют (доллар США и евро) существует и на мировом рынке в целом.

Заключение

Анализ состояния российского валютного рынка показывает, что он является бивалютным, т.к. подавляющее количество сделок на валютном рынке совершается с долларом США и в меньшей доле с евро. Влияние остальных валют на внутреннем валютном рынке незначительно. На курс рубля оказывает влияние не только экономические факторы, но и политические, т.е геополитика.

В настоящее время перед российским валютным рынком достаточно остро встает задача диверсификации его структуры.

Список литературы

1. Федеральный закон от 10.12.2013 №173-ФЗ «О валютном регулировании и валютном контроле» (ред. от 24.02.2021)
2. Федеральный закон от 13.07.2015-ФЗ №223-ФЗ «О саморегулируемых организациях в сфере финансового рынка» (ред. от 28.11.2018)
3. Федеральный закон от 29.04.1996 №39-ФЗ «О рынке ценных бумаг» (ред. от 31.07.2020)
4. Инструкция Банка России от 16.08.2017. №181-ФЗ (ред. от 05.07.2018) « О порядке предоставления резидентами и нерезидентами уполномоченным банкам подтверждающих документов и информации при осуществлении валютных операций, о единых формах учета и отчетности по валютным операциям, порядок и сроки их предоставления».
5. Клейман В.В. Современное положение на валютном рынке России/Молодежный научный форум: Общественные и экономические науки: электр.сб по мат. ЛП междунар.студ.науч-практ.конф №1(53) URL:[https://iinauch-forum.ru/archive/HNF_social_/1\(53\)](https://iinauch-forum.ru/archive/HNF_social_/1(53)) (дата обращения 25.12.2020)
6. Тянутова Т.В., Дорожкина Н.И. К вопросу об альтернативных режимах валютного курса и их влиянии на банковскую систему страны // Социально-экономические явления и процессы. 2017. № 4. С. 66–71. (дата обращения 12.01.2021)
7. Шмелев В. В., Хмыз О. В. Глобализациямировыхвалютно-финансовых рынков. Монография.Издательство: Проспект, 2010 г. 200 стр
8. Шмелев В. В. Валютно-финансовая дисциплина интеграции объединений. Финансовая жизнь, № 4, 2019 г. с. 16-19.
9. Васюков Е.А. Валютные режимы в мировой экономике и особенности валютного режима России. «Общество; политика, экономика, право. 2017. №6. URL:<http://cyberleninka.ru/article/n/valyutnyye-rezhimy-y-mirovoy-ekonomike-i-jsjbennosti-valyutnogo-rezhima-rossii> (дата обращения 30.01.2021)
- 10.<http://www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688259/3689032/3709448/3984236/index.html> – официальный сайт Народного Банка Китая
11. <https://www.federalreserve.gov/releases/h41/current/h41.html> - официальный сайт ФРС США
12. <https://www.boj.or.jp/en/about/account/index.htm/#p02> – официальный сайт Банка Японии
13. <https://www.ecb.europa.eu/pub/annual/balance/html/ecb.eurosystembalancesheet2020-0da47a656b.en.html> – официальный сайт Европейского Центрального Банк

14. Кокин А.С., Рамазанов С.А., Одинокоев В.А. Анализ финансового рынка России за период с 1995 по 2016 годы // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта . 2017. №51. С.84-90.(дата обращения 05.12.2020).
15. [Электронный ресурс] – Режим доступа: - <https://www.moex.com/> (дата обращения 24.01.2021)
16. [Электронный ресурс] – Режим доступа: - <https://www.cbr.ru/> (дата обращения 24.01.2021).
17. <https://www.bcse.by/ru/instruments/currencyinstrumentdetails?date=11%2F14%2F2021%2000%3A00%3A00&instrumentId=1078> - официальный сайт белорусская валютно-фондовая биржа
18. <https://kase.kz/ru/currency/> официальный сайт Казахстанской фондовой биржи
19. <https://www.cba.am/ru/sitepages/ExchangeArchive.aspx?DateFrom=2020-11-14&DateTo=2021-11-14&ISOCodes=RUB> - официальный сайт Центрального Банка Республики Армения
20. https://www.nbkr.kg/index1.jsp?item=1562&lang=RUS&valuta_id=44&beg_day=14&beg_month=11&beg_year=2020&end_day=14&end_month=11&end_year=2021 -официальный сайт Национального банка Кыргызской Республики

References

1. Federal Law of 10.12.2013 No.173-FZ. "On currency regulation and currency control"(As amended on 02.24.2021)
2. Federal Law of 13.07.2015 No.223-FZ.«On self-regulatory organizations in the financial market»(as amended on 28/11/2018)
3. Federal Law of 29.04.1996 No. 39-FZ. «About the securities market»(as amended on 07/31/2020)
4. Instruction of the Bank of Russia dated 16.08.2017. No. 181-FZ (ed. from 05.07.2018) «On the procedure for the provision of supporting documents and information by residents and non-residents to authorized banks when carrying out currency transactions, on unified forms of accounting and reporting on currency transactions, the procedure and terms for their provision».
5. Kleiman V.V. Current position in the Russian foreign exchange market/Youth Scientific Forum:Social and economic sciences: elektr.sb on mat. LIII international student scientific-practical conference No 1 (53)
6. Tyanutova T.V., Dorozhkina N.I.. To the issue about the alternative modes of the exchange rate and their influence on the banking system of the country //Social-economic phenomena and processes/ 2017. No 4. С. 66–71.
7. Shmelev V.V. Globalization of the world monetary and financial markets. Monograph .Publisher Prospekt2010,p.200.
8. Kockin A.S.,Ramazanov S.A.,Odinokov V.A.The Analysis Of The Financial Market Of Russia For The Period From 1995 To 2016 // Vestnik Volzhskoy Gosudarstvennoy Akademii Vodnogo Transporta//2017. No51
9. Vasyukov E. A.The exchange rate regimes in the world economy and the features of the currency regime in Russia.Scientific Journal “Society: Politics, Economics, Law”. 2017. No6.
10. <http://www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688259/3689032/3709448/3984236/index.html> – официальный сайт Народного Банка Китая
11. <https://www.federalreserve.gov/releases/h41/current/h41.html> - официальный сайт ФРС США
12. <https://www.boj.or.jp/en/about/account/index.htm/#p02> – официальный сайт Банка Японии
13. <https://www.ecb.europa.eu/pub/annual/balance/html/ecb.eurosystembalancesheet2020~0da47a656b.en.html> – официальный сайт Европейского Центрального Банк
14. Kockin A.S.,Ramazanov S.A.,Odinokov V.A.The Analysis Of The Financial Market Of Russia For The Period From 1995 To 2016 // Vestnik Volzhskoy Gosudarstvennoy Akademii Vodnogo Transporta//2017. No51.
15. <https://www.moex.com/> (дата обращения 24.01.2021)/
16. <https://www.cbr.ru/> (дата обращения 24.01.2021).
17. <https://www.bcse.by/ru/instruments/currencyinstrumentdetails?date=11%2F14%2F2021%2000%3A00%3A00&instrumentId=1078> - официальный сайт Белорусская валютно-фондовая биржа
18. <https://kase.kz/ru/currency/> официальный сайт Казахстанской фондовой биржи
19. <https://www.cba.am/ru/sitepages/ExchangeArchive.aspx?DateFrom=2020-11-14&DateTo=2021-11-14&ISOCodes=RUB> - официальный сайт Центрального Банка Республики Армения

20. https://www.nbkr.kg/index1.jsp?item=1562&lang=RUS&valuta_id=44&beg_day=14&beg_month=11&beg_year=2020&end_day=14&end_month=11&end_year=2021 -официальный сайт Национального банка Кыргызской Республики

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кокин Александр Семенович, д.э.н., профессор кафедры финансов и кредита Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23. kockin@mail.ru

Alexander S. Kokin, Doctor of Economics, Professor of the Department of Finance and Credit Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 23, kockin@mail.ru

Одиноков Владимир Александрович, к.э.н., доцент, доцент кафедры социально-экономических дисциплин Дзержинского филиала Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Нижегородская обл., г. Дзержинск, пер. Жуковского, 2, odvl-nn@yandex.ru

Vladimir A. Odinokov, Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Disciplines Dzerzhinsk branch Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod region, Dzerzhinsk, Zhukovsky lane, 2, odvl-nn@yandex.ru

Щепетова Валентина Николаевна, к.э.н., доцент, доцент кафедры экономики и финансов Московского университета им. С.Ю. Витте, филиал в г. Нижнем Новгороде, Нижний Новгород, ул. Б. Печерская, 51, shchwn@mail.ru

Valentina N. Shchetova, Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Finance Moscow State University named after S. Yu. Witte branch in Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, B. Pecherskaya st., 51, shchwn@mail.ru

Статья поступила в редакцию 19.10.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.

Received 19.10.2021; published online 20.12.2021.

УДК 338.2

<https://doi.org/10.37890/jwt.v69.216>

Особенности управления развитием ИКТ и инфокоммуникационной инфраструктуры

Ю.О. Колотов¹

ORCID: 0000-0002-6421-3588

И.О. Яблочникова¹

ORCID: 0000-0002-6685-9729

¹*Московский технический университет связи и информатики*

Аннотация. В условиях Промышленной революции 4.0 и тотальной цифровизации социально-экономических процессов в обществе актуальными являются исследования, связанные с разработкой и обоснованием эффективных методов и средств управления инновационным развитием современной инфокоммуникационной инфраструктуры и обеспечением высокого уровня эффективности практического применения инфокоммуникационных технологий (ИКТ). Важнейшей особенностью эволюции такой инфраструктуры и самих ИКТ является существенная корреляция с совокупностью процессов, осуществляемых в мировой и национальной экономиках. По сути дела, ИКТ играют роль своеобразного катализатора указанных выше глобальных и локальных процессов и, во многом, предопределяют темпы научно-технического прогресса. Анализ достижений ряда экономически развитых стран за последние несколько десятков лет свидетельствует о том, что состояние отдельно взятой национальной экономики и динамика ее процессов напрямую зависят от темпов внедрения во все сферы современных средств связи и телекоммуникаций, компьютерных сетей, центров обработки данных и иных инноваций.

В связи с указанным выше, возникает ряд глобальных проблем и локальных задач относительно не только адекватного определения необходимого уровня развития инфокоммуникационной инфраструктуры, обусловленного формированием новых социально-экономических реалий, и прогнозирования вероятных последствий интенсивного использования средств ИКТ в различных сферах деятельности, но и формирования оригинальных подходов, методов и средств осуществления управления инновационным развитием. Такие инструменты должны быть эффективными и результативными в достижении соответствующих целей управления.

В статье уделено внимание ряду аспектов и особенностей практического использования предложенных авторами инструментов управления развитием инфокоммуникационной инфраструктуры формирования цифровой экономики и информационного общества в целом. Успешное применение указанных выше инструментов основано на научно обоснованной специфической методике, позволяющей реализовать мониторинг состояния и потенциала инфокоммуникационной инфраструктуры, в частности, посредством осуществления оценки эффективности внедрения ИКТ. Результаты исследований, реализованных авторами относительно обоснования и создания условий для развития инфокоммуникационной инфраструктуры, позволит органам муниципального и государственного управления совершенствовать и конкретизировать стратегию и тактику формирования основ цифровой экономики и информационного общества в целом.

Ключевые слова. Промышленная революция 4.0; Цифровая экономика; ИКТ; инфокоммуникационная инфраструктура; эффективность; эволюция инфокоммуникаций.

Features of the infocommunication infrastructure development management mechanism

Yuriy O. Kolotov¹

ORCID: 0000-0002-6421-3588

Irina O. Yablochnikova¹,

ORCID: 0000-0002-6685-9729

¹*Moscow Technical University of Communications and Informatics*

Abstract. In the context of the Industrial Revolution 4.0 and the total digitalization of socio-economic processes in society, research related to the development and justification of effective methods and means of managing the innovative development of modern infocommunication infrastructure and ensuring a high level of efficiency of the practical application of infocommunication technologies (ICT) is relevant. The most important feature of the evolution of such infrastructure and the ICTs themselves is a significant correlation with the totality of processes carried out in the global and national economies. In fact ICTs play the role of a kind of catalyst for the above-mentioned global and local processes and to a large extent determine the rate of scientific and technological progress. An analysis of the achievements of a number of economically developed countries over the past few decades indicates that the state of a single national economy and the dynamics of its processes depend directly on the rate of introduction of modern means of communication and telecommunications, computer networks, data processing centers and other innovations into all spheres.

Due to the above mentioned, a number of global problems and local tasks arise regarding not only the adequate determination of the necessary level of development of information and communication infrastructure, due to the formation of new socio-economic realities, and forecasting the possible consequences of intensive use of ICT tools in various fields of activity, but also the formation of original approaches, methods and means of implementing innovative development management. Such tools should be effective and efficient in achieving the relevant management objectives.

The article pays attention to a number of aspects and features of the practical use of the tools proposed by the authors for managing the development of the infocommunication infrastructure for the formation of the digital economy and the information society as a whole. The successful application of the above tools is based on a scientifically based specific methodology that allows monitoring the status and potential of the infocommunication infrastructure, in particular, through the implementation of a comprehensive assessment of the effectiveness of the introduction of ICT. The results of the research carried out by the authors regarding the justification and creation of conditions for the development of infocommunication infrastructure will allow municipal and state authorities to improve and concretize the strategy and tactics of forming the foundations of the digital economy and information society in general.

Keywords. Industrial Revolution 4.0, digital economy, ICT, infocommunication infrastructure, efficiency, evolution of infocommunications.

Введение

Для эффективного управления инновационным развитием инфокоммуникационной инфраструктуры (ИКИ), которая, по мнению авторов, является многомерной динамической иерархической открытой системой, необходимо осуществить системный анализ имеющегося в наличии опыта относительно реализации оценки и адекватного прогноза успешности формирования и совершенствования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), а также

их практического применения в ряде сфер. Это, в свою очередь, позволяет адекватно определить реальное состояние и динамику процессов в рамках Четвертой промышленной революции и всеобщей диджитализации. Такие исследования должны быть основаны на выявлении совокупности главных и второстепенных эндогенных и экзогенных факторов, влияющих на формирование конечного результата (его экономической и социальной составляющих) функционирования российской и мировой цифровой экономики в краткосрочной и долгосрочной перспективе [1-3].

Упомянутые выше анализ, оценка и прогнозирование в дальнейшем могут выступать в качестве априорной информации для осуществления эффективного управления сложной совокупностью инновационных процессов в социальной сфере, в сфере производства и бизнеса, в логистике, связанных с широким внедрением современных средств связи (в том числе мобильной) и телекоммуникаций, корпоративных и локальных компьютерных сетей, больших центров обработки данных (Big Data) и иных инноваций. Такие инновации – не просто дань современной моде или «слепое» следование в определенном форватере актуальных тенденций, а своеобразная осознанная необходимость формирования условий обеспечения конкурентоспособности национальной экономики и российского общества в целом в мировом сообществе. Это, один из способов, фактически, выживания в жесткой конкурентной борьбе, дополнительно осложненной пандемией КОВИД-19 и ее негативными последствиями [6, 5, 9, 10].

По мнению ведущих российских и зарубежных экономистов, инновации – это особый объект управления, для эффективного функционирования и динамичного развития которого необходимы существенные государственные и частные инвестиции, глубокие научные исследования, достаточно квалифицированный научный, технический и технологический персонал, коренная модернизация сферы образования, а также реализация масштабных маркетинговых компаний. Кроме того, для обеспечения реализации успешной государственной инновационной политики и соответствующей политики в регионах, очень важно не только определить структуру и содержание многомерной совокупности перспективных инноваций, алгоритм действий относительно их успешного внедрения в практическую деятельность, взаимосвязь в рамках иерархии субъектов так называемого инновационного менеджмента, но и адекватная координация действий субъектов, осуществляющих многомерное управление упомянутыми выше инновациями [3, 4, 5, 13, 16].

В отечественной и иностранной научной литературе представлен ряд ныне применяемых на практике современных подходов к реализации управления инновациями. В ряде публикаций утверждается о формировании основ специфического научного направления, получившего наименование «менеджмент инноваций». Некоторые авторы при этом используют понятие «механизм управления», что, по нашему мнению, не совсем корректно и, в определенном смысле, противоречит основам классической теории кибернетики, как науки об управлении объектами, системами, процессами и явлениями любой природы (техническими, социальными, экономическими и даже политическими).

Механизм, как обозначено в толковом словаре русского языка, (от древнегреческого μηχανή – приспособление, устройство) – внутреннее устройство некоторой машины, прибора, аппарата, приводящее их в действие. Механизмы служат для передачи движения и преобразования энергии. С точки зрения их проектирования и функционирования, они характеризуются с помощью параметра, именуемого «число степеней свободы» (количество независимых скалярных параметров, идентификация которых в виде некоторых функций времени однозначно определяет траектории и скорости «движения» всех компонентов). Таким образом, по сути дела, механизм – это некоторая детерминированная система, с жесткой

структурой, иерархией и практически неизменным алгоритмом функционирования. А это противоречит сущности социально-экономических систем, априори являющихся открытыми, многомерными сложными системами с динамической (переменной) структурой, а также наличием свойств адаптации к изменяющимся условиям внешней среды и саморегулирования. Процессы функционирования данных систем имеют существенно вероятностную природу и не могут быть адекватно и успешно описаны (формализованы) с помощью системы (или совокупности систем) простых уравнений даже в краткосрочном периоде времени.

Упрощенное представление функционирования таких сложных систем, а тем более процессов управления ими, является лишь весьма неудачной попыткой «зафиксировать» определенные числовые значения небольшого количества параметров (внутренних или внешних) в моменты времени, когда такого рода оценка оказалась возможной, а также обеспечить соответствующий уровень презентации указанных выше данных и не более того. Как правило, такая презентация также не является основанием для определения адекватной политики, стратегии и тактики осуществления эффективного управления самой системой или совокупностью процессов. А сформулированные рекомендации исследователями, применяющими (или же декларирующими и пропагандирующими) подобный подход к управлению, достаточно часто, являются абсолютно бесполезными с практической точки зрения [2, 4, 7, 13, 16]. По нашему мнению, архиважным является понимание сущности процессов и их толкование на научной основе, адекватная идентификация, координация и своевременная коррекция глобальных и локальных целей. Лишь тогда инновационная деятельность и в краткосрочной, и долгосрочной перспективе именно в социальной и экономической сферах будет результативной и успешной. Поэтому, весьма актуальным является разработка на научной основе принципов, методов и алгоритмов реализации управления эволюцией ИКТ и соответствующей инфотелекоммуникационной инфраструктуры в условиях Четвертой промышленной революции и цифровизации общества в целом. Цель данного исследования – разработка ряда аспектов такого управления инновациями и расстановка совокупности определенных приоритетов.

Методы

Управление является эффективным, если, в первую очередь, достаточно четко определены глобальная и локальные цели и адекватные критерии оценки достижения таких целей или же хотя бы некоторого приближения к ним, в соответствии с которыми можно было бы адекватно судить о качестве реализации управленческой деятельности. А также:

- объект (или объекты) управления (в частности, их сущность, свойства, совокупность входных и выходных параметров, реальные условия и ограничения функционирования, возможные подходы и инструменты эффективного целенаправленного воздействия на них, вероятная реакция на внешнее воздействие и пр.);
- субъект (или субъекты) способные успешно управлять указанными выше объектами (их структура, свойства, условия и ограничения реализации ими управленческой деятельности, возможность координации действий совокупности субъектов, вероятные затраты на организацию и осуществление управления и координацию, существующие риски принятия неадекватных решений и возможные негативные последствия, распределение полномочий и установление меры ответственности и т.д.);

– совокупность параметров и их динамика, реальное состояние и свойства внешней среды, в условиях которой функционируют (будут функционировать) объекты и субъекты управления, кроме того, степень и каналы влияния такой среды на них.

Таким образом, успешное управление на научной основе, а тем более, в социально-экономической сфере достаточно сложный и весьма затратный вид деятельности. Это справедливо лишь в том случае, если оно ориентировано на достижение конкретного реального результата, а не организуется по принципу «управление ради самого управления». Именно системное мировоззрение и кибернетический подход могут обеспечить в конечном итоге успех в таком нелегком деле. Данная методология реализации научного исследования и осуществления в дальнейшем управления приносит действительно ощутимые плоды.

В данном случае невозможно ограничиться лишь совокупностью рекомендаций, сформулированных, например, на основании собственной интуиции и ретроспективного опыта, пусть даже весьма уважаемых экспертов, мнение которых всегда будет достаточно субъективно и не совсем обусловлено результатами осуществления глубокого анализа ситуации и ее прогнозирования, а определяться, в первую очередь, стремлением «интегрироваться» в видение заказчикам сущности проблемы. Рекомендации, кроме того, не являются руководством к действию.

Объем и скорость поступления информации, которую необходимо проанализировать некоторому эксперту для формулирования своих рекомендаций по организации управления в социально-экономической сфере, настолько велики, что возможности ни одного человеческого организма не позволяют это эффективно реализовать без существенного применения современных аппаратно-программных средств ее обработки (т.е. средств ИКТ). Потому ныне все больше функции сбора информации, в том числе, с целью мониторинга ситуации и (или же) условий функционирования объектов и субъектов управления, перекладывают на элементы искусственного интеллекта, интегрированного посредством ИКТ с большими базами данных и банками знаний. А предварительный анализ такой информации реализуют автоматизированные системы поддержки и принятия решений (АСППР). Субъектам отводятся лишь функции оценки рисков и выбора основных сценариев осуществления управления.

Основная часть

Можно бесконечно долго рассуждать о некоторой оценке или мониторинге ситуации, предлагать и даже некоторым образом обосновывать совокупность параметров для осуществления таких действий, разрабатывать многочисленные определенные комплексные (интегральные, обобщенные или иные) показатели эффективности деятельности, в том числе и инновационной. Однако, вся эта деятельность будет напрасной, если, в первую очередь, не будет идентифицирована цель (глобальная и локальные цели), а также не формализованы с помощью определенного аппарата однозначные критерии ее (их) достижения.

В данном случае речь идет о развитии телекоммуникационной инфраструктуры и о развитии непосредственно самих средств ИКТ как условных драйверов научно-технического прогресса и предполагаемых катализаторов эволюции экономики и социальной сферы, а следовательно, и современного общества в целом. То есть, фактически, формулируется следующая гипотеза: «Эффективное развитие телекоммуникационной инфраструктуры и средств ИКТ вероятнее всего приведет к бурному росту показателей функционирования экономики, гармонизации всех аспектов социальной жизни общества и обеспечению конкурентоспособности (в том

числе и престижа на международной арене) национального государства в следствие роста качества жизни его граждан». Эта гипотеза, в процессе реализации исследования и анализа динамики социально-экономических процессов, должна быть либо подтверждена (хотя бы частично), либо опровергнута.

И тут возникает целый ряд вопросов. Например, что именно необходимо понимать под развитием инфотелекоммуникационной инфраструктуры (ИКИ)? Создание новых государственных или частных институций (учреждений, организаций, предприятий, корпораций, холдингов), которые будут функционировать в сфере связи и ИКТ, предоставляя информационные и телекоммуникационные услуги и (или же) проектирование и ввод в эксплуатацию новых инфраструктурных объектов, способствующих расширению доступа физических и юридических лиц к всевозможным информационным сервисам, сетям, банкам и центрам обработки данных? Или же это проектирование и производство новых средств реализации ИКТ и аппаратно-программных комплексов поддержки их функционирования, а также мощных каналов передачи информации и средств связи? В каких именно единицах измерения (абсолютных или относительных) такое развитие оценивать и применительно к каким параметрам, свидетельствующим о материальной стороне дела, экономической или может финансовой? И каким образом оценивать определенный социальный эффект от обеспечения бурных темпов развития ИКИ вследствие управления ими? Также полностью отдать на откуп сообщества экспертов или все же попытаться обеспечить некоторую степень объективности такой оценки?

Нет сомнения, человечество вступив в новый этап своей эволюции, именуемый в научной и популярной литературе информационным обществом, объективно оказалось перед тем фактом, что производственная сфера коренным образом переориентировалась на создание товаров и предоставление услуг, обеспечивающих функционирование государства, общества и отдельных граждан и их сообществ в виртуальном мире. В древнем Риме восставшие рабы требовали: «Хлеба и зрелищ!», отдавая предпочтение материальному, так как требование о хлебе насущном они ставили на первое место. Ныне, в результате фактически сформировавшегося индустриального и постиндустриального общества, за счет создания огромного потенциала материально производства, каждый отдельно взятый индивидуум, воспринимая свое состояние относительной сытости и комфортности, как нечто само собой разумеющееся, проявляет желание все больше получать различной информации, информационных услуг (ранее это формулировалось, как зрелища), обеспечивая тем самым свой комфорт и стабильный эмоциональный фон. У граждан, с одной стороны, появилось достаточное количество свободного времени, которое теперь уже нет необходимости тратить на реализацию физического труда для «добывания» пищи и «синтеза» материальных благ.

Схема так называемого общества потребителей весьма проста: «Работа – финансы – сфера торговли и услуг – среда обитания – материальное потребление – отдых – работа». Теперь же на каждом этапе этой схемы жизнедеятельности появляется вначале определенный соблазн, а затем и, фактически, патологическая зависимость от инфотелекоммуникационной инфраструктуры и ИКТ (на работе, во взаимодействии с финансовыми институциями, в сфере торговли и услуг, дома и на отдыхе). Некоторые глобальные телекоммуникационные компании четко уловили наличие таких кардинальных изменений жизнедеятельности участников сообщества потребителей. Они ориентированы на создание новых телекоммуникационных экосистем, как они их именуют в ходе многочисленных рекламных компаний. То есть, эти компании обеспечивают всестороннюю непрерывную информационную поддержку жизнедеятельности граждан 24 часа в сутки 365 дней в году, вне зависимости от их рода деятельности, осуществляемой в данный конкретный промежуток времени

(работа, финансы, логистика, торговля, образование, здравоохранение, отдых, общение с иными гражданами, развлечения, безопасность, государственное управление, политика и даже сон).

Таким образом, инфотелекоммуникационная инфраструктура, в традиционном понимании этого термина, по крайней мере в РФ, достигла в настоящее время такого уровня, что государство вполне может сосредоточить внимание на управлении эволюцией ИКТ в целом и соответствующей инфраструктурой, которая помогает обеспечивать именно государственные интересы в различных сферах деятельности, как внутри российского общества, так и за его пределами, а также формировать основы, в том числе нормативно-правовые, реализации и стимулирования любой деятельности в информационной сфере, в первую очередь, с точки зрения обеспечения конституционных прав граждан, их интересов и безопасной жизнедеятельности. Важный аспект – подготовка кадров и научные исследования, особенно фундаментальные. Остальные функции вполне могут (и хотят) взять на себя частные компании.

Государство также должно предпринимать усилия для того, чтобы минимизировать различные риски и негативные аспекты осуществления различной деятельности в информационной сфере, создав необходимые условия для функционирования здорового демократического общества, способного успешно бороться с проявлениями антисоциальных тенденций, с пропагандой насилия, религиозной и расовой нетерпимости, терроризма и т.д. Для реализации указанных выше задач, в свое время, в России были созданы соответствующие федеральные структуры, деятельность которых регламентирована рядом профильных законов и подзаконными актами, а также в полном объеме финансируется государством. И наличие таких государственных институций тоже является своеобразным инструментом управления (или в данном случае администрирования) функционированием и развитием информационной инфраструктуры. Однако, государство не ограничивается лишь контролем, а достаточно активно формирует внутреннюю и внешнюю политику, цель которой – поддержка и стимулирование деятельности, связанной с инфокоммуникационными инновациями. Например, разрабатываются и утверждаются на самом высоком уровне многочисленные федеральные программы поддержки такого рода инноваций. Что, соответственно, приносит весьма ощутимые плоды.

Так за последние десять лет затраты предприятий, организаций и учреждений Российской Федерации в целом на инновации выросли более чем в пять раз. Этот показатель в 2020 году превысил уровень в 2,1 триллиона рублей, что на 8,2% больше, чем в 2019 году (рис. 1). Прогнозирование данного показателя, позволят сделать вывод о наличии устойчивой тенденции роста (в 2022 году вполне вероятно может быть достигнут уровень 2,3 триллиона рублей). Рост такого рода затрат соответственно привел к повышению их интенсивности (то есть доли в общем объеме в реализации продукции и услуг). А именно, в 2020 году такая интенсивность составила 2,3% (2019 году – 2,1%) [13]. Таким образом, Россия закрепила в топ-10 европейских стран по данному показателю. Фактический объем произведенной инновационной продукции в 2020 году составил в действующих ценах 5,2 трлн руб. (рост на 5,7%). Основной прирост произошел за счет организаций сферы услуг (+22%).



Рис. 1. Динамика затрат предприятий, организаций и учреждений Российской Федерации в целом на инновации за период с 2010 по 2020 год и прогноз до 2022 года

Fig. 1. Dynamics of costs of enterprises, organizations and institutions of the Russian Federation as a whole on innovations for the period from 2010 to 2020 and forecast until 2022

И это вполне объяснимый факт. В условиях пандемии КОВИД-19 многие компании, которые ранее даже и не задумывались об активном использовании средств ИКТ для наращивания объемов реализации товаров и услуг, теперь вполне осознали тот факт, что только смещение акцентов в сторону взаимодействия с клиентами посредством информационно-телекоммуникационных технологий если не единственный, то очень эффективный способ обеспечить стабильность бизнес-деятельности. Особенно преуспели в 2019-2020 годах на этом поприще многочисленные логистические компании и различные службы доставки. А разработка и внедрение своего интернет-магазина – это тренд поведения бизнес-структур в последние два года.

При этом структурам государственной и муниципальной власти не пришлось каким-либо образом стимулировать указанные выше процессы внедрения ИКТ-инноваций и создания инфокоммуникационной инфраструктуры. Рыночные механизмы, фактически, сами успешно отрегулировали ситуацию. Государство, практически, лишь усилило контроль за тем, чтобы бизнес-процессы в информационной сфере полностью соответствовали нормам действующего законодательства РФ, а также обеспечило своевременное выявление нарушителей и информирование юридических лиц, а также рядовых граждан о возможных попытках ввести пользователей ИКТ в заблуждение или же откровенного обмана потребителей товаров и услуг.

Тем не менее, в октябре 2020 года премьер-министр РФ все же подписал соответствующее постановление «О совершенствовании механизма поддержки инноваций в промышленности», согласно тексту которого российское государство в дальнейшем будет субсидировать часть затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, реализуемые предприятиями, учреждениями и организациями всех форм собственности. Более того, указанные финансовые средства теперь они смогут получить авансом. Ранее для получения таких субсидий нужно

было подтвердить факт выполнения работ. Всего на эти цели на период с 2020 по 2022 год правительством РФ предусмотрено 28,7 млрд. руб. Однако, конечным результатом деятельности должен стать запуск инновационного продукта в серийное производство.

Предприятиями всех форм собственности активно внедряются инновации, формируется и развивается инфотелекоммуникационная инфраструктура. За последних десять лет в общей массе российских организаций, которые внедряли инновации, возросла в два раза доля компаний, деятельность которых реализуется в сфере связи, ИКТ, применения средств вычислительной техники, компьютерных сетей, баз данных и т.д. В 2020 году этот показатель достиг уровня 18,7% [13]. А согласно реализованному нами прогнозу к 2022 году он будет на уровне 25% (Рис. 2).



Рис. 2. Динамика удельного веса организаций, которые реализуют свою деятельность в сфере связи, ИКТ, вычислительной техники, компьютерных сетей и пр., среди всех компаний осуществляющих технологические инновации за период с 2010 по 2020 гг.

Fig. 2. Dynamics of the share of organizations carrying out their activities in the field of communications, ICT, computer engineering, computer networks, etc., among all companies carrying out technological innovations for the period from 2010 to 2020.

Под инновациями обычно понимают новый порядок (алгоритм), новый метод, новую продукцию (услугу) или технологию, либо же некоторое новое явление. А разработка и практическое внедрение инноваций в социально-экономической сфере представляет собой инновационный процесс. Инновации могут относиться как к технической и технологической сферам, так и к сфере эффективной организации производства, а также управления, в том числе и государственного управления. В связи с этим, сегодня многие исследователи-экономисты утверждают об актуальности и необходимости реализации на данном этапе инновационной модели развития современного государства и общества. И постепенного ухода от так называемой ресурсной модели.

Одной из основ формирования инновационной модели развития государства является «производство» новых знаний, интенсивное создание которых основано на совершенствовании интеллектуального потенциала. В свою очередь, такой потенциал

является конечным результатом двух неразрывно друг от друга функционирующих сфер – высшего образования и науки, в частности, реализации фундаментальных научных исследований (основа основ инноваций). Товары и услуги, которые появляются на национальных и международных рынках, вследствие реализации инновационной модели развития государства, – уникальны и ценятся достаточно высоко. Но, в то же время, данная модель требует существенных затрат и государственного сектора, и частного на фундаментальную науку, и значительного времени на подготовку квалифицированных научных кадров. Высокое качество образовательных услуг и успешные научные исследования – это важнейшие условия инновационного развития российского общества вообще и инфокоммуникационной инфраструктуры в частности.

Каков будет качественный уровень знаний, умений и навыков выпускников бакалаврских и магистерских программ университетов в сфере связи, ИКТ, современных средств вычислительной техники, компьютерных сетей, больших баз и центров обработки данных, программирования, такие и будут обеспечены темпы инновационного развития российского государства и общества в целом. Именно эти подготовленные в российских вузах специалисты будут разрабатывать новые ИКТ и средства их реализации, создавать бизнес-структуры и бизнес-проекты, осуществляющие деятельность в информационной сфере, а также проводить фундаментальные и прикладные научные исследования и внедрять их результаты в производство. Следовательно, одним из эффективных рычагов реализации инновационной модели развития органами государственно и муниципального управления являются разумные и непрерывные инвестиции в высшее образование и науку, создание организационно-правовых основ и необходимых условий для интенсификации этих видов деятельности.

В свою очередь, бизнес-структуры, а особенно крупный бизнес, должны понять, что высокообразованные кадры, способные нестандартно мыслить и решать сложные насущные задачи в сфере производства, технологий, экономики и финансов, видеть перспективу и уметь эффективно прогнозировать развитие ситуаций, а следовательно, успешно исполнять свою трудовую деятельность, в том числе интенсивно формируя прибыль, сами по себе не появятся на рынке труда. В их качественную подготовку нужно инвестировать в рамках приватно-государственно партнерства, тем самым способствуя росту темпов развития социально-экономических отношений, уровня качества жизни, конкурентоспособности и престижа российского государства и общества в целом на международной арене. Более того, «разогреть» национальный рынок интеллектуального труда, создавая новые возможности для такого рода трудовой деятельности и комфортные финансовые условия оплаты труда. Заботиться не только о доходе и прибыли в нынешнем временном периоде, но и планировать развитие в будущем. Да и эффективных управленцев также нужно готовить в рамках соответствующих образовательных программ.

Эта деятельность также будет плотно коррелировать с управлением развитием и соответствующих ИКТ, и инфотелекоммуникационной инфраструктуры. То есть, вполне возможно вербально сформулировать следующий алгоритм управления инновациями, в том числе в сфере ИКТ, таким образом. Государство формирует нормативно-правовое поле и комфортные условия реализации инновационной деятельности предприятиями, учреждениями и организациями всех форм собственности, а в условиях Промышленной революции 4.0, в первую очередь для тех, кто реализует свою деятельность в сфере ИКТ, компьютерной обработки информации, предоставлении информационных услуг и пр. Оно также купирует всякие негативные тенденции и обеспечивает успешное функционирование социальной сферы, в том числе, здравоохранения и образования. А частный бизнес,

заинтересованный в увеличении доходов и прибыли, формирует конкурентную среду, интенсифицирует инновационную деятельность, поощряемую и поддерживаемую органами государственной и муниципальной власти, а также инвестирует средства в подготовку высококвалифицированных кадров, выступая своеобразным заказчиком образовательных услуг и понимая сущность такой важной своей социальной миссии.

Такое взаимодействие частных структур и государства порождает некий синергетический эффект, в результате реализации которого формируется устойчивая тенденция относительно динамичного развития государства и общества, а, как было уже отмечено выше, инфотелекоммуникационная структура и сами ИКТ реализуют роль катализаторов указанных выше процессов. К сожалению, российское общество находится пока в самом начале этого длинного и трудного пути. По данным консорциума, в который вошли Корнелльский университет (США), Школа бизнеса INSEAD (Франция) и Всемирная организация интеллектуальной собственности, сформировавших на основе 80 показателей, объединенных в семь направлений анализа, так называемый глобальный инновационный индекс, на протяжении последних 5 лет Российская Федерация занимает среди более чем 130 стран место в середине пятого десятка. Примечательно, что итоговый рейтинг рассчитывается как среднее двух субиндексов, а именно: ресурсов инноваций (институты, человеческий капитал и наука, инфраструктура, уровень развития рынка и бизнеса) и результатов инноваций (развитие технологий и экономики знаний, результаты креативной деятельности). Таким образом, органам государственного управления есть над чем задуматься и необходимо обеспечить формирование необходимых условий для разработки и внедрения различного рода инноваций [1, 16].

Заключение

Таким образом, упомянутые выше аспекты осуществления управления инновационным развитием российской экономики и общества в целом, а также, в частности, инфокоммуникационной инфраструктуры и средств ИКТ позволит органам муниципального и государственного управления совершенствовать и конкретизировать стратегию и тактику формирования основ цифровой экономики и процессов в рамках так называемой Промышленной революции 4.0. Экономика РФ сегодня имеет все шансы стать конкурентоспособной на мировой арене, а общество обрести престиж в современном сообществе. Для этого нужны совместные усилия государства и частных компаний, координация действий которых непременно даст свои весьма ощутимые плоды.

Список литературы

1. Dzobelova, V., Olisaeva, A., Yablochnikov, S., Akasheva, V., Gerasimov, S. The role of the fourth industrial revolution in the modern world. IDIMT-2020. Digitalized Economy, Society and Information Management. 28th Interdisciplinary Information Management Talks. Sept. 2–4, 2020 Kutná Hora, Czech Republic. Pp. 75–82.
2. Kuptsov, M.I., Yablochnikova, I.O., Yablochnikov, S.L., Dzobelova, V.B., Mineev, V.I. Modeling Internet Business Optimization Processes, 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2020, pp. 1–5, doi: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261507.
3. Бессонов В.А., Бродский Н.Ю., Журавлев С.В. О развитии сектора ИКТ в Российской экономике // Вопросы статистики, 2011. – №12. – С. 15–30.
4. Hanclova, J., Doucek, P., Fischer, J., & Vltavska, K. Does ICT capital affect economic growth in the EU-15 and EU-12 countries? Journal of Business Economics and Management, 16(2), 387–406. DOI: 10.3846/16111699.2012.754375.
5. Pavlíček, A., Novák, R., Böhmová, L., Yablotschnikov, S. Social media as a data source for human resources. IDIMT-2019. Innovation and Transformation in a Digital World. 27th Interdisciplinary

- Information Management Talks (Sept. 4–6, 2019, Kutná Hora, Czech Republic). TRAUNER Druck GmbH & Co KG, Linz, 2019. Pp. 219–228.
6. Dzobelova, V., Yablochnikov, S., Semenova, L. Practical application analysis of information and communication technologies in the socio-economic sphere // CSIS'2019: Proceedings of the XI International Scientific Conference Communicative Strategies of the Information Society (Oct. 2019). Article No13 P.1–6. <https://doi.org/10.1145/3373722.3373779>.
7. Olisaeva, A., Dzobelova, V., Yablochnikov, S., Cherkasova, O., Davletbayeva, N. Formation and development of the digital economy in modern conditions – development within the framework of Industry 4.0. IDIMT-2019. Innovation and Transformation in a Digital World. 27th Interdisciplinary Information Management Talks (Sept. 4–6, 2019, Kutná Hora, Czech Republic). TRAUNER Druck GmbH & Co KG, Linz, 2019. Pp. 83–88.
8. Yablochnikov, S., Kuptsov, M., Vidov, S., Olisaeva, A. The aspects of destructive influence of technical means and technologies of telecommunications on the person and society as a whole // CSIS'2019: Proceedings of the XI International Scientific Conference Communicative Strategies of the Information Society October 2019. Article No.2 P. 1–6. <https://doi.org/10.1145/3373722.3373766>.
9. Doucek, P., Hološka, J. Digital economy and industry 4.0. IDIMT-2019. Innovation and Transformation in a Digital World. 27th Interdisciplinary Information Management Talks (Sept. 4–6, 2019, Kutná Hora, Czech Republic). TRAUNER Druck GmbH&Co KG, Linz, 2019. Pp. 33–39.
10. Basl, J., & Doucek, P. (2019). A Metamodel for Evaluating Enterprise Readiness in the Context of Industry 4.0. *Information*, 10(3),89. Available at: <https://www.mdpi.com/2078-2489/10/3/89>. DOI: 10.3390/info10030089.
11. Резникова Н.П., Демина Е.В. Менеджмент в телекоммуникациях. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
12. Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, 52 (The Sixth International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2016)), Pp.161 –166. doi:10.1016/j.procir.2016.07.040.
13. Индикаторы инновационной деятельности: 2021: статистический сборник / Л. М. Гохберг, Г. А. Грачева, К. А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 280 с.
14. Maryska, M., Novotny, O. The reference model for managing business informatics economics based on the corporate performance management – proposal and implementation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25 (2), pp. 129–146. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2012.759206>.
15. Basl, J., Doucek, P. Metamodel of Indexes and Maturity Models for Industry 4.0 Readiness in Enterprises. 26th Interdisciplinary Information Management Talks. IDIMT 2018. Strategic Modeling in Management, Economy and Society. Linz: Trauner Verlag Universität. Pp. 33–40.
16. Dutta S., Lanvin B., León L.R. and Wunsch-Vincent S. *Global Innovation Index 2021. Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. 14th Edition. 2021. World Intellectual Property Organization. 204 p.
17. Yablochnikov, S.L., Kuptsov, M.I., Kuptsov, I.M. and Yablochnikova, M.S. To the Question of Synchronization of the Processes of Functioning of the Components of the Socio-Economic Sphere. 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Russia, 2019, Pp. 1–11, doi: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8813976.

References

1. Dzobelova, V., Olisaeva, A., Yablochnikov, S., Akasheva, V., Gerasimov, S. The role of the fourth industrial revolution in the modern world. IDIMT-2020. Digitalized Economy, Society and Information Management. 28th Interdisciplinary Information Management Talks. Sept. 2–4, 2020 Kutná Hora, Czech Republic. Pp. 75–82.
2. Kuptsov, M.I., Yablochnikova, I.O., Yablochnikov, S.L., Dzobelova, V.B., Mineev, V.I. Modeling Internet Business Optimization Processes, 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2020, Pp. 1–5, doi: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261507.

3. Bessonov B.A., Brodskiy N.Y., Guravlev S.V. On the development of the ICT sector in the Russian economy. *Statistical issues*. 2011. №12. Pp. 15–30.
4. Hanclova, J., Doucek, P., Fischer, J., & Vltavska, K. Does ICT capital affect economic growth in the EU-15 and EU-12 countries? *Journal of Business Economics and Management*, 16(2), 387-406. DOI: 10.3846/16111699.2012.754375.
5. Pavlíček, A., Novák, R., Böhmová, L., Yablotschnikov, S. Social media as a data source for human resources. IDIMT-2019. *Innovation and Transformation in a Digital World*. 27th Interdisciplinary Information Management Talks (Sept. 4–6, 2019, Kutná Hora, Czech Republic). TRAUNER Druck GmbH & Co KG, Linz, 2019. Pp. 219–228.
6. Dzobelova, V., Yablochnikov, S., Semenova, L. Practical application analysis of information and communication technologies in the socio-economic sphere // CSIS'2019: Proceedings of the XI International Scientific Conference Communicative Strategies of the Information Society (Oct. 2019). Article No13 P.1–6. <https://doi.org/10.1145/3373722.3373779>.
7. Olisaeva, A., Dzobelova, V., Yablochnikov, S., Cherkasova, O., Davletbayeva, N. Formation and development of the digital economy in modern conditions – development within the framework of Industry 4.0. IDIMT-2019. *Innovation and Transformation in a Digital World*. 27th Interdisciplinary Information Management Talks (Sept. 4–6, 2019, Kutná Hora, Czech Republic). TRAUNER Druck GmbH & Co KG, Linz, 2019. Pp. 83–88.
8. Yablochnikov, S., Kuptsov, M., Vidov, S., Olisaeva, A. The aspects of destructive influence of technical means and technologies of telecommunications on the person and society as a whole // CSIS'2019: Proceedings of the XI International Scientific Conference Communicative Strategies of the Information Society October 2019. Article No.2 P. 1–6. <https://doi.org/10.1145/3373722.3373766>.
9. Doucek, P., Hološka, J. Digital economy and industry 4.0. IDIMT-2019. *Innovation and Transformation in a Digital World*. 27th Interdisciplinary Information Management Talks (Sept. 4–6, 2019, Kutná Hora, Czech Republic). TRAUNER Druck GmbH&Co KG, Linz, 2019. Pp. 33–39.
10. Basl, J., & Doucek, P. (2019). A Metamodel for Evaluating Enterprise Readiness in the Context of Industry 4.0. *Information*, 10(3),89. Available at: <https://www.mdpi.com/2078-2489/10/3/89>. DOI: 10.3390/info10030089.
11. Reznikova N.P., Demina E.V. *Management in telecommunications*. M.: Eko-Trends, 2005. 392 p.
12. Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, 52 (The Sixth International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2016), Pp.161 –166. doi:10.1016/j.procir.2016.07.040.
13. Gohberg L., Gratcheva G., Ditkovskiy K. *Innovation indicators: 2021: statistical collection*. Higher School of Economics. Moscow, 2021. 280 p.
14. Maryska, M., Novotny, O. The reference model for managing business informatics economics based on the corporate performance management – proposal and implementation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25 (2), pp. 129–146. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2012.759206>.
15. Basl, J., Doucek, P. Metamodel of Indexes and Maturity Models for Industry 4.0 Readiness in Enterprises. 26th Interdisciplinary Information Management Talks. IDIMT 2018. *Strategic Modeling in Management, Economy and Society*. Linz: Trauner Verlag Universität. Pp. 33–40.
16. Dutta S., Lanvin B., León L.R. and Wunsch-Vincent S. *Global Innovation Index 2021. Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. 14th Edition. 2021. World Intellectual Property Organization. 204 p.
17. Yablochnikov, S.L., Kuptsov, M.I., Kuptsov, I.M. and Yablochnikova, M.S. To the Question of Synchronization of the Processes of Functioning of the Components of the Socio-Economic Sphere. 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Russia, 2019, Pp. 1–11, doi: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8813976.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Колотов Юрий Олегович, д.э.н., профессор кафедры «Цифровая экономика, управление и бизнес-технологии», Московский технический университет связи и информатики, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А, e-mail: kyo@mtuci.ru

Yuriy O. Kolotov, Doctor of Economics, Professor of the Department of Digital Economics, Management and Business Technologies, Moscow Technical University of Communications and Informatics, 8A Aviamotornaya str., Moscow, 111024

Яблочникова Ирина Остаповна, к.п.н., доцент, доцент кафедры «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации», Московский технический университет связи и информатики, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А, e-mail: irayablochnikova@mail.ru

Irina O. Yablochnikova, PhD of Pedagogics, Associate Professor, Dozent of the Department «Intelligent systems in management and automation», Moscow Technical University of Communications and Information, 8A Aviamotornaya str., Moscow, 111024

Статья поступила в редакцию 07.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 07.11.2021; published online 20.12.2021.

УДК 658

<https://doi.org/10.37890/jwt.v69.223>

Взаимосвязь систем управленческого учета и внутреннего контроля

В.В. Крайнова

ORCID: 0000-0001-7960-3661

Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В современных условиях управленческий учет и внутренний контроль приобретают характер основы, присутствуют на всех уровнях управления судоходной компанией. В статье обоснована взаимосвязь управленческого учета и внутреннего контроля. В ходе обоснования конкретизировано содержание дефиниции «управленческий учет» в контексте исследования роли системы управленческого учета в информационном обеспечении внутреннего контроля; на примере судоходных компаний систематизирована информация управленческого учета по целям внутреннего контроля. Построена концептуальная модель управленческого учета, идентифицированы и уточнены системообразующие элементы системы управленческого учета, в каждый из которых «встроены» элементы контроля.

Ключевые слова: внутренний контроль, управленческий учет, объекты внутреннего контроля, цели внутреннего контроля, контрольные действия, интеграция, контроль управленческих решений.

Interrelation of management accounting and internal control systems

Vera V. Krainova

ORCID: 0000-0001-7960-3661

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. In modern conditions management accounting and internal control acquire the nature of the basis and are present at all levels of management of a shipping company. The article substantiates the relationship between internal control and management accounting. During the substantiation the content of the definition of "management accounting" is specified in the context of the study of the role of the management accounting system in the information support of internal control; by the example of shipping companies the information of management accounting for the purpose of internal control is systematized. A conceptual model of management accounting is constructed, the system-forming elements of the management accounting system are identified and clarified, having control elements "embedded" in each of them.

Keywords: internal control, management accounting, objects of internal control, objectives of internal control, control actions, integration, management decisions control.

Введение

Взаимосвязь управленческого учета и внутреннего контроля обосновывается, с одной стороны, тем, что управленческий учет является важнейшим «поставщиком» информации для контроля за результатами производственно-хозяйственной деятельности предприятия в целом, его центров ответственности по доходам, расходам, прибыли. А с другой стороны, контроль как функция управления,

«пронизывает» систему управленческого учета на предприятии, что обеспечивает релевантный подход к принятию управленческих решений. Для формирования основ научных исследований о системной интеграция внутреннего контроля и управленческого учета необходимо рассмотреть систему управленческого учета, во-первых, как систему, где внутренний контроль выступает как его инструментарий и функция, во-вторых, в контексте информационного обеспечения внутреннего контроля.

Основная часть

В предложенной концептуальной модели (рис.1) система управленческого учета направлена на достижение целей субъектно-объектных отношений путем взаимосвязи и координации всех ее системообразующих элементов. Элемент контроля «пронизывает» систему управленческого учета и находит свое отражение в целях, задачах, функциях, а эффективное управление деятельностью судоходной компании осуществляется посредством применения методов, среди которых методы внутреннего контроля [1,2]. Поэтому вопросы построения управленческого учета тесно переплетаются с организацией системы внутреннего контроля затрат, доходов, результатов деятельности судоходной компании, ее сегментов, центров ответственности, что предопределяет активную интеграцию системы управленческого учета с системой внутреннего контроля [3,4].

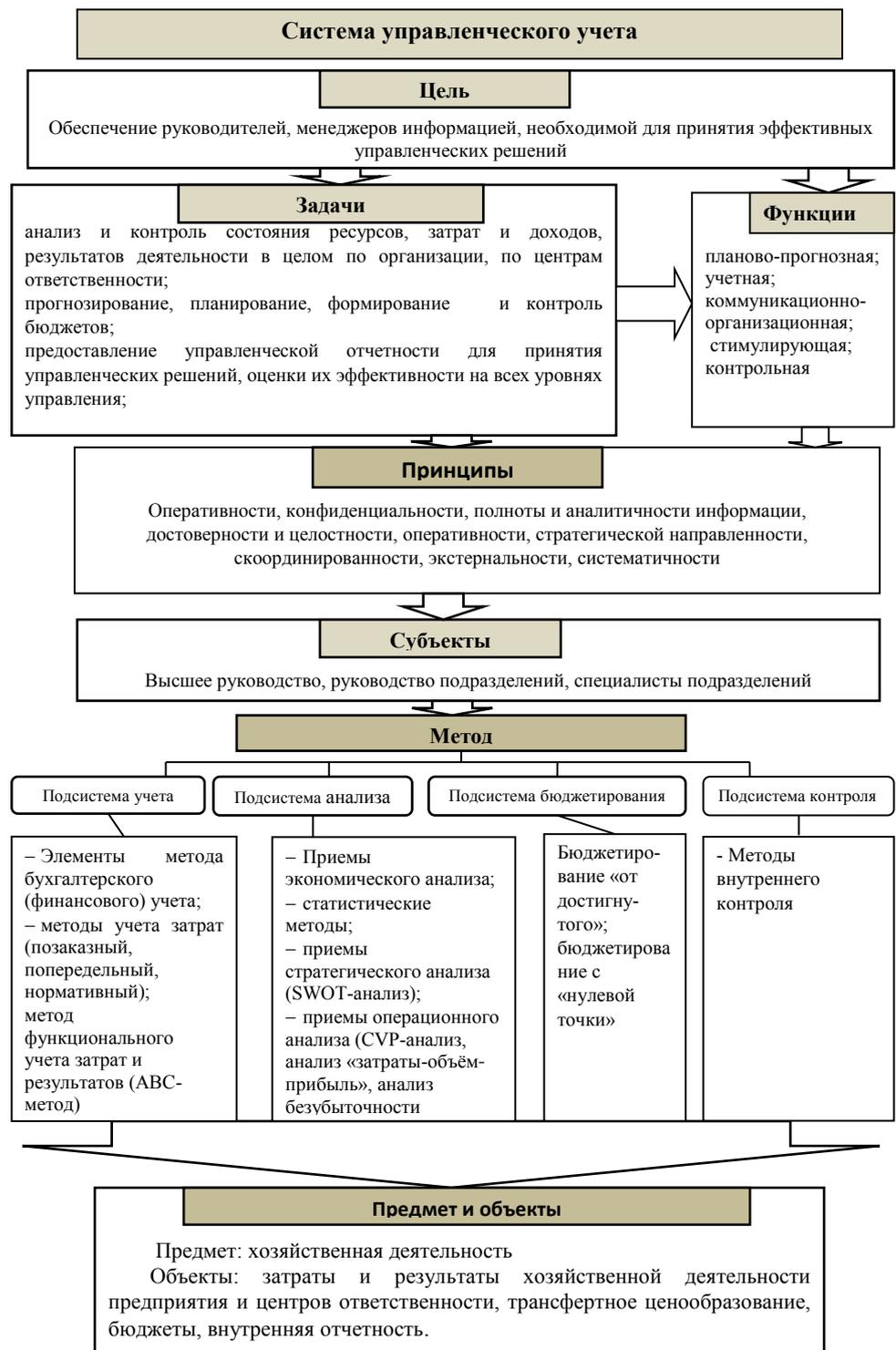


Рис. 1. Концептуальная модель управленческого учета. Fig. 1. Conceptual model of management accounting

При рассмотрении управленческого учета как основы информационного обеспечения внутреннего контроля, мы представляем управленческий учет как интегрированную информационную систему, которая с помощью учетно-аналитических и контрольных процедур генерирует информацию о внешней и внутренней среде предприятия для принятия оперативных, тактических и стратегических управленческих решений [5-7]. При этом задачи управленческого учета, связанные с формированием информации для заинтересованных пользователей, полностью подчинены задачам внутреннего контроля, которые, в свою очередь, подчинены целям управления. Поэтому на первый план выходит задача гармонизации системы внутреннего контроля с важнейшим элементом системы управления – управленческим учетом.

Информация для проведения контрольных действий по целям внутреннего контроля в той или иной степени формируется в рамках управленческого учета (табл.1).

Таблица 1

Контрольные действия в разрезе целей внутреннего контроля в судоходных компаниях

Наименование целей внутреннего контроля [8]	Контрольные и иные действия
1. Достижение операционных, тактических и стратегических целей	создание механизмов контроля за функционированием бизнес-процессов; контроль за эффективностью управления деятельностью и достижением поставленных стратегических целей; контроль за своевременным информационным обеспечением руководства судоходной компании о недостатках и отклонениях от норм для принятия эффективных управленческих решений; оценка эффективности управленческих решений; своевременная адаптация деятельности судоходной компании к изменениям внешней и внутренней среды.
2. Экономичное и эффективное использование ресурсов, сохранность активов	осуществление физического контроля (охрана, пропускной режим и др.); проверка фактического наличия имущества и обязательств; контроль исполнения бюджетов центров ответственности; контроль целесообразности использования ресурсов в процессе перевозочной деятельности (в том числе, контроль бункеровки судна и расходования топлива на судах) и др. видов деятельности; оценка уязвимости IT- безопасности.
3. Достоверность отчетности	проверка правильности и полноты регистрации первичной информации в системе учета; контроль тождества данных по счетам синтетического и аналитического учета; проверка адекватности формирования информации в финансовой отчетности; проверка информации в управленческой отчетности.
4. Соблюдение законодательства и внутренних регламентов	оценка соответствия деятельности законодательству (Кодекс внутреннего водного транспорта, Международный кодекс по управлению безопасностью и др.); контроль за исполнением внутренних регламентов (в том числе, политик в области финансового, управленческого учета, внутреннего контроля, должностных инструкций и т.д.); оценка договорной работы и др.

5. Управление рисками (в том числе рисками мошенничества)	своевременный контроль, направленный на минимизацию и/или ликвидацию причин риска, последствий рискованного события, либо на снижение вероятности возникновения рискованного события [9,10].
---	--

Перечень контрольных действий в разрезе целей внутреннего контроля, представленный в табл. 1, не является закрытым, он показывает, что вопросы, касающиеся системы управленческого учета, присутствуют в каждом блоке целей системы внутреннего контроля.

Так, например, в первом блоке – в виде конкретных приемов контроля управленческой информации и оценки эффективности управленческих решений и деятельности; во втором блоке – в виде контроля исполнения бюджетов центров ответственности; в третьем – в виде контроля информации в управленческой отчетности. Четвертый блок предполагает контроль за исполнением внутренних регламентов в области управленческого учета, а пятый – включает мероприятия риск-ориентированного управленческого учета [11-15].

Выводы

Таким образом, приведенные контрольные действия подтверждают, что управленческий учет, с одной стороны, важный компонент информационной системы внутреннего контроля. В то же время, отдельные элементы, относящиеся к средствам внутреннего контроля, входят в систему управленческого учета. То есть, внутренний контроль проводится и в самой системе управленческого учета, выступая как его инструментарий и функция. В этом аспекте приложением внутреннего контроля является процесс контроля информации, формируемой в рамках управленческого учета.

Список литературы

1. Богатый Д.В. Развитие методики постановки управленческого учета и внутреннего контроля на базе концепции реинжиниринга учетно-контрольных бизнес-процессов// Современные проблемы науки и образования. 2013. №6. URL: www.science-education.ru/113-11157 (дата обращения: 06.10.2021).
2. Горлов В.В. Концепция формирования управленческого учета и организация внутреннего контроля на предприятиях фармацевтической отрасли: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Орел, 2014. – 325 с.
3. Крайнова В.В. Внедрение внутреннего контроля в судоходных компаниях с позиции теории систем// Управленческий учет -2016- № 8- С. 75-80.
4. Крайнова В.В. Метод внутреннего контроля в судоходных компаниях// Вестник ВГАВТ-2016 - №46 – С. 108-121.
5. Садыкова Т.М. Методология внутреннего контроля и его организация в системе управленческого учета: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Саратов, 2005. – 370 с.
6. Мальсагов И.А. Учет, контроль и анализ в системе управления стратегическим развитием холдинга: теория и практика: Монография/И.А. Мальсагов./Ингушский государственный университет/ Магас: ООО «КЕП».2014. – 327 с.
7. Бурцев В.В. Управленческий контроль на предприятии: методология и организация /В.В. Бурцев// Управленческий учет, 2005. – № 4 – С.30-39
8. Организация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности: информация Минфина России № ПЗ-11/2013. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/review/fed/fw2013-12-31.html>. (дата обращения: 19.10.2020).

9. Enterprise Risk Management. Integrated Framework. [Электронный ресурс] – режим доступа URL: http://www.coso.org/Publications/ERM/COSO_ERM_ExecutiveSummary.pdf (дата обращения: 19.10.2021).
10. International standard on auditing 400 Risk assessments and internal control . [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.auditors.it/public/images/pagine/139/allegati/A132_ISA_400.pdf (дата обращения: 20.10.2021).
11. Крайнова В.В. Информационное обеспечение внутреннего контроля в судоходных компаниях/ В.В. Крайнова//Вестник ВГАВТ-2016 - №47 - С.132-136
12. Sarbanes-Oxley Act (SOX). [Электронный ресурс] – режим доступа URL: URL: <http://www.sec.gov/about/laws/soa2002.pdf> (дата обращения: 20.10.2021)
13. International Standards on Auditing (ISA) 315. [Электронный ресурс] –режим доступа URL:<http://www.ifac.org/sites/default/files/downloads/a017-2010-iaasb-handbook-isa-315.pdf> (дата обращения: 19.10.2021).
14. International standard on auditing 500 Audit Evidence// Handbook of international quality control, auditing, review, other assurance, and related services pronouncements. - New York: International Federation of Accountants, 2010. -Part 1. - P : 380 - 396.
15. CIMA: Management Accounting: Official Terminology, 2005, p. 49

References

1. Bogaty D.V. Development of the methodology for setting management accounting and internal control based on the concept of reengineering accounting and control business processes// Modern problems of science and education. 2013. No.6. URL: www.science-education.ru/113-11157 (date of application: 06.10.2021).
2. Gorlov V.V. The concept of management accounting formation and organization of internal control at pharmaceutical industry enterprises: dissertation for the degree of Doctor of Economics. - Eagle, 2014– - 325 p.
3. Krainova V.V. Introduction of internal control in shipping companies from the perspective of systems theory// Managerial accounting -2016 - No. 8- pp. 75-80.
4. Krainova V.V. Method of internal control in shipping companies// Vestnik VGAVT-2016 - No.46 - pp. 108-121.
5. Sadykova T.M. Methodology of internal control and its organization in the management accounting system: dissertation for the degree of Doctor of Economics. - Saratov, 2005– - 370 p.
6. Malsagov I.A. Accounting, control and analysis in the strategic development management system of the holding: theory and practice: Monograph/I.A. Malsagov./Ingush State University/ Magas: KEP LLC.2014– - 327 p.
7. Burtsev V.V. Managerial control at the enterprise: methodology and organization /V.V. Burtsev// Managerial accounting, 2005. - No. 4 - pp.30-39
8. Organization and implementation by an economic entity of internal control of the facts of economic life, accounting and preparation of accounting (financial) statements: information of the Ministry of Finance of the Russian Federation No. PZ-11/2013. [Electronic resource] - Access mode: <http://www.consultant.ru/law/review/fed/fw2013-12-31.html>. (accessed: 19.10.2020).
9. Enterprise Risk Management. Integrated Framework. [Electronic resource] - URL access mode: http://www.coso.org/Publications/ERM/COSO_ERM_ExecutiveSummary.pdf (accessed: 10/19/2021).
10. International standard on auditing 400 Risk assessments and internal control . [electronic resource]. - Access mode: http://www.auditors.it/public/images/pagine/139/allegati/A132_ISA_400.pdf (accessed: 10/20/2021).
11. Krainova V.V. Information support of internal control in shipping companies/ V.V. Krainova//Vestnik VGAVT-2016 - No.47 - p.132-136
12. Sarbanes-Oxley Act (SOX). [Electronic resource] - access mode URL: URL: <http://www.sec.gov/about/laws/soa2002.pdf> (accessed: 10/20/2021)
13. International Standards on Auditing (ISA) 315. [Electronic resource] - URL access mode:<http://www.ifac.org/sites/default/files/downloads/a017-2010-iaasb-handbook-isa-315.pdf> (accessed: 10/19/2021).

14. International standard on auditing 500 Audit Evidence// Handbook of international quality control, auditing, review, other assurance, and related services pronouncements. - New York: International Federation of Accountants, 2010. -Part 1. - P : 380 - 396.
15. CIMA: Management Accounting: Official Terminology, 2005, p. 49

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Крайнова Вера Владимировна, к.э.н., доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: krainova.vv@vsuwt.ru

Vera V. Krainova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Finance, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 24.10.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 24.10.2021; published online 20.12.2021

УДК 656.6

<https://doi.org/10.37890/jwt.v69.225>

Совершенствование процедуры выдачи разрешения на плавание судов под иностранным флагом по внутренним водным путям Российской Федерации

А.И. Торотенкова¹

ORCID: 0000-0003-0490-4077

В.В. Цверов¹

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы организации плавания судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям России. Рассмотрены актуальность и проблемы международных перевозок по внутренним водным путям России. Евразийская экономическая интеграция, международный грузопоток «Север – Юг». Важнейшие внутренние водные пути международного значения (СМВП), магистральные водные пути Е-50. Предлагается усовершенствовать процедуру получения разрешения на плавание судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям России. Рекомендован состав мер по развитию рассматриваемого вида деятельности. Проведен анализ получения доходов от прохода судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям России.

Ключевые слова: судно под иностранным флагом, разрешение на плавание, внутренние водные пути России, перевозки грузов/пассажиров, разрешение на плавание, магистральные водные пути, получение дохода.

Improvement of the permit issuance procedure for foreign-flagged vessels sailing on inland waterways of the Russian Federation

Arina. I. Torotenkova¹

ORCID: 0000-0003-0490-4077

Vladimir. V. Tsverov¹

¹Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article deals with the organization of foreign-flagged ships sailing on inland waterways of the Russian Federation

The article considers the relevance and problems of international shipping on inland waterways of the Russian Federation. Eurasian economic integration, international cargo flow "North-South". The most important inland waterways of international importance (AGN), E-50 main waterways. It is suggested to improve the procedure for obtaining permission for foreign-flagged vessels sailing on inland waterways of the Russian Federation. A set of measures for the development of the considered type of activity is recommended. The analysis of income earning from the passage of foreign-flagged vessels on inland waterways of the Russian Federation is carried out.

Keywords: foreign-flagged vessel, sailing permit, inland waterways, cargo/passenger transportation, main waterways, income earning.

Введение

В России, как и в других странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей экономики. Транспортный комплекс обеспечивает как географическую связанность между территориями страны, так и экономическую связанность всех отраслей экономики.

Одной из целей Транспортной стратегии России [3, 4, 7, 8] является встраивание транспортной системы в мировую транспортную сеть.

Встраивание транспортной системы в мировую транспортную сеть способствует достижению другими отраслями экономики сразу нескольких национальных целей – в первую очередь вхождение в пятёрку крупнейших экономик и создание в базовых отраслях экспортно-ориентированного сектора.

Кроме того, встраивание в мировую транспортную сеть позволяет полнее использовать экспортный и транзитный потенциал территории страны.

Важнейшим трендом для российского транспортного сектора является евразийская экономическая интеграция – в первую очередь, реализация скоординированной (согласованной) транспортной политики в рамках ЕАЭС и следующих приоритетных направлений, отвечающих интересам Российской Федерации:

- формирование перечня приоритетных интеграционных инфраструктурных проектов;
- совместная реализация значимых инфраструктурных проектов на евразийском пространстве;
- развитие транспортных коридоров, в том числе трансконтинентальных и межгосударственных;
- увеличение пассажирских и грузовых перевозок с целью реализации транзитного и логистического потенциала ЕАЭС;
- создание и развитие транспортной инфраструктуры на территориях государств-членов ЕАЭС в направлениях «Восток – Запад» и «Север – Юг» [1, 5].

При реализации скоординированной (согласованной) транспортной политики также учитываются инициативы по сопряжению повестки развития Евразийского экономического союза и «Экономического пояса Шелкового пути» в рамках продвижения идеи Большой Евразии.

Международная кооперация и экспорт

Международный грузопоток по МТК «Север – Юг» определяется, главным образом, объемами транспортных связей между Россией и Азербайджаном. При этом существует потенциал привлечения транзитных грузопотоков из стран Ближнего Востока, Индии и Пакистана в направлении стран Северной и Западной Европы.

Проект реализуется на основе межправительственного Соглашения о международном транспортном коридоре «Север – Юг», подписанного Россией, Индией и Ираном в г. Санкт-Петербурге в 2000 г. Позднее к Соглашению присоединились Азербайджан, Армения, Белоруссия, Казахстан, Оман и Сирия. Депозитарием Соглашения является Иран. Устав Координационного Совета МТК «Север – Юг» был утвержден в 2002 году в г. Санкт-Петербурге на встрече министров транспорта стран-участниц.

МТК «Север – Юг» предусматривает три основных маршрута следования грузов:

1. Транскаспийский – через порты Астрахань, Оля, Махачкала, иранские порты Анзели, Ноушехр и Амирабад. Роль железных дорог в этом маршруте заключается в доставке грузов в порты и вывозе их из портов.

2. Восточная ветка коридора – прямое железнодорожное сообщение через Казахстан и Туркменистан с выходом на железнодорожную сеть Ирана по действующему пограничному переходу Теджен-Серахс.

3. Западная ветка коридора – сухопутное сообщение по западному побережью Каспийского моря между Ираном, Азербайджаном и РФ без использования морского и внутреннего водного транспорта.

Кроме того, транзит грузов также может осуществляться по внутренним водным путям России в направлениях Астрахань – Санкт-Петербург, Астрахань – Ростов-на-Дону. Либо непосредственно из портов прикаспийских государств в Северную и Западную Европу судами смешанного река-море плавания.

В соответствии с Европейским соглашением о важнейших внутренних водных путях международного значения (СМВП), внутренние водные пути Единой глубоководной системы европейской части России (далее – ЕГС) от г. Санкт-Петербурга до г. Астрахань относятся к магистральным водным путям Е-50 (МТК «Север – Юг»).

На направлении «Север – Юг» предусматривается увеличение перевозок внутренним водным транспортом за счет реализации проекта по устранению узких мест от г. Городец до г. Н. Новгород и на реке Дон ниже Кочетковского гидроузла, а также за счет обеспечения круглогодичной навигации на направлении Каспий – Азов [1, 3, 9].

Через РФ проходит существенное количество транзитных путей с одной стороны континента в другую.

Национальный проект «Международная кооперация и экспорт» (в состав которого входит Федеральный проект «Логистика международной торговли»). Данный Федеральный проект (даты реализации: 1 октября 2018 года – 31 декабря 2024 года) направлен на строительство пунктов пропуска через государственную границу, цифровизацию транспортной логистики, создание проектной документации по реконструкции объектов пунктов пропуска через государственную границу. Все эти задачи нацелены на увеличение дохода от экспорта продукции и от взимания налогового обложения с транзитных путей, проходящих по территории РФ.

В рамках Национального проекта «Международная кооперация и экспорт» необходимо отметить возможность плавания судов под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ.

В соответствии с пунктом 2 статьи 1 Кодекса внутреннего водного транспорта (Федеральный закон от 7 марта 2001 г. № 24-ФЗ) (далее – КВВТ) положения КВВТ распространяются на внутренние водные пути РФ и расположенные на них судоходные гидротехнические сооружения, причалы, порты, расположенные на внутренних водных путях РФ, суда и плавучие объекты, предназначенные для использования в целях судоходства на внутренних водных путях РФ [2].

В соответствии с абзацем 3 статьи 3 КВВТ внутренними водными путями РФ являются пути сообщения внутреннего водного транспорта, определяемые Правительством РФ. Основания для отнесения Правительством РФ поверхностных водных объектов или их части к внутренним водным путям федерального значения определены в статье 7 КВВТ. Во исполнение статьи 7 КВВТ распоряжением Правительства РФ от 19 декабря 2002 г. № 1800-р утвержден перечень внутренних водных путей РФ.

В целях реализации данного пункта изданы постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 85 «Об утверждении Положения о получении разрешения на право плавания судов под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ» и распоряжение Правительства РФ от 5 мая 2012 г. № 734-р «Об

утверждении перечня портов, открытых для захода судов под флагом иностранных государств, и перечня внутренних водных путей РФ, по которым разрешено плавание судов под флагами иностранных государств».

Россия заинтересована в создании благоприятных условий для плавания судов под иностранным флагом по ВВП, так как они способствуют использованию транзитного потенциала страны, а их отсутствие ведет к выбору маршрутов товародвижения в обход России. В настоящее время он используется недостаточно: в IV квартале 2020 года доходов от взимания платы с иностранных судов за использование инфраструктуры внутренних водных путей администрациями бассейнов внутренних водных путей получено всего в сумме 2945,6 тыс. руб., из них с судов стран дальнего зарубежья – 145,3 тыс. руб., стран СНГ – 2800,3 тыс. руб. (из них с судов Казахстана – 383,3 тыс. руб.).

Потери наглядно видны в развитии Нового Шелкового пути (рис. 1), который дойдя до порта Актау (Казахстан) сворачивает по морскому пути на Баку (Азербайджан) и далее по железным дорогам Азербайджана и Грузии (минуя Россию) с перегрузкой в суда в портах Черного моря Батуми и Поти (Транскаспийский международный транспортный маршрута - рис. 2). Международная ассоциация «Транскаспийский международный транспортный маршрут» приступила к своей деятельности с февраля 2017 года.



Рис. 1. Новый шёлковый путь

Источник: <http://casp-geo.ru/transkaspiskij-koridor-iz-kitaya-protyanut-v-avstriyu-i-gollandiyu/>

Fig. 1. New Silk Road

Source: <http://casp-geo.ru/transkaspiskij-koridor-iz-kitaya-protyanut-v-avstriyu-i-gollandiyu/>



Рис. 2. Сухопутная часть Транскаспийского международного транспортного маршрута
 Источник: <http://casp-geo.ru/v-ashhabade-obsudili-novyj-transkaspiskij-transportnyj-koridor/>

Fig. 2. The land part of the Trans-Caspian international transport route
 Source: <http://casp-geo.ru/v-ashhabade-obsudili-novyj-transkaspiskij-transportnyj-koridor/>

При этом существует альтернативный бесперегрузочный водный маршрут из Каспийского моря в Черное море через Россию в судах река-море плавания: порт Актау (Казахстан) – река Волга – Волго-Донской канал – река Дон – Азовское море – Черное море (рис. 3). Следует иметь в виду, что потенциальный грузооборот через порт Актау значительный. Так за первое полугодие 2021 по Транскаспийскому международному транспортному маршруту перевезено только контейнеров в 20-футовом эквиваленте 7,4 тыс. [13]. А пропускная способность железной дороги Казахстана по Новому Шелковому пути рассчитана на 15 млн. т. [14, 15] Таким образом потенциальная перспектива получения доходов от части этого грузопотока, в случае задействования транзитного потенциала внутренних водных путей РФ только по указанному маршруту значительна.



Рис. 3. Маршрут из Каспийского моря в Азовское море

Fig. 3. Route from the Caspian Sea to the Azov Sea

Анализ существующего состояния плавания судов под иностранным флагом по внутренним водным путям Российской Федерации

В настоящее время в соответствии с вышеуказанными распоряжениями и распоряжением правительства от 30 июня 2015 г. № 1243-р для захода открыты 41 порт, в том числе 22 в европейской части страны и 19 – в азиатской части страны, большая часть участков внутренних водных путей в бассейнах крупных рек (Волхов, Нева, Свирь, Волга, Ока, Дон, Обь, Енисей, Лена, Иртыш, Амур, и др.), озерах (Онежском, Ладожском, Ильмень и др.), судоходных каналах (Волго-Доском, Волго-Балтийском, Беломорско-Балтийский, имени Москвы, Плесском, Приморском).

Плавание судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям осуществляется в соответствии с КВВТ. При этом в соответствии со статьей 23.1 КВВТ для осуществления прохода по внутренним водным путям РФ судов под флагом иностранного государства необходимо решение Правительства РФ.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 85 основанием для подготовки проекта распоряжения Правительства РФ о разрешении на право плавания судна под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ является обращение компетентного органа иностранного государства в Министерство транспорта РФ о получении разрешения на право плавания судов под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ, которое должно содержать следующую информацию на русском языке: наименование судна (в случае невозможности указания названия судна на русском языке допускается указание его названия согласно международным судовым документам в латинской транскрипции); национальная принадлежность судна; наименование судовладельца; порт приписки судна; тип судна; основные размеры (длина, ширина, осадка, надводный габарит) судна; маршрут плавания судна; сведения о перевозимых грузах и пассажирах; сроки и цель прохода (количество проходов) судна по внутренним водным путям РФ (пункт 4).

Указанное обращение направляется в Министерство транспорта РФ не менее чем за 60 календарных дней до срока планируемого прохода судна под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ. Этот срок установлен с учетом необходимости согласования проекта распоряжения Правительства РФ с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

Следует отметить, что такие сроки согласования разрешения на проход иностранных судов по внутренним водным путям РФ не способствуют развитию этого вида перевозок и в настоящее время за год таких разрешений получают порядка 40 судов . [8].

Основные выводы из анализа состояния рассматриваемого вопроса:

- 1) сроки согласования разрешения на проход иностранных судов по внутренним водным путям не способствуют развитию этого вида перевозок [8];
- 2) отсутствует доступная для логистов информация о логистических параметрах открытых для обслуживания иностранных судов речных портов [10];
- 3) состояние инфраструктуры открытых для обслуживания иностранных судов речных портов часто не соответствует современным международным требованиям.

Предлагаемая процедура получения разрешения на плавание судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям Российской Федерации

На основе рассмотрения процедуры получения разрешения на плавание судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям РФ в качестве логистического процесса и декомпозиции его на операции с последующим формированием логистической цепи процесса предлагается усовершенствовать процедуру получения разрешения на плавание судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям РФ (табл. 1).

Таблица 1

Изменения в процедуре получения разрешения на плавание судов под флагами иностранных государств по внутренним водным путям РФ

	Пункт	Существующая процедура	Предлагаемая процедура
1	Срок подачи заявления	Не менее чем за 60 дней до планируемого прохода	Не менее чем за 10 дней до планируемого прохода
2	Кем подается заявление	Обращение компетентного органа иностранного государства	Судовладельцем или его представителем
3	Куда подается заявление	В Министерство транспорта РФ	В Федеральное агентство морского и речного транспорта
4	Способ подачи заявления	Посредством почтовой связи или по адресу электронной почты в соответствии с контактной информацией Министерства транспорта РФ	Посредством почтовой или факсимильной связи, или по адресу электронной почты в соответствии с контактной информацией, размещенной на официальном сайте Федерального агентства морского и речного транспорта в сети «Интернет».
5	Перечень информации, содержащейся в заявлении	Обращение содержит следующую информацию на русском языке: а) наименование судна (в случае невозможности указания названия судна на русском языке допускается указание его названия согласно международным судовым документам в латинской транскрипции); б) национальная принадлежность судна; в) наименование судовладельца; г) порт приписки судна; д) тип судна; е) основные размерения (длина, ширина, осадка, надводный габарит) судна; ж) маршрут плавания судна; з) сведения о перевозимых грузах и пассажирах; и) сроки (количество проходов) и цель прохода судна по внутренним водным путям РФ.	Заявление содержит информацию на русском языке, как и в существующей процедуре. К заявлению прилагаются: копии судовых документов; копия документа, удостоверяющего личность заявителя; документ, подтверждающий полномочия лица, подписавшего заявление от своего имени или от имени судовладельца; заверенная страховщиком копия страхового полиса (страхового сертификата) или документ, который подтверждает финансовое обеспечение страховых рисков.

6	Направление заявления на согласование	В Министерство иностранных дел РФ, Министерство обороны РФ, Федеральную службу безопасности РФ, Федеральную таможенную службу, Министерство сельского хозяйства РФ и Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека посредством электронного документооборота.	В Министерство иностранных дел РФ, Министерство обороны РФ Федеральную службу безопасности РФ, Федеральную таможенную службу, Федеральное агентство по рыболовству, Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и Администрации бассейнов внутренних водных путей (по маршруту следования судна) посредством почтовой или факсимильной связи, или межведомственной системы электронного документооборота, или по адресу электронной почты.
7	Срок согласования заявления	Срок согласования не может превышать 10 календарных дней со дня их поступления на рассмотрение	Срок согласования в течение 5 календарных дней после направления копии заявления
8	Решение о выдаче заявления	Министерство транспорта РФ направляет подготовленный и согласованный с федеральными органами исполнительной власти проект распоряжения Правительства о разрешении прохода судна под иностранным флагом по ВВП РФ.	Федеральным агентством морского и речного транспорта принимается решение о выдаче разрешения на проход судна принимается не позднее 8 календарных дней со дня регистрации заявления и оформляется распоряжением
9	Срок уведомления заявителя о принятом решении	Министерство транспорта РФ уведомляет компетентный орган иностранного государства, а при обращении судоремонтной организации - судоремонтную организацию о принятом Правительством РФ решении в течение 5 календарных дней с даты его принятия.	Федеральное агентство морского и речного транспорта, не позднее дня, следующего за днем принятия такого решения, направляется посредством почтовой или факсимильной связи, или по адресу электронной почты заявителю, а также размещается на официальном сайте Федерального агентства морского и речного транспорта.

Результаты

Исходя из данных Таблицы 1, можно сделать следующие выводы:

- срок подачи заявления, а соответственно, и срок принятия решения о разрешении прохода судна под иностранным флагом по ВВП РФ меньше по предлагаемой процедуре в 6 раз по сравнению с существующей процедурой;
- согласование заявления/проекта распоряжения Правительства РФ примерно с одинаковым количеством федеральных органов исполнительной власти;
- способ подачи заявления одинаково удобен в обоих случаях.

Таким образом, предлагаемая процедура позволяет возможным сократить срок получения разрешения на проход судна под иностранным флагом по внутренним водным путям РФ.

Также предлагается информацию относительно предельных значений основных размерений судна (длина, ширина, осадка, надводный габарит), которая должна быть отражена в подаваемом заявлении и обращении, размещать на официальном сайте Федерального агентства морского и речного транспорта.

Сокращение срока получается исходя из сжатых сроков согласования заявления федеральными органами исполнительной власти и за счет отсутствия необходимости подготовки проекта распоряжения Правительства РФ.

На рис. 4 можно сравнить по времени предлагаемую процедуру получения разрешения на плавание судов под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ с процедурой по постановлению Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 85 «Об утверждении Положения о получении разрешения на право плавания судов под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ».

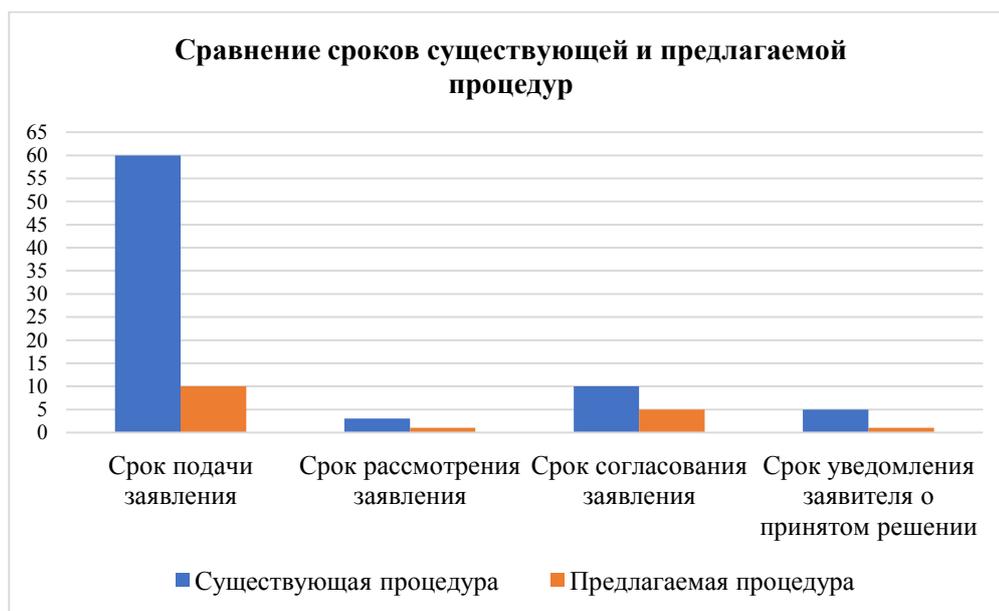


Рис. 4. Сравнение по времени процедур получения разрешение на плавание судов под флагом иностранного государства по внутренним водным путям РФ

Fig.4. Time comparison of the procedures for obtaining the navigation permission of ships under the flag of a foreign state on the inland waterways of the Russian Federation

Необходимые условия для развития плавания судов под иностранным флагом по внутренним водным путям Российской Федерации

В соответствии с Кодексом внутреннего водного транспорта РФ от 7 марта 2001 года № 24-ФЗ администрации бассейнов внутренних водных путей, которые действуют в соответствии с уставами, утвержденными распоряжениями Федерального агентства морского и речного транспорта, осуществляют функции по выполнению государственных работ и оказанию государственных услуг в сфере внутреннего водного транспорта, а также выполняют следующие задачи:

- эксплуатация и развитие внутренних водных путей и гидротехнических сооружений;
- государственное регулирование деятельности речного транспорта по вопросам, отнесенным к компетенции государственных органов;
- обеспечение безопасности судоходства, экологической и пожарной безопасности;
- диспетчерское регулирование движения судов и проводка судов государственными лоцманами.

На официальных сайтах Администраций бассейнов внутренних водных путей содержится необходимая для иностранных государств информация, в том числе:

- перечень услуг по использованию инфраструктуры внутренних водных путей, регулируемых государством;
- типовые условия заключения договоров на оказание услуг по использованию инфраструктуры внутренних водных путей Российской Федерации;
- лоцманские услуги (порядок оказания, состав и стоимость услуги).

Администрации бассейнов внутренних водных путей оказывают не регулируемые государством услуги, стоимость которых устанавливается непосредственно администрацией.

Для судов под иностранным флагом ставки установлены приказом ФСТ России от 26.12.2008 № 466-т/3 в долларах США и не менялись.

Рассмотрим основные администрации бассейнов внутренних водных путей, через которые проходят иностранные суда для сравнения с проходом российских судов.

- В ФБУ «Администрация Азово-Донского бассейна внутренних водных путей» обеспечение лоцманской проводки российских судов по внутренним водным путям (лоцманский сбор) составляет 565,6 руб./час., обеспечение лоцманской проводки иностранных судов по внутренним водным путям (лоцманский сбор) составляет 2103,69 руб./час., что в свою очередь дороже проводки российских судов почти в 4 раза.
- В ФБУ «Администрация Волго-Донского бассейна внутренних водных путей» обеспечение лоцманской проводки российских судов по внутренним водным путям (лоцманский сбор) составляет 620 руб./час., обеспечение лоцманской проводки иностранных судов по внутренним водным путям (лоцманский сбор) составляет 2400 руб./час., что в свою очередь почти в 4 раза дороже проводки российских судов.
- В ФБУ «Администрация Волжского бассейна внутренних водных путей» обеспечение лоцманской проводки российских судов по внутренним водным путям (лоцманский сбор) составляет 420,37 руб./час., обеспечение лоцманской

проводки иностранных судов по внутренним водным путям (лоцманский сбор) составляет 1719,67 руб./час., что в свою очередь дороже проводки российских судов почти в 4 раза.

Более наглядная разница видна на рис. 5.

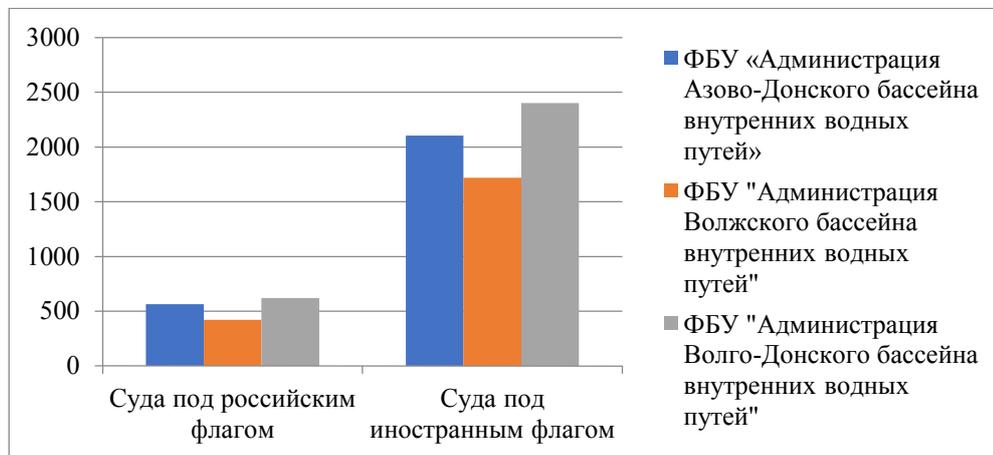


Рис. 5. Стоимость лоцманского сбора администраций бассейнов внутренних водных путей (руб./час)

Fig. 5. Cost of pilotage dues for administrations of inland waterways basins (RUB / hour)

Исходя из рис. 5 можно сделать вывод о том, что самое дорогое обеспечение лоцманского сбора в ФБУ «Администрация Волго-Донского бассейна внутренних водных путей». Самое дешевое – ФБУ «Администрация Волжского бассейна внутренних водных путей».

Рассмотрим доход от прохода судна дедвейтом 5428 тонн под государственным флагом Республики Казахстан по внутренним водным путям Российской Федерации из Каспийского моря в Азовское море по маршруту г. Астрахань – р. Волга – Волго-Донской судоходный канал – г. Ростов-на-Дону (рис. 3).

Судно следует в границах Волжского, Волго-Донского и Азово-Донского бассейнов внутренних водных путей.

По данному маршруту с судна будут взяты сборы навигационный, лоцманский и за проход иностранных судов по внутренним водным путям.

Общая сумма сборов за проход судна по участку внутренних водных путей от г. Астрахань до г. Ростов-на-Дону составляет около 900 тыс. руб. При этом общая сумма за проход по данному участку судна под российским флагом составляет около 3 тыс. руб.

В случае обеспечения пропуска по ВВП на участке Астрахань – Азовское море только 10% судов, проходящих через порт Актау по Новому Шелковому пути, доход может быть пополнен на 450 мил. руб. Таким образом создание благоприятных условий для плавания судов под иностранным флагом по ВВП России экономически выгодно.

Заключение

Предлагаемый регламент согласования разрешения на проход иностранных судов по внутренним водным путям на основе современных информационных технологий будет способствовать сокращению срока получения разрешения.

Возрастет количество проход судов под иностранными флагами по внутренним водным путям РФ, что повлечет увеличение доходов от оказания услуг судам под иностранным флагом.

При этом в дополнение к разработанному регламенту для развития рассматриваемого вида деятельности требуются следующие меры:

- разработать на основе современных информационных технологий способ удобного получения информации логистами (разрабатывающими цепи поставок) по логистическим параметрам открытых для обслуживания иностранных судов речных портов;
- разработать и довести до сведения открытых для обслуживания иностранных судов речных портов информацию по современным международным требованиям портового обслуживания;
- развитие портовой инфраструктуры открытых для обслуживания иностранных судов речных портов.

Список литературы

1. Аленков В.П., Миронов В.Н. Внутренний водный транспорт в системе национальных и международных коридоров, обеспечении устойчивого развития экономики и национальной безопасности//сборник «Россия в системе международных транспортных коридоров: современное состояние, проблемы, перспективы» по материалам Круглого стола, проведенного Министерством транспорта РФ и Евразийским транспортным Союзом. 2005. С 257-267.
2. Кодекс внутреннего водного транспорта (Федеральный закон от 07.03.2001 № 24-ФЗ) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_30650/ (дата обращения: 04.10.2021)
3. Материалы Международного Транспортного Форума The International Transport Forum 2018. Inland Waterways, Transport Corridors and Urban Waterfronts - URL: http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/inland-waterways-transport-corridors-urban-waterfronts_1.pdf (дата обращения: 04.10.2021)
4. Проект Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2035 года. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9032426785> (дата обращения: 05.10.2021)
5. Смирнов Н. Россия намерена стать основным перевозчиком на магистрали «Каспий-Волга-Дон-Дунай-Рейн»//Международный экспедитор.1999. № 3. С. 110-117.
6. Торотенкова А.И., Цверов В.В. Аспекты плавания судов под иностранным флагом по внутренним водным путям Российской Федерации//Транспорт: проблемы, цели, перспективы (ТРАНСПОРТ 2021): материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием (Пермь, 12 февраля 2021 г.)/под ред. канд. пед. наук., доц. Е.В. Чабановой – Пермь: Пермский филиал ФГБОУ ПО «ВГУВТ», 2021. С. 670 -678.
7. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года– URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> (дата обращения: 14.10.2021).
8. Указ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». – URL : <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения: 17.10.2021).
9. Федюшин А. В. Внутренний водный транспорт как стратегический фактор экономической безопасности страны: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05 / Федюшин Алексей Вячеславович. Нижний Новгород. 2011. С. 157 – 160.
10. Цверов В.В. Оценка состояния уровня информационной прозрачности речных портов для целей управления цепями поставок / В.В. Цверов, Е.С. Наседкина//Конгресс Международного форума «Великие реки» 2018. «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Интернет журнал широкой научной

тематики. Выпуск 7, 2018 – URL: <http://вф-река-море.рф/2018/PDF/98.pdf> (дата обращения: 18.10.2021).

11. Домнина О.Л., Цверов В.В., Лисин А.А., Чувилина О.В. Прогноз развития цифровых технологий в транспортной логистике (научная статья на английском языке) // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 4 Т.2. с. 173-180.

12. Вакуленко Р.Я. Интеграция волжского бассейна в мировое транспортное пространство / Р.Я. Вакуленко, Н.С. Волостнов, В.Н. Костров, О. В. Почекаева // Вестник Екатеринбургского института. 2020. № 4(52). – С. 14-20.

13. Каковы перспективы транскаспийского коридора. – URL: <https://kapital.kz/economic/97844/kakovy-perspektivy-transkaspyskogo-koridora.html> (дата обращения: 01.11.2021).

14. Искаков Г. А., Кегенбеков Ж. К. (2021). Роль республики Казахстан в проекте «Один пояс и один путь». Научные проблемы водного транспорта, 94-101.

15. Мырзахметова А.М. Транзитный потенциал Казахстана в рамках ЕАЭС // Алматы: Вестник КазНУ. – 2015. – №1 – С. 43-46.

References

1. Alenkov V.P., Mironov V.N. Inner water transport in the system of national and international corridors, sustainable economic development and national security // collection «Russia in the system of international transport corridors: current state, problems, prospects» on the materials of the Round table held by the Ministry of Transport of Russia and the Eurasian Transport Union. 2005. С 257-267.

2.Code of Inland Water Transport (Federal Law of 07.03.2001 № 24-FZ) - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_30650/ (reference date: 04.10.2021)

3. Materials of the International Transport Forum The International Transport Forum 2018. Inland Waterways, Transport Corridors and Urban Waterfronts - URL: http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/inland-waterways-transport-corridors-urban-waterfronts_1.pdf (access date: 04.10.2021)

4.Draft Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/9032426785> (date of reference: 05.10.2021).

5.Smironov N. Russia intends to become the main carrier on Caspi-Volga-Don-Danubei-Rhine main line//International Forwarder.1999. № 3. С. 110-117.

6.Torotenkova A.I., Tserov V.V. Aspects of navigation of vessels under the foreign flag on the inland waterways of Russia // Transport: problems, objectives, prospects (TRANSPORT 2021): proceedings of All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation (Perm, February 12, 2021)/edited by Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor E.V. Chabanova - Perm: Perm Branch of FGBOU PO «VGUVT», 2021. С. 670 -678.

7.Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 - URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> (accessed 14.10.2021).

8.Decree «On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024» - URL : <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425> (date of reference: 17.10.2021).

9.Fedyushin A. B. Domestic water transport as a strategic factor of the country's economic security: dissertation of the candidate of economic sciences: 08.00.05/Fedyushin Aleksey Vyacheslavovich. Nizhny Novgorod. 2011. С. 157 – 160.

10.Tserov, V.V. Assessment of the state of information transparency of river ports for the purposes of supply chain management / V.V. Tserov, Tserov, E.S. Nasedkina//Congress of the International Forum "Great Rivers" 2018. «Problems of use and innovative development of inland waterways in great river basins». Internet journal of wide scientific subjects. Issue 7, 2018 - URL: <http://вф-река-море.рф/2018/PDF/98.pdf> (date of reference: 18.10.2021).

11. Domnina O.L., Tserov V.V., Lisin A.A., Chuvilina O.V. Forecast of the development of digital technologies in transport logistics (scientific article in English) // Marine Intelligent Technologies. 2019. No. 4 Т.2. with. 173-180.

12. Vakulenko R.Ya. Integration of the Volga basin into the world transport space / R.Ya. Vakulenko, N.S. Volostnov, V.N. Kostrov, O. V. Pochekaeva // Bulletin of the Catherine Institute. 2020. No. 4 (52). - S. 14-20.

13. What are the prospects for the Trans-Caspian corridor. - URL: <https://kapital.kz/economic/97844/kakovy-perspektivy-transkaspiyskogo-koridora.html> (date accessed: 01.11.2021).
14. Iskakov G.A., Kegenbekov Zh.K. (2021). Role of the Republic of Kazakhstan in the "One Belt and One Road" project. Scientific problems of water transport, 94-101.
15. Myrzakhetova A.M. Transit potential of Kazakhstan within the EAEU // Almaty: Bulletin of KazNU. - 2015. - No. 1 - S. 43-46.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Торотенкова Арина Игоревна, магистрант Волжский государственный университет водного транспорта, (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, e-mail: torotenkova97@mail.ru

Arina I. Torotenkova, undergraduate student of the Volga State University of Water Transport), 603951, Nizhny Novgorod, st. Nesterova, e-mail: torotenkova97@mail.ru

Цверов Владимир Викторович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент кафедры «Логистики и маркетинга», Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: v.tsverov@yandex.ru

Vladimir VTsverov, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport, 603951, Nizhny Novgorod, st. Nesterova, 5, e-mail: v.tsverov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 09.11.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 09.11.2021; published online 20.12.2021.

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА,
СУДОВОЖДЕНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ СУДОХОДСТВА**

**OPERATION OF WATER TRANSPORT,
NAVIGATION AND SAFETY OF NAVIGATION**

УДК 656.62

<https://doi.org/https://doi.org/10.37890/jwt.vi69.22>

Исследование факторов восстановления грузовых речных перевозок на Единой глубоководной системе России

С.В. Железнов¹

И.В. Липатов¹

А.А. Лисин¹

ORCID: 0000-0001-8607-9263

Ю.Н. Уртминцев¹

¹ *Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. Во второй половине 20-века отечественный речной транспорт активно развивался и к 1990 г. объем перевозок грузов достиг 580 млн.т. В кризисный период отечественной экономики 90-х годов объемы речных перевозок упали почти в пять раз. В последние три десятилетия общие объемы производства в стране полностью восстановились, но роста речных перевозок не происходит. Произошло перераспределение перевозок между видами транспорта: уменьшились доли железнодорожного и речного видов транспорта, увеличились доли автомобильного и трубопроводного. С точки зрения общественных интересов создавшееся распределение перевозок между видами транспорта не является рациональным. В статье рассматриваются причины значительного снижения доли речного транспорта в общем объеме транспортных услуг и предлагаются меры, способствующие восстановлению позиций внутреннего водного транспорта.

Ключевые слова: речные перевозки, грузовая база, переключение грузов, ограничения судоходства, конкурентоспособность транспорта

Factor analysis of cargo river transportation recovery on the Unified deep-water system of Russia

Sergey V. Zheleznov¹

Igor V. Lipatov¹

Alexander A. Lisin¹,

ORCID: 0000-0001-8607-9263

Yuriy N. Urtmintsev¹

¹ *Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. In the second half of the 20th century, domestic river transport was actively developing and by 1990 the volume of cargo transportation had reached 580 million tons. During the crisis period of the domestic economy of the 90s, the volume of river transport decreased by almost five times. In the past three decades, overall production in the country

has fully recovered, but there is no increase in river transportation. There has been transportation redistribution between modes of transport: the share of rail and river modes of transport has decreased the share of car and pipeline transport has increased. To keep public interests, the created transportation distribution between modes of transport is not rational. The article examines the reasons for a significant decrease in the share of river transport in the total volume of transport services and suggests measures to restore the position of inland waterway transport.

Keywords: river transportation, cargo base, cargo flow shifting, restrictions of navigation, competitiveness of transport.

Введение

Вторая половина двадцатого века в нашей стране была отмечена высокими темпами развития внутреннего водного транспорта (далее - ВВТ): завершилось создание Единой глубоководной системы Европейской части России (далее - ЕГС), активно строился новый флот (до ста судов ежегодно), значительно выросло техническое вооружение портов, интенсивно развивались отраслевая наука и отраслевое образование, разрабатывались и широко внедрялись прогрессивные транспортные технологии.

Большую роль в развитии речного транспорта в этот период играло государство, которое при принятии решений в области государственной экономической политики опиралось на научные разработки по проблемам транспорта, в том числе на результаты исследования такого авторитетного учреждения, как Институт комплексных транспортных проблем, учеными которого было научно обосновано рациональное распределение перевозок между видами транспорта с учетом их взаимодействия и определена «схема нормальных грузопотоков» (рациональные транспортные схемы доставки грузов по основным направлениям движения материальных потоков). В результате реализации государственной политики и благодаря плодотворному труду работников отрасли объем перевозок речным транспортом России (РСФСР) регулярно рос и к началу 90-х годов достиг 580 млн.т.

Период перехода страны к рыночной экономике прошел болезненно почти для всех отраслей народного хозяйства. Спад производства сильно отразился на транспортной отрасли (объемы перевозок на всех видах транспорта приведенные в таблице 1) [1].

Таблица 1

Перевозка грузов по годам и видам транспорта

Виды транспорта	1990	1995	2000	2001	2002
Транспорт всего, млн.т	6858,5	3457,6	2559,8	2609,9	2612,9
в том числе:					
железнодорожный	2140	1028	1047	1058	1084
автомобильный	2941	1441	550	561	503
магистральный трубопроводный	1101	783	829	853	899
морской	112	65	27	24	26
внутренний водный	562	140	106	113	100
воздушный	2,5	0,6	0,8	0,9	0,9

Начиная с 2000-х годов экономика страны стала восстанавливаться и постепенно развиваться. Соответственно увеличился спрос на услуги транспорта. При этом динамика изменения объемов перевозок на разных видах транспорта оказалась

существенно различной. Сравнительная доля отдельных видов транспорта в конце 80-х годов и в настоящее время (2019 г.) показана в таблице 2. [3,4].

Таблица 2

Распределение перевозок между видами транспорта

Виды транспорта	РСФСР, 1986г., млн т.	РФ, 2019г., млн т.	2019г. в % к 1986 г	Удельный вес видов транспорта в перевозках, %	
				РСФСР, 1986 г.	РФ, 2019 г.
Железнодорожный	2236	1399	63	35	17
Трубопроводный	597	1159	194	9	14
Внутренний водный	549	108	20	8	1
Автомобильный	2972	5735	193	46	68
Всего	6474	8420	130	100	100

Из приведенных данных видно, что общее количество перевозок грузов всеми видами транспорта в 2019 г. возросло по сравнению 1986 г. на 30% и составило 8,4 млрд т. При этом перевозки трубопроводным и автомобильным транспортом увеличились в 2 раза, а железнодорожные перевозки не восстановились в полном объеме и составили 63% от уровня 1986 г. Перевозки внутренним водным транспортом уменьшились в 5 раз. В результате доля ВВТ в общем количестве перевозок сократилась с 8 до 1 %, доля железнодорожного транспорта – с 35 до 17%, доля автомобильного транспорта возросла с 46 до 68% и трубопроводного – с 9 до 14 %.

Снижение спроса на речные перевозки привело к постепенному сокращению всей производственной базы ВВТ. Численность рабочих и служащих уменьшилась с 443 тыс. в 1986 г, до 23,5 тыс. человек в 2020 г., флот грузовых судов сократился с 14,5 тыс. ед. в 1986 г. до 11 тыс. в 2020 г. При этом средний возраст судов составляет 35 лет, и основная часть эксплуатируемого флота построена еще в советское время.

Значительное уменьшение доли речного транспорта в общем объеме транспортной работы требует ответа на вопрос: почему это произошло и каковы перспективы отрасли?

Оценка перспектив развития внутреннего водного транспорта предполагает проведение исследований в следующих направлениях:

1. Определение основных факторов, обусловивших пятикратное снижение объемов речных перевозок;
2. Анализ конкурентоспособности водного транспорта по отношению к другим видам транспорта в существующих условиях, с дифференциацией по основным сегментам рынка перевозок;
3. Оценка сравнительной общественной эффективности видов транспорта в современных условиях;
4. Обоснование первоочередных мер по развитию отрасли ВВТ;
5. Прогноз перераспределение перевозок между видами транспорта и объемов речных перевозок при условии реализации мер по развитию ВВТ.

Производство и перевозки отдельных видов продукции, 1986/2019 гг., млн.т

Номенклатура грузов	Показатели сравнения промышленного производства в РСФСР и В РФ			Перевозки железнодорожным транспортом			Перевозки внутренним водным транспортом		
	Показатели в РСФСР 1986 г	в РФ 2019	2019г. в % к 1986 г	Количество перевозок в 1986 г.	Количество перевозок в 2019 г.	2019г. в % к 1986 г	Количество перевозок в 1986 г.	Количество перевозок в 2019 г.	2019г. в % к 1986 г
Каменный уголь и кокс	425	439	103	387,9	435,1	112	17,1	3,0	18
Нефтяные грузы	568	561	99	262,9	253,2	96	38,4	19,2	50
Руда	250	99	40	144,7	152,5	105	5	0,3	6
Черные металлы	92	72	78	157,9	81,1	51	3,3	2,6	79
Химические и минеральные удобрения	18,5	22,5	122	84,4	65,8	78	4,8	1,0	20
Минерально-строительные	62	80	129	611	135,7	22	308	55,5	18
Цемент	81	57,7	71	0	29,4		1,4	0,3	23
Лесные	350	230	66	148,5	46,2	31	69,8	5,8	8
Зерновые	109	120	110	79,6	26,6	33	5,9	6,6	112

Анализ причин перераспределения перевозок между видами транспорта

В качестве одной из основных причин снижения количества железнодорожных и водных перевозок обычно называется общее падение объемов промышленного производства в РФ в 90 годы прошлого столетия.

Однако официальные статистические данные показывают, что основные показатели развития промышленности к 2019 восстановились и даже превысили уровень 1986 г в среднем на 30%. В таблице 3 приводится сопоставление объемов производства и перевозок отдельных видов грузов в 1986 г. и в 2019 г. [2,5]

Из данных таблицы 3 видно, что к 2019 г. добыча угля и нефти достигли уровня 1986 г. Количество перевозок этих грузов железнодорожным транспортом в 2019 г. также находится на уровне 1986 г. Производство удобрений, строительных материалов и зерновых в 2019 г. превысило уровень 1986 г. на 10-30%, а перевозки этих грузов железнодорожным транспортом уменьшились по строительным грузам- в 5 раз, по зерновым грузам- в 3 раза, по удобрениям на 30%. Добыча деловой древесины в стране в 2019 г. уменьшилась по сравнению с 1986 г. на 34%, а железнодорожные перевозки лесных грузов сократились в 3 раза. Очевидно, что по удобрениям, строительным материалам, зерновым и лесным грузам падение количества железнодорожных перевозок к 2019 г. по сравнению с 1986 г. абсолютно не соответствует развитию производства, достигнутому к 2019 г. На внутреннем водном транспорте почти по всем позициям рассматриваемой номенклатуры грузов произошло 5–10 кратное снижение количества перевозок, что также не соответствует динамике производства.

Очевидно, что основная причина - сокращение количества перевозок на железнодорожном и внутреннем водном транспорте объясняется не снижением производства материальной продукции, являющейся предметом перевозок, а перераспределением перевозок в пользу других видов транспорта, в частности, автомобильного.

Высокие темпы развития автомобильных перевозок в последние десятилетия обусловлены следующими основными причинами.

1. Резкое увеличение числа хозяйствующих субъектов в результате либерализации отечественной экономики, что привело к сокращению среднего масштаба производственной деятельности предприятий и, следовательно, к уменьшению средних размеров закупок и продаж, а значит и предъявляемых к перевозке грузовых партий.
2. Увеличение внимания предприятий к экономически рациональным размерам запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, что также привело к сокращению средних объемов закупаемых партий товаров.
3. Высокая скорость доставки товаров автомобильным транспортом «от двери до двери», что позволяет предприятиям снижать расходы по оборотным средствам.

Развитию автомобильных перевозок способствовало также то, что строительство автодорог практически полностью финансируется государством. Так за 30-летний период с 1990 г. протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием увеличилась почти в 10 раз.

Содержание внутренних водных путей также осуществляется за счет государства. Однако в настоящее время оно осуществляется в объеме, меньшем нормативной величины. В результате, в последние 30 лет состояние водных путей ЕГС значительно ухудшилось. Произошло уменьшение гарантированных глубин судового хода на ряде участков единой глубоководной системы РФ, что вызывает простои флота, недогруз крупнотоннажных судов, увеличение сроков доставки грузов, снижение производительности работы флота, рост себестоимости перевозок.

Особо критическим узлом ЕГС в настоящее время является участок Нижний Новгород – Городец, проходная глубина которого в меженный период навигации составляет порядка 2,2 м и повышается до 3,0 м только на 2-3 часа в сутки за счет краткосрочного увеличения попуска воды через Городецкий гидроузел [9].

Железнодорожный транспорт в настоящее время также испытывает существенные проблемы [8,10,11]. Среди них можно назвать следующие:

- недостаточная пропускная способность инфраструктурных объектов – пути и станционного хозяйства;
- избыточный парк грузовых вагонов на железнодорожной сети;
- высокая сложность в организации рационального управления транспортным процессом на сети

Огромное число управляемых объектов, причем принадлежащим разным собственникам (большая часть грузовых вагонов принадлежит частным компаниям), приводит к большим простоям вагонов и снижению скорости доставки грузов.

В настоящее время железнодорожный транспорт столкнулся с проблемой «брошенных» (отставленных от движения) грузовых поездов. Среднее время простоя отставленных от движения поездов составляет около 11 суток (характерно для Приволжской железной дороги), максимальное время простоя составляет от 30 до 80 суток (характерно для Октябрьской, Горьковской, Куйбышевской железных дорог). Среднее расстояние от станции задержки до станции назначения поездов превышает 250 км (характерно для Октябрьской и Северо-Кавказской железных дорог). Наиболее часто, в 90% случаев, остановки от движения грузовых поездов происходят по следующим причинам: неравномерность предъявления сезонных грузов (см. рис.1), ограниченная пропускная способность участков и станций, превышение технически допустимого парка грузовых вагонов на сети, неприем поезда железнодорожной станцией назначения, неприем поезда соседней железной дорогой, недостаточное количество локомотивов и бригад, проведение плановых "окон" (ремонтные работы на железных дорогах и увеличение количества пассажирских поездов в летний период) и предоставление неплановых "окон" [11].

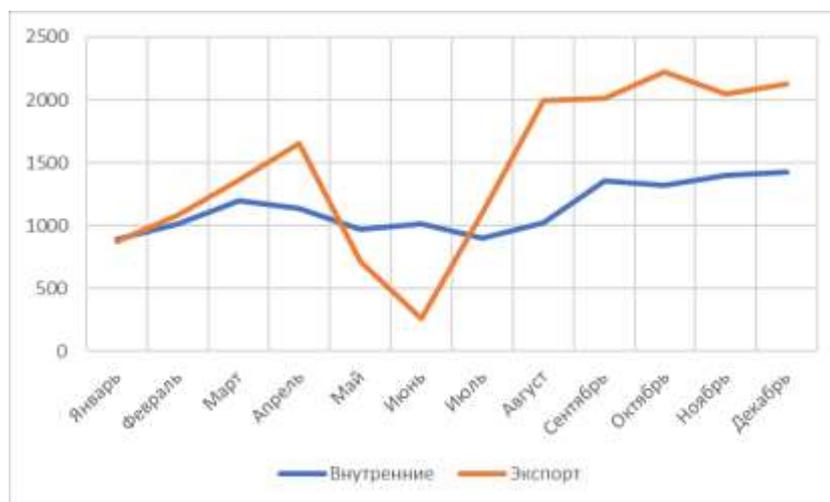


Рис.1 Сезонная неравномерность железнодорожных перевозок зерновых грузов

Fig.1 Seasonal variation of railway grain transportation

В работе железнодорожного транспорта из-за недостаточной пропускной способности путей, особенно на подходах к морским портам, часто срываются планы перевалки скоропортящихся грузов [12]. Из-за конвенционных запретов отправители вынуждены адресовать вагоны с экспортными грузами в адрес малодейственных станций за тысячу километров от портов для ожидания «на колесах» (особенно это касается экспортных перевозок угля).

Инфраструктурные и организационные проблемы железнодорожного и водного видов транспорта повлияли на снижение их конкурентоспособности по отношению к автомобильному транспорту на многих сегментах рынка перевозок.

Проблема рационального распределения перевозок между видами транспорта

Следует отметить, что проблема распределения перевозок между видами транспорта затрагивает не только коммерческие, но и государственные, и общественные интересы.

В результате значительного роста автомобильных перевозок увеличилась нагрузка на автодорожную сеть. Существующая пропускная способность дорожной сети не соответствует интенсивности автомобильных перевозок. Государством в большом объеме финансируются работы по развитию автомобильных дорог. И эти работы очень дорогие. Стоимость одного километра автомобильной дороги с одной полосой движения в каждом направлении составляет 40-50 млн. руб. [7]. Рост перевозок в большегрузных автопоездах приводит к преждевременному разрушению дорожного полотна и увеличению бюджетных расходов на ремонты дорог (8-10 млн. руб/км). Из-за несоответствия транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог нормативным требованиям затраты на автомобильные перевозки дополнительно возрастают в 1,3–1,5 раза, а потери от дорожно-транспортных происшествий - на 15–20%.

Также автотранспорт является одним из самых главных источников выбросов в окружающую среду и одной из причин ухудшения экологической обстановки во многих регионах страны. В таблице 4 приводится сравнение характеристик автомобильного и внутреннего водного транспорта, имеющих существенное значение при решении вопроса перераспределения работы между ними. Для внутреннего водного транспорта характерны: несравнимо более высокая пропускная способность, низкая стоимость строительства и содержания речных путей [13]. Экологический вред от эксплуатации речного транспорта в десятки раз ниже, чем от автомобильного.

Таблица 4

Сравнение показателей автомобильной и речной инфраструктуры

Показатели	Автомобильный транспорт (дороги IV категории)	Речной транспорт (малые реки)
Пропускная способность путей	До 1000 приведенных автомобилей в сутки. Это 3-5 тыс. т и 1500–2000 пассажиров.	>>30 тыс. т./сут. Более 30 судов в сутки
Стоимость строительства	40–50 млн. руб. на 1 км. пути	3–5 млн. руб. на 1 км пути
Стоимость содержания	1100–1300 тыс. руб. в год/км.	100-180 тыс. руб. в год/км.
Стоимость ремонта	4,5–5,0 млн. руб./км. Один раз в 5–6 лет.	Не требуется, входит в стоимость содержания.

Стоимость капитального ремонта	14–15 млн. руб./км. Один раз в 10–12 лет.	Не требуется. Входит в стоимость содержания.
Габариты пути	Габарит ограничен: длина транспортного средства-12м., ширина 2,7м., высота 4,5м.	Габариты ограничиваются гарантированными глубинами и шириной судового хода (до 140 м. по длине и 16м. по ширине)
Воздействие на экологическую сферу	Доля в загрязнении окружающей среды- 75–80%. На 1 км пути требуется изъятие около 4 га земли.	<1%. Изъятие земли не требуется. Углубление и обустройство русел рек оказывает положительное влияние.

Автомобильный транспорт является крупнейшим источником загрязнения окружающей среды. Доля его вклада в суммарные антропогенные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляет около 40 процентов, достигая в крупных городах значения 70–80 процентов. Автомобильный транспорт - главный источник шумового загрязнения, образования твердых частиц и пыли из продуктов износа резины и асфальтобетонных дорожных покрытий, источником образования твердых отходов. Количество погибших в дорожно-транспортных происшествиях достигает 27 тыс. человек в год, или более 99% от числа всех погибших на транспорте. ДТП составляют до 15% от всех внешних причин смерти населения Российской Федерации. Ежегодный социально-экономический ущерб от дорожно-транспортных происшествий и их последствий оценивается в пределах 12 - 13% общих доходов консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации [15].

При этом значительный потенциал речного транспорта не используется. Несмотря на то, что пропускная способность водных путей в десятки раз выше, чем автомобильных дорог (свыше 100 тыс. т. на 1 км в сутки против 3–5 тыс. т.), а стоимость капитальных вложений, расходов на содержание путей, себестоимость перевозок и доля водного транспорта в загрязнении окружающей среды - на порядки ниже, количество перевозок внутренним водным транспортом продолжает снижаться [15].

В Европейском союзе для улучшения экологии и снижения нагрузки на автомобильные магистрали, многие из которых уже исчерпали свои провозные и пропускные способности, приняты программа «Марко Поло-II», план действий «Наяды» и план реализации программы «Платина», в результате реализации которых к 2030 году на внутренний водный, а также на железнодорожный транспорт в странах ЕС должно быть переключено 30% с автомобильного транспорта [17,18,19].

Предусмотренные Стратегией развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года [6, 16] целевые ориентиры по количеству перевозок на 2020 г. не достигнуты. Заложенных в Стратегии мер и механизмов развития внутреннего водного транспорта оказалось недостаточно. Судовладельцы и операторы внутреннего водного транспорта не могут противостоять в конкурентной борьбе за грузопотоки автомобильному и железнодорожному транспорту, а также - обновлять и наращивать флот.

Таким образом, в настоящее время сложилась неприемлемая диспропорция: гипертрофированное развитие автомобильных перевозок, перегруженность автомобильных дорог, чрезмерный вред окружающей среде, дефицит пропускной способности железных дорог на подходах к морским портам, с одной стороны, и неоправданное падение количества водных перевозок при наличии значительных резервов пропускной способности и очевидных экологических и экономических преимуществах водного транспорта, с другой стороны.

Заключение

Сложившаяся структура распределения перевозок между видами транспорта во многом не соответствует рациональным пропорциям, учитывающим интересы государства и общества.

Диспропорция в развитии автомобильного, железнодорожного и водного видов транспорта может быть нивелирована за счет перераспределения перевозок грузов между ними. Источники грузовой базы: существующие грузопотоки железнодорожного транспорта на наиболее напряженном направлении- экспорт угля, нефти, лесных грузов; существующие грузопотоки автомобильного транспорта- минерально-строительные грузы, лесные грузы, экспортные и импортные грузы в контейнерах в/из морских портов на планируемые к созданию логистические центры в Центральном, Уральском и Приволжском федеральных округах, экспортные зерновые грузопотоки; транзитные грузопотоки из стран Северной и Южной Европы в прикаспийские страны и обратно []; вновь образующиеся в результате реализации крупных инвестиционных промышленных проектов грузопотоки.

Распределение перевозок между видами транспорта затрагивает общественные интересы и должно регулироваться не только законами рынка, но и экономической политикой государства.

Оценка необходимости и степени государственной поддержки тех или иных видов транспорта должно осуществляться на основе интегральных критериев общественной эффективности транспортной отрасли.

При обосновании рационального распределения грузопотоков между видами транспорта должен применяться системный подход к изучению факторов, формирующих грузовую базу и ориентированных на использование всего спектра преимуществ внутреннего водного транспорта, а также синергетический подход устойчивого развития внутреннего водного и смежных с ним видов транспорта.

Решение проблемы для регионов, тяготеющих к внутренним водным путям ЕГС, невозможно без проведения работ по восстановлению полноценных путевых условий на лимитирующих участках водных путей и восстановлению на них гарантированных параметров.

Необходимо провести исследование потенциальной грузовой базы водного транспорта для этих регионов на основе анализа современного состояния и перспектив развития отраслей региональных экономик, выявления основных отправителей груза, а также изучения существующих грузопотоков железнодорожного и автомобильного транспорта с целью возможного их переключения на водный транспорт. При этом должны учитываться варианты кооперации видов транспорта в форме смешанных перевозок

Для решения сформулированных в настоящей работе задач необходима доработка методического обеспечения, в том числе:

1. Обоснование методики комплексной оценки эффективности бюджетных инвестиций и расходов в реконструкцию Городецкого гидроузла, развитие перевозок и флота;
2. Разработка прогнозной модели перевозок грузов по водным путям ЕГС и через Городецкий гидроузел после его реконструкции;
3. Обоснование оптимальных параметров флота для ЕГС и прогнозной программы судостроения.
4. Обоснование прогнозной программы судостроения.

Также целесообразно изучить международный опыт государственного регулирования процесса распределения перевозок между видами транспорта.

Список литературы

1. Транспорт в России. 2005: Статистический сборник/Росстат. – М., 2005. – 198 с.
2. Народное хозяйство РСФСР в 1989 г. Статистический ежегодник. <https://istmat.info/node/29320>
3. Транспорт и связь СССР. Статистический сборник. – М.: Финансы и статистика. 1990. –239 с.
4. Транспорт в России. 2020: Статистический сборник /Росстат. – М., 2020. – 108 с.
5. Производство основных видов продукции в натуральном выражении. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/god17.htm>.
6. Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период о 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 февраля 2016 г. N 327-п. - <https://mintrans.gov.ru/documents/8/8910>
7. Доклад о стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания 1 км автомобильных дорог общего пользования Российской Федерации (2019 год). – <https://mintrans.gov.ru/documents/11/11086>
8. Белозерова И. Г. Сравнительный анализ выполнения погрузки грузов по ДВЖД при различных системах планирования перевозок грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении. <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Belozerova-Irina-Georgievna.pdf>
9. Кривошей В. А. Техничко-экономические оценки вариантов решения проблемы Городецких шлюзов. <https://docplayer.com/51947185-Tehniko-ekonomicheskie-ocenki-variantov-resheniya-problemy-gorodeckih-shlyuzov.html>
10. Новиков П. О. «Разработка технологии временного отставления от движения и подъема грузовых поездов», диссертация кан. техн. наук, МГУПС (МИИТ), 2014г.
11. Сайбаталов Р.Ф. Методы устранения затруднений в работе полигонов железнодорожной сети, диссертация кан. техн. наук, УрГУПС, 2020г.
12. Багинова В.В., Ушаков Д.В. Модель региональной организации перевозок скоропортящихся грузов// Экономика железных дорог. 2019. № 11. с.45-51.
13. Домнина О.Л., Липатов И.В., Ситнов А.Н. Основные проблемы транспортного комплекса России и пути их решения. Речной транспорт (XXI век). 2019. № 3 (91). с. 23-25.
14. Смирнов М.А., Уртминцев Ю.Н. Особенности внутреннего водного транспорта как потенциального участника международного транспортного коридора «Север-Юг». – Вестник ВГАВТ., вып. 56, 2018 г., с. 169-176.
15. Стратегия развития автомобильного и городского электрического транспорта Российской Федерации на период до 2030 года (проект).- <https://mintrans.gov.ru/file/402246>
16. Panfilova E.E., Dzenzeliuk N., Domnina O.L., Morgunova N., Zatsarinnaia E. The impact of cost allocation on key decisions of supply chain participants. - International Journal of Supply Chain Management. 2020. Т. 9. № 1. с. 552-558.
17. Sustainable development of the EU transport policy and planning for TEN-T. European Economic and Social Committee TEN/446, Brussels, 15 June 2011.
18. Transport 2050: The major challenges, the key measures. Memo, Brussels 28/03//2011.
19. Inland Navigation Europe [site] access mode: <http://www.inlandnavigation.eu>

References

1. Transport in Russia. 2005: Statistic issue.. Rosstat. – М., 2005. – 198 p.
2. Native economy of Russian Soviet Federal Socialist Republic in 1989. Statistic annual issue. <https://istmat.info/node/29320>
3. Transport and communication in the USSR. Statistical issue. – М.: Finance & Statistic. 1990. –239 h.
4. Transport in Russia. 2020: Statistic issue.. Rosstat. – М., 2020. – 108 p.
5. Basic products production in natural volumes. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/god17.htm>.
6. The Strategy of inland waterway transport development of Russian Federation for period till 2030. Document by the Government of Russian Federation by 29.02.2016. N 327-p. - <https://mintrans.gov.ru/documents/8/8910>

7. The report of expenses for automobile common-used road kilometer in building, reconstructing, repairing and maintenance in Russian Federation - 2019 – <https://mintrans.gov.ru/documents/11/11086>
8. Belozеров I. G. The investigation of cargo departure by the Far East Railway for different planning systems in combined railway-waterway transportation. <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Belozerova-Irina-Georgievna.pdf>
9. Krivoshey V.A. Technical and economical calculation of problem solving variants for the Gorodets water locks. <https://docplayer.com/51947185-Tehniko-ekonomicheskie-ocenki-variantov-resheniya-problemy-gorodeckih-shlyuzov.html>
10. Novikov P.O. The development of technology for rail cargo wagon traffic stopping, research paper of engineering science, MGUWC (MIIT), 2014.
11. Sayballov R.F. The methods of difficulty solving with railway network management. research paper of engineering science, UrSUR, 2020.
12. Baginova V.V., Ushakov D.V. The model of regional organizing system for perishable goods// The Railway economy. 2019. № 11. p.45-51.
13. Domnina O.L., Lipatov I.V., Sitnov A.N. Main problems of Russian transport complex and ways of solving. River transport (XXI century). 2019. № 3 (91). p. 23-25.
14. Smirnov M.A., Urtmintsev Y.N., Inland waterway transport features as a protentional partner of the international transport corridor North-South. – Vestnik VSAWT, is. 56, 2018., p. 169-176.
15. The strategy of automobile and electric vehicle of Russian Federation during to 2030/ .- <https://mintrans.gov.ru/file/402246>
16. Panfilova E.E., Dzeneliuk N., Domnina O.L., Morgunova N., Zatsarinnaya E. The impact of cost allocation on key decisions of supply chain participants. - International Journal of Supply Chain Management. 2020. T. 9. № 1. c. 552-558.
17. Sustainable development of the EU transport policy and planning for TEN-T. European Economic and Social Committee TEN/446, Brussels, 15 June 2011.
18. Transport 2050: The major challenges, the key measures. Memo, Brussels 28/03//2011.
19. Inland Navigation Europe [site] access mode: <http://www.inlandnavigation.eu>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Железнов Сергей Вячеславович, доцент, к.т.н., главный научный сотрудник Центра стратегического развития внутренних водных путей и инфраструктуры, Волжский государственный университет водного транспорта, 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail sergezhelezno@yandex.ru

Sergey V. Zheleznov, Ph.D. in Engineering Science, Chief Researcher of the Strategic development center of inland waterways and infrastructure, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Липатов Игорь Викторович, д.т.н., профессор кафедры водных путей и гидросооружений, Волжский государственный университет водного транспорта, 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5 e-mail: i_lipatov@mail.ru

Igor V. Lipatov, Doctor of Engineering Science, Professor of Department of waterways and hydro construction, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Лисин Александр Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры управления транспортом, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: lisin_aa@mail.ru

Alexander A. Lisin, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Transport Management Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Уртминцев Юрий Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой управления транспортом, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: yurtm@yandex.ru

Yuriy N. Urtmintsev, Doctor of Engineering Science, Professor of the Transport Management Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 24.10.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 24.10.2021; published online 20.12.2021.

УДК 656.629

<https://doi.org/10.37890/jwt.v69.224>

Апробация методики определения времени перемещения пассажира на внутригородском и пригородном маршруте

А.И. Телегин¹

ORCID: 0000-0003-0590-276X

Н.В. Гончарова¹

ORCID: 0000-0002-8671-8114

В.И. Тихонов¹

А.В. Юлова¹

ORCID: 0000-0003-1511-7722

¹*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. Приводятся результаты апробации методики определения времени поездки пассажира по схеме «от двери до двери» на внутригородских и пригородных маршрутах с использованием судов на воздушной подушке. Во введении приведены результаты анализа ряда научно-исследовательских работ отечественных и иностранных ученых в области перевозок пассажиров судами на воздушной подушке. Анализ показал, что исследования поездки пассажира с учетом таких факторов, как расстояние и время по схеме «от двери до двери» на внутригородских и пригородных маршрутах в приречных регионах автобусами и судном на воздушной подушке (СВП) не встречаются, а значит выбранная тема исследования актуальна. В разделе методы кратко изложены основы расчетов и исходные данные для апробации методики определения времени, затрачиваемого пассажиром на поездку с использованием судна на воздушной подушке. В разделе Результаты приведены графические данные как результат апробации предложенной методики. На обсуждение вынесено мнение авторов статьи по использованию альтернативных вариантов поездки пассажиром на внутригородских и пригородных маршрутах автомобильным и (или) речным транспортом. В заключительной части статьи определено, что данный метод определения времени поездки пассажира на внутригородских и пригородных маршрутах, причем в сравнении, может представлять интерес как для пассажиров, так и транспортных организаций.

Ключевые слова: показатели качества перевозки, пассажирские перевозки, скоростные суда.

Testing the methodology of determining the time of passenger movement on the inner-city and suburban route

Anatoly I. Telegin¹

ORCID: 0000-0003-0590-276X

Natalia V. Goncharova¹

ORCID: 0000-0002-8671-8114

Vadim I. Tikhonov¹

Anastasia V. Yulova¹

ORCID: 0000-0003-1511-7722

¹*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. The results of testing the methodology of determining the passenger's travel time by "door-to-door" scheme on inner-city and suburban routes using hovercrafts are presented in the article. Introduction contains the results of the analysis of a number of researches works of domestic and foreign scientists in the field of passenger transportation by hovercraft. The analysis showed that there have been no studies of passenger travel based on such factors as distance and time by "door-to-door" scheme on intra-city and suburban routes by buses and a hovercraft in riverine regions, which means that the chosen research topic is relevant. The methods section summarizes the basics of calculations and initial data for testing the methodology for determining the time spent by passengers on a trip using a hovercraft. The results section provides graphical data as a result of testing the methodology. The opinion of the authors of the article on the use of alternative travel options by a passenger on intra-city and suburban routes by road and (or) river transport is put up for discussion. In the final part of the article, it is determined that this method of determining the travel time of a passenger on intra-city and suburban routes in comparison, may be of interest both for passengers and transport organizations.

Keywords: transportation quality indicators, passenger transportation, high-speed vessels.
Введение

В Российской Федерации имеется более двадцати крупных городов-мегаполисов, каждый из которых вместе со своими пригородными, сравнительно небольшими городами, располагается на приречных территориях протяженностью 150 км. В этих мегаполисах проживает треть от всего населения страны. Причем каждый третий житель в среднем располагает личным автомобилем, который активно используется для поездки на работу, на отдых и другие цели [1].

Поэтому за последние годы автомобильные пробки на внутригородских и пригородных маршрутах стали обычным явлением, особенно в «часы пик» и неблагоприятные погодные условия. С каждым годом положение не улучшается, а ухудшается и соответственно снижаются количество транспортного обслуживания и также безопасность перевозки [2,3].

Между тем, есть возможность перевести часть внутригородских и пригородных потоков пассажиров в приречных городах-мегаполисах с автомобильного транспорта на перевозки по имеющемуся водным путям с использованием современных судов на воздушной подушке (речные такси), передвигающиеся над любой горизонтальной поверхностью от 50 до 70 км/ч. Их движение может быть организовано на постоянных внутригородских и пригородных маршрутах по расписанию круглый год, пока в пределах 10-12 часов в дневное время, а в дальнейшем и в более продолжительный период суток.

В целом, исследованиями перевозок пассажиров в скоростных судах занимались многие отечественные ученые, однако по перевозкам пассажиров судах на воздушной подушке научных трудов мало [4-7].

Анализ зарубежных научных источников, проведенный авторами в рамках данного исследования, также показал нераскрытость выбранной тематики. В частности, отдельные труды посвящены истории развития и техническим характеристикам, а также примерам использования судов на воздушной подушке [8-16]. В источнике [17], посвященном исследованию транспортного сообщения между Англией и Францией утверждается, что будущая жизнеспособность высокоскоростных паромов на основе использования судов на воздушной подушке зависит от технических достижений, коммерческой практики, субсидий и общественного мнения, которые в конечном итоге могут заставить операторов искать другие способы выживания. То есть также подтверждается мнение авторов данной статьи, что эффективные схемы находятся в плоскости коммерции и поиске технологических перспектив.

Методы

Методы определения времени перемещения пассажиров судами на воздушной подушке по сравнению с перевозкой автобусами на внутригородских и пригородных маршрутах разработаны аспирантом Юловой А.В. [5]. Ниже авторами представлен материал по апробации этой методики.

Для определения конкретных временных показателей по всем рассматриваемым транспортно-логистическим схемам возможной поездки пассажира примем следующие допущения.

1. Учитывая, что во всех схемах с участием автотранспорта имеется временной интервал хода пассажира до остановки (t^{cx1}) и хода в пункте назначения от остановки до места назначения (t^{cx2}), принимаем их одинаковыми по продолжительности 0,1–0,15 часа и не учитываем при апробации, поскольку они не будут влиять при сравнении схем на результат по времени.
2. Для определения динамики изменения временных показателей принимаем следующие границы расстояний для рассматриваемых маршрутов: внутригородских – до 50 км включительно; для пригородных – до 150 км включительно. Соответственно для наглядности представления динамик изменения времени от изменения расстояний, определяем отдельные пункты (точки) на маршрутах (км), на внутригородских – 5, 10, 15, 20, 25, 30 35, 40, 45, 50; на пригородных – 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150.
3. Среднюю скорость автотранспортных средств (автобусов, маршрутных такси) на которых передвигается пассажир по городу, принимаем трех значений, км/ч: 10, 20, 30, а за пределами городской черты в км/ч – 40, 50, 60. При этом считаем, что в данных скоростях учтены соответствующие временные положения в крупных городах со скоростями движения автобусов, а также остановки автобусов в установленных расписанием пунктах маршрутов, соответственно посадка-высадка пассажиров.
4. Среднюю скорость судна на воздушной подушке, на который передвигается пассажир по внутригородскому и пригородному маршрутам, принимаем трех значений км/ч: 40, 50, 60. При этом считаем, что в данных скоростях учтены остановки СВП в промежуточных пунктах речных маршрутов, соответственно быстрая посадка-высадка пассажиров с выдачей билетов на борту экипажем.
5. Время ожидания ($t^{ож}$) во всех схемах принимаем 12 минут (0,2 часа). Необходимые расчеты времени по всем обусловленным схемам приведем в таблицах 1 и 2 отдельно по внутригородским и пригородным маршрутам [7].

Таблица 1

Время передвижения пассажира автотранспортом по маршрутам

Схемы проезда	Расстояния перевозки, км	Время передвижения пассажира при средней скорости км/ч					
		Городской			Пригородный		
		10	20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6	7	8
Схемы 1–6. Поездка на одном или двух автобусах (городской)	5	0,50	0,25	0,16			
	10	1,00	0,50	0,33			
	15	1,50	0,75	0,50			
	20	2,00	1,00	0,66			
	25	2,50	1,25	0,83			

маршрут, пригородный маршрут)	30	3,00	1,50	1,00			
	35	3,50	1,75	1,16			
	40	4,00	2,00	1,33			
	45	4,50	2,25	1,50			
	50	5,00	2,50	1,66			
	75				1,87	1,25	1,25
	100				2,50	2,00	1,66
	125				3,12	2,50	2,01
	150				3,72	3,00	2,50

Таблица 2

Время передвижения пассажира по внутригородскому и пригородному маршруту на судне на воздушной подушке

Схема поездки	Расстояние перевозки, км	Время передвижения пассажира при средней скорости км/ч					
		Городской автобус			СВП		
		10	20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6	7	8
Схемы 1, 2, 3 (речные)	5	0,50	0,25	0,16	0,13	0,10	0,08
	10	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,17
	15	1,50	0,75	0,50	0,38	0,30	0,25
	20	2,00	1,00	0,66	0,50	0,40	0,33
	25	2,50	1,25	0,83	0,63	0,50	0,41
	30	3,00	1,50	1,00	0,75	0,60	0,50
	35	3,50	1,75	1,16	0,88	0,70	0,58
	40	4,00	2,00	1,33	1,00	0,80	0,66
	45	4,50	2,25	1,50	1,13	0,90	0,75
	50	5,0	2,50	1,66	1,25	1,00	0,83
	75				1,87	1,25	1,25
	100				2,50	2,00	1,66
	125				3,12	2,50	2,01
150				3,72	3,00	2,50	

Результаты

Время передвижения пассажира, представленное в таблицах 1 и 2, позволяет нам построить соответствующие графики сравнения и увидеть развернутую динамику (см. рис. 1)

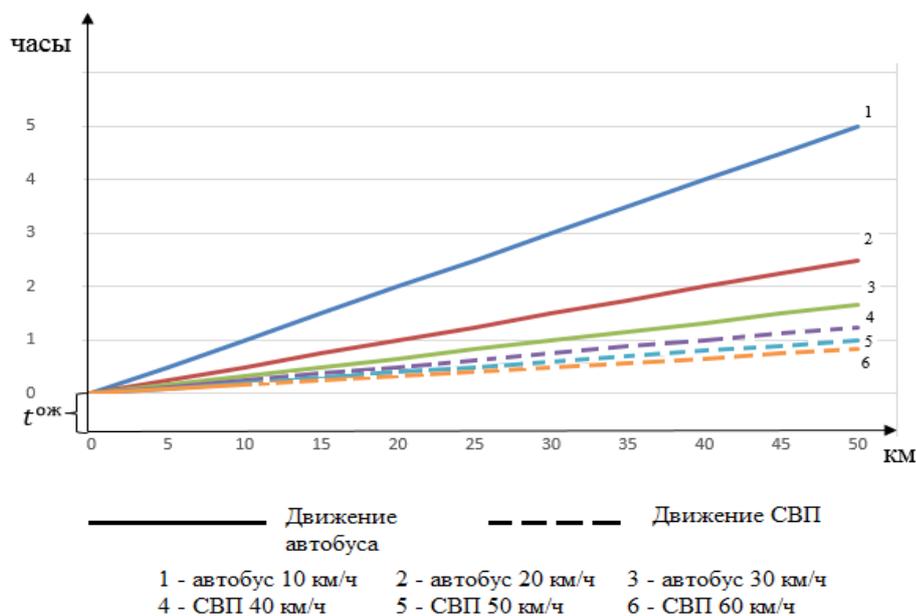


Рис. 1. Продолжительность перемещения пассажира по внутригородскому маршруту на одном автобусе (схема 1) и на судне на воздушной подушке (схема 1, речная)

Fig. 1. Comparative dynamics of passenger travel time on an intra-city route by one bus (scheme 1) and by a hovercraft (scheme 1, river)

Как видно из графика, использование скоростных судов эффективно на маршрутах, протяженностью 50 км. Скорость СВП значительно выше скорости движения автобуса (10–30 км/ч) и составляет от 40 до 60 км/ч. Это может подтвердить каждый человек в крупном городе, пользующийся ежедневно услугами автобусов и маршрутного такси.

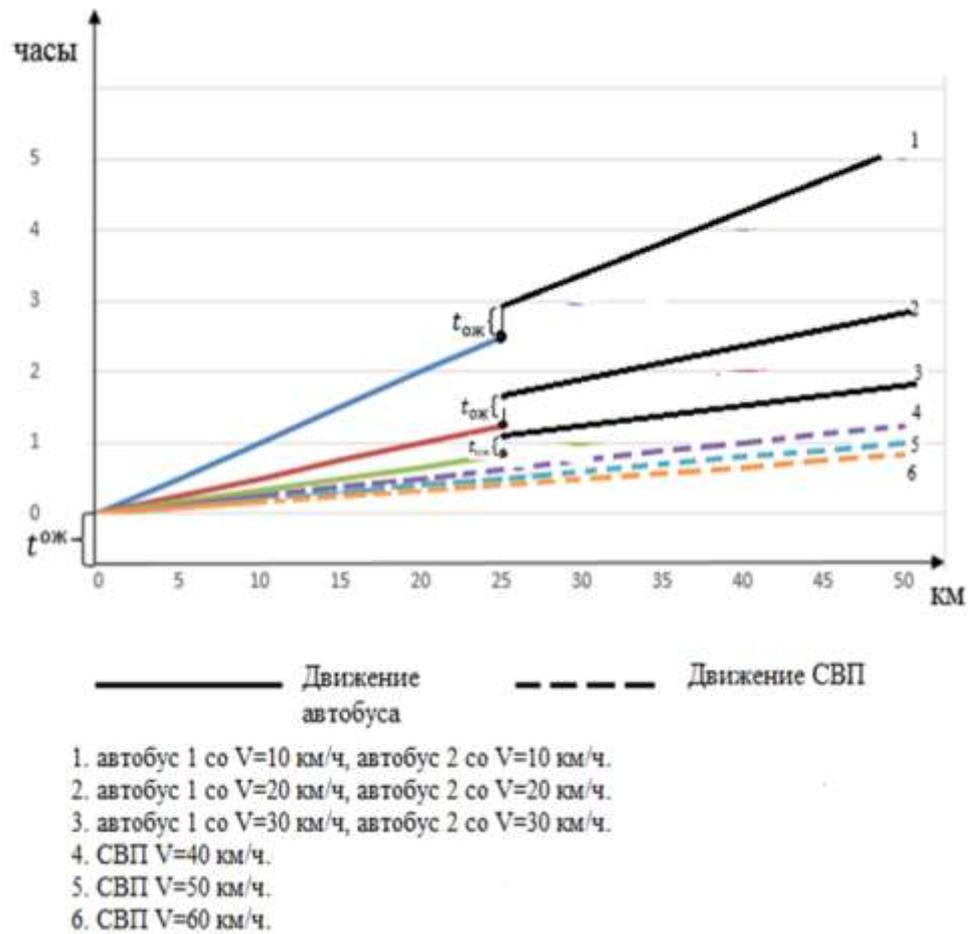


Рис. 2. Сравнительная динамика времени поездки пассажира по внутригородскому маршруту на двух автобусах (схема 2) и на судне на воздушной подушке с приездом пассажира на речной причал на одном автобусе (схема 2, речная)

Fig. 2. Comparative dynamics of the passenger's movement time on the intra-city route by two buses (scheme 2) and by a hovercraft with the passenger's arrival at the river berth by one bus (scheme 2, river)

Таким образом, продолжительность перемещения по таким маршрутам (в пределах 50 км) занимает меньше времени даже в случае, когда пассажиры совершают трансфер до речного причала автобусом при расстоянии до 5 км пути, с учетом ожидания автобуса и СВП.

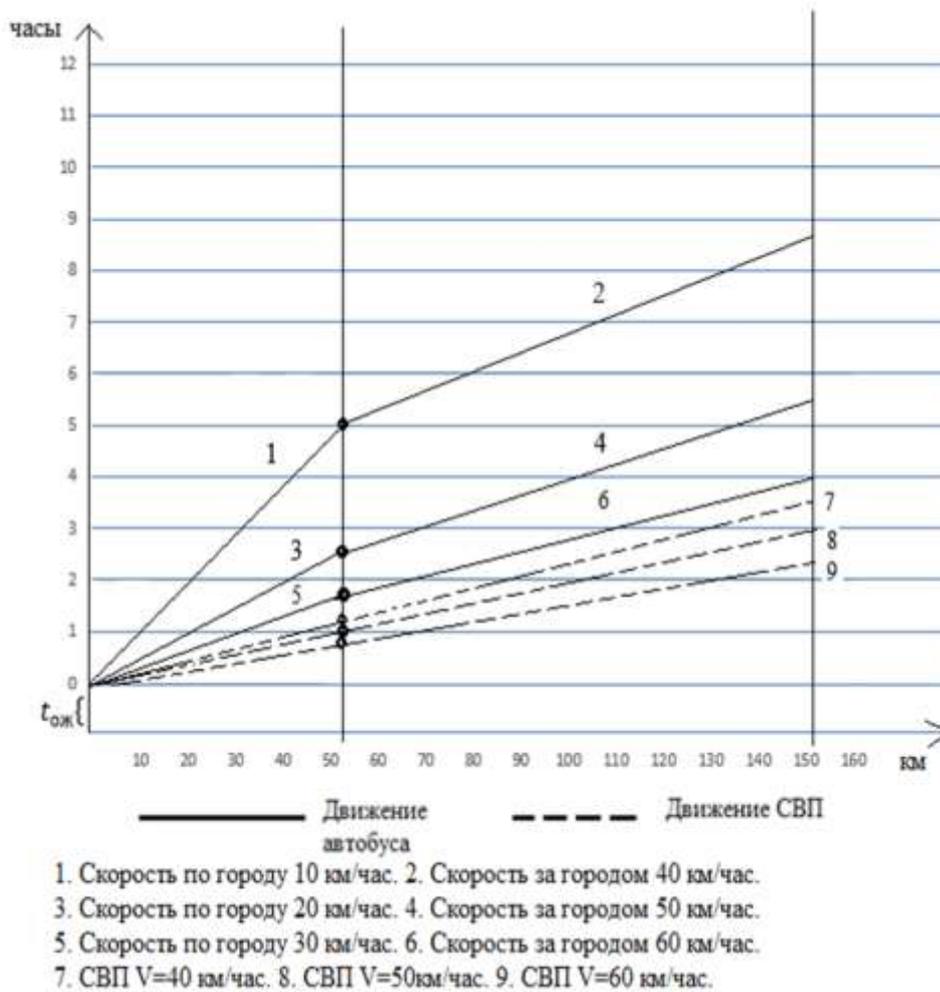


Рис. 3. Динамика продолжительности поездки пассажира по пригородному маршруту на одном автобусе (до 150 км пути) и в судне на воздушной подушке, когда пассажир своим ходом приходит на речной причал (соответственно схема 4 и схема 1, речная)

Fig. 3. Dynamics of the duration of a passenger's trip on a suburban route by one bus (up to 150 km of the way) and by a hovercraft, when the passenger comes to the river berth on foot (scheme 4 and scheme 1, river)

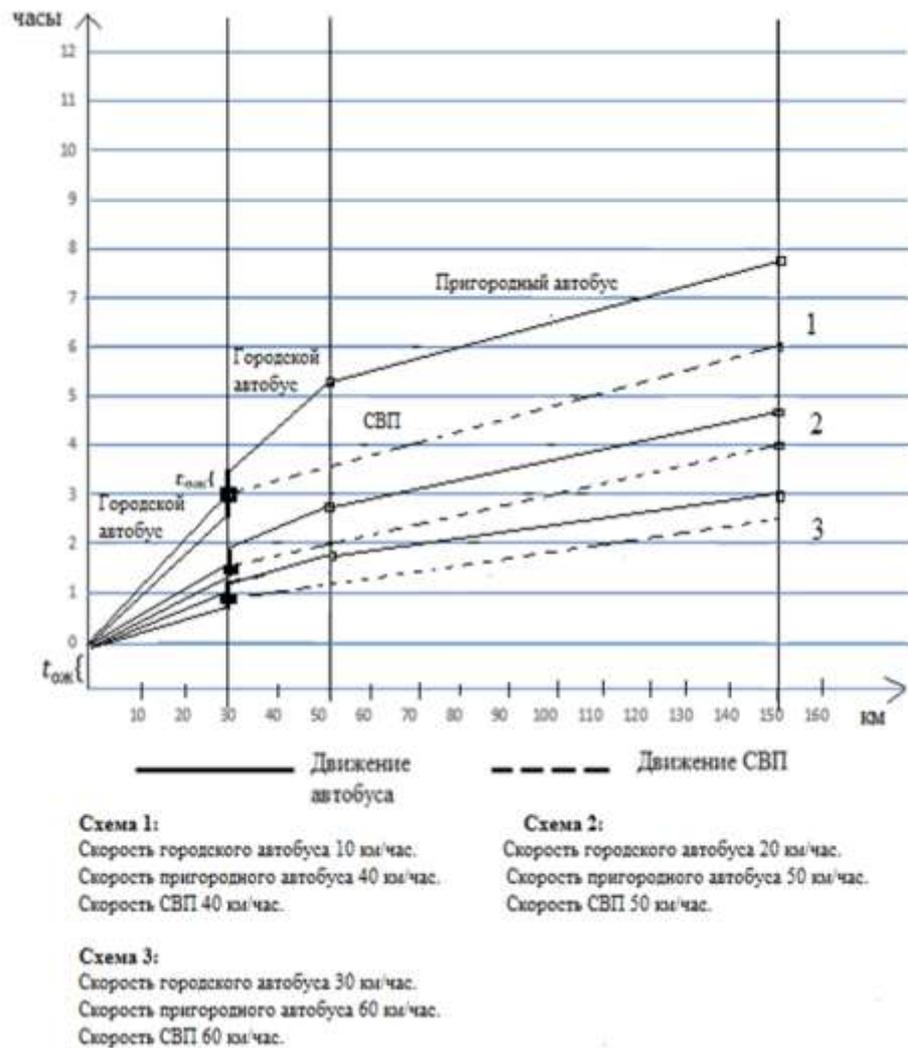


Рис. 4. Динамика продолжительности поездки пассажира по пригородному маршруту с использованием одного городского автобуса для поездки до автостанции и до речного пункта посадки на СВП (соответственно схема 5 и схема 2 речная)

Fig. 4. Dynamics of the duration of a passenger's trip on a suburban route using one city bus to get to the bus station and to a hovercraft river boarding point (respectively, scheme 5 and scheme 2 river)

Как видно из графика (рис. 4) в данных рассматриваемых условиях, пассажир быстрее доберется до пригородного пункта назначения. Об этом же свидетельствует динамика продолжительности поездки пассажира на рис. 5.

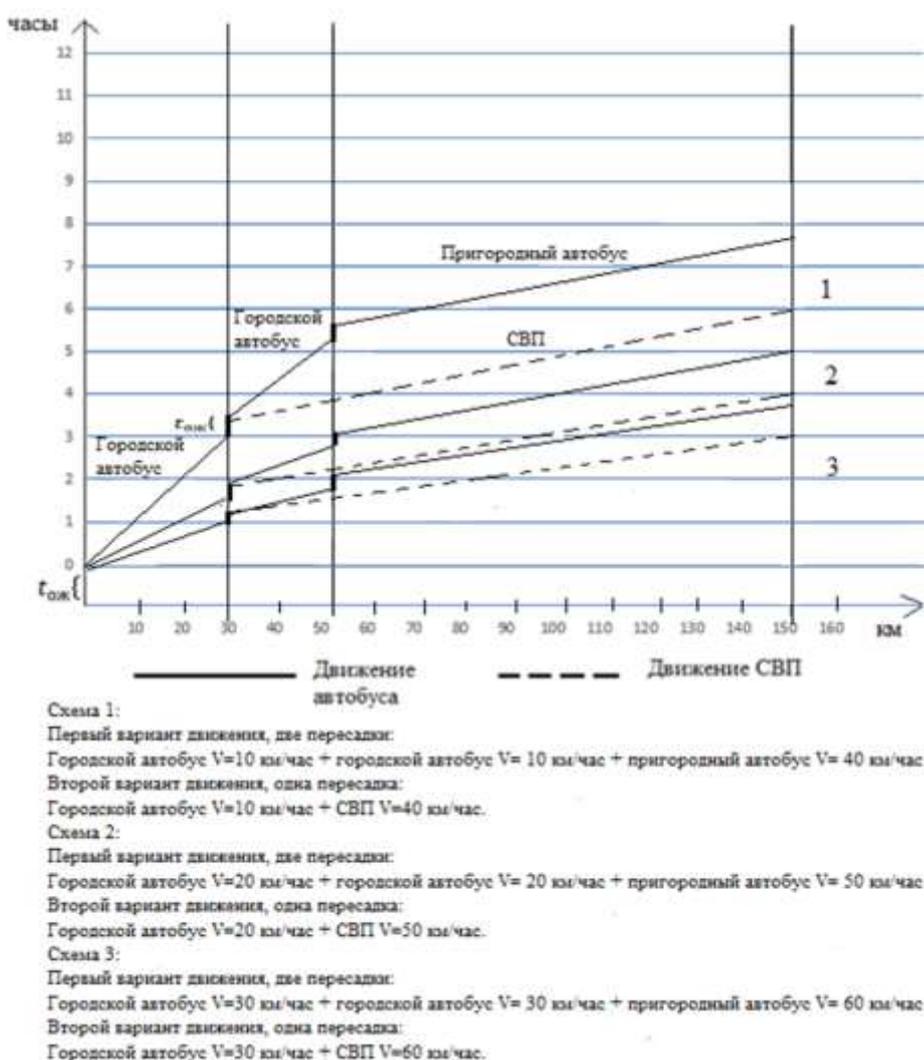


Рис. 5. Динамика продолжительности поездки пассажира по пригородному маршруту с использованием двух городских и одного пригородного автобуса и судна на воздушной подушке с приездом пассажира на речной причал одним городским автобусом на расстоянии 30 км (соответственно схема 5 и схема 3, речная)

Fig. 5. Dynamics of the duration of a passenger's trip on a suburban route using two city and one suburban bus and a hovercraft with a passenger arriving at a river berth by one city bus at a distance of 30 km (respectively, scheme 5 and scheme 3, river)

К примеру, пассажир едет одним городским автобусом на расстояние 30 км (схема 1), автобус идёт с учетом остановок в среднем 30 км/ч, тогда пассажир затратит на поездку 1,2 часа. Если пассажир поедет на это расстояние двумя автобусами, соответственно с пересадкой, с такой же средней скоростью, то он затратит 1,4 часа.

Если пассажир поедет на данное расстояние СВП со скоростью 60км/ч, то время затратит (схема 1, речная) 0,7 часа, то есть гораздо меньше, чем на городском автобусе при одинаковых расстояниях и времени ожидания транспортных средств.

Это показано на примере формирования возможных внутригородских и пригородных линий Нижегородского транспортного узла, представленных в таблице 3.

Таблица 3

Время поездки пассажира в сравнении на автобусах и с использованием судов на воздушной подушке на внутригородских и пригородных маршрутах Нижегородского транспортного узла

Пункт отправления	Пункт назначения	L, км	Схема поездки	Транспортные средства – скорость км/ч	Время поездки, мин.	
					Автобус	СВП
1	2	3	4	5	6	7
Нижеволжская Набережная (рядом с Чкаловской лестницей)	Стрелка (стадион)	2	1 р (рекой)	СВП - 40		15
		3	1 (автобус)	автобус – 10	30	
	Микрорайон Мещерское озеро	4	1 р (рекой)	СВП - 40		18
		5	1 (автобус)	автобус – 10	42	
	Сормово	7	1 р (рекой)	СВП - 40		22
		8	1 (автобус)	автобус – 10	60	
	Щербинки 1	12	1 р (рекой)	СВП - 40		30
		12	1 (автобус)	автобус – 10	84	
	Автозавод (Стригино)	14	1 р (рекой)	СВП - 40		33
		14	1 (автобус)	автобус – 10	96	
Нижеволжская Набережная	Павлово	115	2 р (рекой)	СВП - 50		150
		115	2 (автобус)	Автобус в городе- 10 В пригороде - 50	162	
	Городец	55	(рекой)	СВП - 50		78
		55	(автобус)	автобус – 10/50	95	
	Лысково	95	(рекой)	СВП - 50		126
		95	(автобус)	автобус 10/50	150	
	Завод Пар. Коммуны	52	(рекой)	СВП - 50		76
		60	(автобус)	Автобус 10/50	110	

Обсуждение

Как видно из таблицы 3, можно сказать, что если бы были организованы в Нижегородском транспортном узле указанные круглогодичные внутригородские и пригородные маршруты перевозки пассажиров судами на воздушной подушке, то время поездки их было бы значительно меньше, чем на автобусных маршрутах (принималась схема, что пассажир едет лишь одним автобусом без пересадки). Соответственно, должна быть четкая организация движения СВП по расписаниям и работа автобусов городских маршрутов по подвозу-вывозу пассажиров с речных причалов.

Заключение

Таким образом, использование скоростного флота при организации эффективного взаимодействия речного и, например, автомобильного транспорта (автобусов), может учитывать потребности пассажиров при выборе схем поездки «от двери до двери» по времени и быть привлекательным вариантом передвижения.

Кроме того, предложенный метод расчета показателей качества перевозки пассажиров, а точнее, расчета времени поездки рекомендуется использовать как пассажирам при планировании маршрута перемещения, так и транспортным компаниям, для поиска перспективных вариантов эксплуатации пассажирских транспортных средств.

Список литературы

1. Ефремова О.Ю. Систематизация качественного подхода в управлении городским пассажирским транспортом: сборник статей участников Девярых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 28 ноября 2012 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор». – С.109-113.
2. Ильющенко И.Г., Ширин В.Н. Городской пассажирский транспорт: проблемы и перспективы развития: сборник статей участников Девярых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 28 ноября 2012 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор». – С.125-128.
3. Новиков А.В., Болонина Ю.А. Совершенствование работы внутригородского общественного социального транспорта на примере МП «Нижегородпассажиравтотранс»: сборник статей участников Четырнадцатых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 01 декабря 2018 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор», 2019. – С.92-96.
4. Ничипорук А.О., Алексеева О.Л., Ухренкова О.А. Опыт и проблемы круглогодичного использования судов на воздушной подушке для перевозки пассажиров: сборник статей участников Девярых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 28 ноября 2012 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор». – С.145-148.
5. Телегин А.И., Ничипорук А.О., Юлова А.В. Исследование показателей качества, определяющих выбор пассажиром поездки в автобусе или судне на воздушной подушке на внутригородском и пригородном маршрутах: сборник статей участников Четырнадцатых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 01 декабря 2018 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор», 2019. – С.150-155.
6. Телегин А.И., Заварзин В.Г., Дмитриева А.В. Обоснование оптимального судно на воздушной подушке для круглогодичной перевозки пассажиров на пригородном маршруте «Кстово - Нижний Новгород»: сборник статей участников Одиннадцатых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 02 декабря 2016 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор». – С.24-29.
7. Телегин А.И., Гончарова Н.В., Юлова А.В. Метод формирования возможных типовых транспортно-логистических схем перевозки пассажира на внутригородских и пригородных маршрутах для определения времени поездки // Научные проблемы водного транспорта. - 2020. – №63. - С.148-160.
8. Телегин А.И., Дмитриева А.В. Состояние нормативного обеспечения круглогодичной перевозки пассажиров судами на воздушной подушке на внутри городских и пригородных маршрутов: сборник статей участников Одиннадцатых Прохоровских чтений [Н.Новгород, 02 декабря 2016 г.]. – Н.Новгород: ООО «Типография «Автор». – С.29-32.
9. Anderton D. Internal noise reduction in hovercraft. *Journal of Sound and Vibration*. Volume 22, Issue 3, 8 June 1972, Pages 343-346, IN2, 347-359. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(72\)90170-8](https://doi.org/10.1016/0022-460X(72)90170-8) (дата обращения: 30.08.2021).
10. Moore A. Performance of hovercraft lift fans in modified radial diffusers: *Hovering Craft and Hydrofoil*, 11 (3), 28–32 (1972); 9 fig. [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(73\)90217-6](https://doi.org/10.1016/0022-4898(73)90217-6). (дата обращения: 30.08.2021).
11. Girdher R.K., Lewis D.E. Hovercraft: a bibliography: *Hovering Craft and Hydrofoil* 12(1), 33–40 (1972). [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(73\)90107-9](https://doi.org/10.1016/0022-4898(73)90107-9) (дата обращения: 30.08.2021).
12. Hovercraft Technology, Economics and Applications. *Studies in Mechanical Engineering*. 1989, Pages 135-165. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88152-6.50007-7> (дата обращения: 30.08.2021).

13. Hovercraft Technology, Economics and Applications. Studies in Mechanical Engineering. 1989, Pages 346-384. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88152-6.50012-0> (дата обращения: 30.08.2021).
14. Hovercraft Technology, Economics and Applications. Studies in Mechanical Engineering. 1989, Pages 708-738. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88152-6.50020-X>. (дата обращения: 30.08.2021).
15. Liang Yun, Alan Bliault. Theory & Design of Air Cushion Craft. <https://doi.org/10.1016/B978-034067650-9/50002-4> (дата обращения: 30.08.2021).
16. S H Mohamed Noor, K Syam, A A Jaafar, M Farid M Sharif. Development of a working Hovercraft model. February 2016. IOP Conference Series Materials Science and Engineering 114(1):012150. DOI:10.1088/1757-899X/114/1/012150 (дата обращения: 30.08.2021).
17. Brian R. Clayton B.Sc. (Eng), Ph.D., C. Eng., F.R.I.N.A., M.I.Mech.E. Over or under? The future role of hovercraft as high-speed channel ferries. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(87\)90167-0](https://doi.org/10.1016/0160-9327(87)90167-0) (дата обращения: 30.08.2021).

References

1. Efremova O.YU. Systematization of qualitative approach in the management of urban passenger transport: a collection of articles by participants of the Ninth Prokhorov readings [N.Novgorod, 28 noyabrya 2012 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR». – s.109-113.
2. Il'yushchenko I.G., Shirin V.N. City passenger transport: problems and prospects: collection of articles of the participants of the Ninth Prokhorov readings [N.Novgorod, 28 noyabrya 2012 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR». – s.125-128.
3. Novikov A.V., Bolonova YU.A. Improving the performance of local public social transport for example, MP Nizhegorodpassazhiravtotrans: collection of articles of the participants of the Fourteenth Prokhorov readings [N.Novgorod, 01 dekabrya 2018 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR», 2019. – s.92-96.
4. Nichiporuk A.O., Alekseeva O.L., Ukhrenkova O.A., Experiences and problems year-round use of hovercraft for passengers: a collection of articles by participants of the Ninth Prokhorov readings [N.Novgorod, 28 noyabrya 2012 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR». – s.145-148.
5. Telegin A.I., Nichiporuk A.O., Yulova A.V. Research of quality indicators that determine the choice of a passenger to travel in a bus or a hovercraft on intra-city and suburban routes: a collection of articles by participants of the Fourteenth Prokhorov readings [N.Novgorod, 01 dekabrya 2018 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR», 2019. – s.150-155.
6. Telegin A.I., Zavarzin V.G., Dmitrieva A.V. Justification of the optimal hovercraft for year-round passenger transportation on the suburban route "Kstovo-Nizhny Novgorod": a collection of articles by participants of the Eleventh Prokhorov readings [N.Novgorod, 02 dekabrya 2016 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR». – s.24-29.
7. Telegin A.I., Goncharova N.V., Yulova A.V. Method of forming possible standard transport and logistics schemes for passenger transportation on intra-city and suburban routes for determining the travel time // Scientific problems of water transport. - 2020. - No. 63. - pp. 148-160.
8. Telegin A.I., Dmitrieva A.V. The state of regulatory support for year-round passenger transportation by hovercraft on intra-city and suburban routes: a collection of articles by participants of the Eleventh Prokhorov readings [N.Novgorod, 02 dekabrya 2016 g.]. – N.Novgorod: OOO «Tipografiya «AvtoR». – s.29-32.
9. Anderton D. Internal noise reduction in hovercraft. Journal of Sound and Vibration. Volume 22, Issue 3, 8 June 1972, Pages 343-346, IN2, 347-359. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(72\)90170-8](https://doi.org/10.1016/0022-460X(72)90170-8) (дата обращения: 30.08.2021).
10. Moore A. Performance of hovercraft lift fans in modified radial diffusers: Hovering Craft and Hydrofoil, 11 (3), 28–32 (1972); 9 fig. [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(73\)90217-6](https://doi.org/10.1016/0022-4898(73)90217-6). (дата обращения: 30.08.2021).
11. Girdher R.K., Lewis D.E. Hovercraft: a bibliography: Hovering Craft and Hydrofoil 12(1), 33–40 (1972). [https://doi.org/10.1016/0022-4898\(73\)90107-9](https://doi.org/10.1016/0022-4898(73)90107-9) (дата обращения: 30.08.2021).
12. Hovercraft Technology, Economics and Applications. Studies in Mechanical Engineering. 1989, Pages 135-165. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88152-6.50007-7> (дата обращения: 30.08.2021).

13. Hovercraft Technology, Economics and Applications. Studies in Mechanical Engineering. 1989, Pages 346-384. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88152-6.50012-0> (data obrashcheniya: 30.08.2021).
14. Hovercraft Technology, Economics and Applications. Studies in Mechanical Engineering. 1989, Pages 708-738. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88152-6.50020-X>. (data obrashcheniya: 30.08.2021).
15. Liang Yun, Alan Bliault. Theory & Design of Air Cushion Craft. <https://doi.org/10.1016/B978-034067650-9/50002-4> (data obrashcheniya: 30.08.2021).
16. S H Mohamed Noor, K Syam, A A Jaafar, M Farid M Sharif. Development of a working Hovercraft model. February 2016. IOP Conference Series Materials Science and Engineering 114(1):012150. DOI:10.1088/1757-899X/114/1/012150 (data obrashcheniya: 30.08.2021).
17. Brian R. Clayton B.Sc. (Eng), Ph.D., C. Eng., F.R.I.N.A., M.I.Mech.E. Over or under? The future role of hovercraft as high-speed channel ferries. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(87\)90167-0](https://doi.org/10.1016/0160-9327(87)90167-0) (data obrashcheniya: 30.08.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Телегин Анатолий Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры логистики и маркетинга, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Anatoly I. Telegin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport (VSUWT), 603950, Nizhny Novgorod, Nesterova str., 5, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Гончарова Наталья Владимировна, к.т.н., доцент кафедры логистики и маркетинга, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: nataljagon25@rambler.ru

Natalia V. Goncharova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport (VSUWT), 603950, Nizhny Novgorod, Nesterova str., 5, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Юлова Анастасия Владимировна, аспирант кафедры логистики и маркетинга, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО "ВГУВТ"), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Anastasia V. Yulova, Postgraduate student of the Department of Logistics and Marketing, Volga State University of Water Transport (VSUWT), 603951, Nizhny Novgorod, Nesterova str., 5, e-mail: kafedra-lim@yandex.ru

Тихонов Вадим Иванович, д.т.н., профессор кафедры судовождения и безопасности судоходства, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО "ВГУВТ"), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: kaf_sbs@vsuwt.ru

Vadiv I. Tikhonov, Tech Scs. Dr., Professor of the Department of navigation and safety shipping, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 01.09.2021; опубликована онлайн 20.12.2021.
Received 01.09.2021; published online 20.12.2021.

Информация для авторов

Требования к оформлению статей, а также примеры оформления списков литературы изложены на сайте журнала <http://journal.vsuwt.ru/index.php/jwt/rules>

I. Материалы, предоставляемые автором в редакцию:

1. Файл с текстом статьи (в формате Microsoft Word или RTF) направляется на электронный адрес raeva@vsawt.com либо подается через сайт издания. Рекомендованный объем статьи – 0,5 - 1 печатных листов (8-16 страниц).
2. Экспертное заключение о возможности открытого опубликования материалов статьи (можно прислать PDF файл на электронную почту raeva@vsawt.com, либо направляется в бумажном виде по адресу г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5, к.325).

II. Основные требования к содержанию статьи:

1. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях. Научная статья должна содержать очевидный элемент создания нового знания в сравнении с имеющейся научной литературой по избранной теме исследования. Предпочтение отдается статьям научно-теоретического, научно-практического и аналитического характера.
2. Показатель итоговой оценки оригинальности текста в системе Антиплагиат должен быть не менее 80%, показатель заимствования не более 10%, показатель самоцитирования не более 25%

При оформлении статьи рекомендуется ориентироваться на публикации, вошедшие в Текущий выпуск.

III. Перечень структурных элементов статьи

1. УДК (из классификатора)
2. Надпись "DOI: 10.37890/jwt.vi"
3. Название статьи
4. Сведения об авторах в формате:
 - Инициалы, Фамилия (на русском языке) каждого автора, например, И.И. Иванов
 - Идентификатор автора ORCID, например, ORCID: 0000-0002-8255-3017
 - Перечень учреждений всех авторов без сокращений (не указывать организационно-правовую форму), место издания, например, Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия
5. Аннотация объемом 100-250 слов текста (не менее 10 строк)
6. Ключевые слова – 8-10 слов или словосочетаний
7. Название статьи на английском языке
8. Сведения об авторах на английском языке в формате:
 - Имя, О., Фамилия каждого автора (на английском языке), например, Ivan I. Ivanov
 - Идентификатор автора ORCID
 - Перечень учреждений всех авторов на английском языке, например, Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia.
9. Аннотация (Abstract) на английском языке.
10. Ключевые слова (Keywords) на английском языке.
11. Текст статьи (должен быть структурирован; рекомендуется структура IMRAD (<https://ru.wikipedia.org/wiki/IMRAD>), например:
 - Введение
 - Методы
 - Результаты
 - Обсуждение
 - Заключение
 - Благодарности
12. Список литературы
13. References (литература на английском языке)
14. Информация об авторах на русском и английском языках:
 - имя, отчество, фамилия;

- должность, звание, ученая степень, кафедра, подразделение;
- полное и сокращенное название организации, где выполняется работа, адрес;
- e-mail

15. Координаты для обратной связи (e-mail, телефон)
16. Рубрика журнала, в которую подается статья для рассмотрения

IV. Оформление структурных элементов статьи

Общее оформление –редакция принимает тексты, сохраненные в формате .doc, .docx, .rtf.

- Размер шрифта 12, Times New Roman;
- Интервал между строками одинарный;
- Поля: левое - 3 см, правое - 1,5 см, верхнее - 2 см, нижнее - 2 см;

УДК – универсальная десятичная классификация, используется для систематизации научных статей. Определяется по классификатору (можно найти в Интернете). Если статья включает несколько областей знаний, то для объединения нескольких кодов используются знаки препинания (+ (плюс) - знак присоединения, / (косая черта) - знак распространения, : (двоеточие) – знак простого отношения, :: (двойное двоеточие) -знак закрепления последовательности, [] (квадратные скобки) – знак группирования).

DOI: 10.37890/jwt.vi — это префикс журнала.

Название статьи - должно кратко (не более 10 слов) и точно отражать содержание статьи (не допускаются названия, имеющие обороты такие как «К вопросу...», «Некоторые аспекты...» и аналогичные).

Оформляется полужирным шрифтом, форматируется по центру. Заглавными буквами оформлять не надо!

Аннотация – это краткое точное изложение содержания документа, включающее основные сведения и выводы работы. Аннотация дает возможность установить основное содержание документа, используется в информационных (автоматизированных) системах для поиска документов. Аннотация выполняет функцию инструмента, позволяющего читателю понять, следует ли обращаться к полному тексту статьи. Аннотация должна быть информативной (не содержащей общих слов), содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследования), структурированной. Структура аннотации должна полностью повторять структуру статьи. В тексте аннотации следует применять значимые слова из текста статьи.

Ключевые слова - должны характеризовать предметную область исследования. Во всех библиографических базах данных осуществляется поиск статей по ключевым словам. (не более 3-х слов внутри ключевой фразы). Слова и/или словосочетания отделяются запятой.

Англоязычные переводы (название статьи, сведения об авторах, аннотация (Abstract), ключевые слова (Keywords), литература (References)– должны быть качественными.

Текст статьи - должен быть структурирован, название частей необходимо выделять соответствующими подзаголовками, которые оформляются полужирным шрифтом и форматируются по центру. Разделы Введение (Постановка задачи) и Заключение (Выводы) являются обязательными. Приветствуется использование структуры IMRaD (<https://ru.wikipedia.org/wiki/IMRAD>):

1. **Введение** (актуальность) - описание проблемы, обзор литературы, связанной с исследованием, формулирование цели и задач исследования, обозначение нерешенных проблем, обоснование теоретической и практической значимости.
2. **Методы** -описание методов, условий и схем экспериментов, приборов, материалов и оборудования. указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, опрос, тестирование, эксперимент, лабораторный опыт, анализ, моделирование и т. д.).
3. **Результаты** - предоставление экспериментальных или теоретических данных, полученных в ходе исследований (могут быть представлены в виде таблиц, графиков, диаграмм, уравнений, фотографий, рисунков). Это основной раздел, цель которого – доказать рабочую гипотезу (гипотезы).
4. **Обсуждение** - интерпретация полученных результатов, предположения, сопоставление, сравнение полученных результатов с результатами других авторов и т.д.
5. **Заключение** - структурированные выводы, соответствующие постановке задачи исследования во введении, делаются обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость, а также определяются основные направления для дальнейшего

исследования в этой области. В заключительную часть статьи желательно включить попытки прогноза развития рассмотренных вопросов.

6. *Благодарности* - можно упомянуть людей, помогавших авторам подготовить настоящую статью, организации, оказавшие финансовую поддержку (например, номер гранта РФФИ). Хорошим тоном считается выражение благодарности анонимным рецензентам.

Таблицы - должны быть подготовлены стандартными средствами MS Office. Надпись Таблица 1 форматируется по правому краю (размер шрифта 11, начертание - курсив). Название таблицы форматируется по центру полужирным шрифтом. На все таблицы (табл.1) должны быть ссылки в тексте

Рисунки - рисунки допускаются как в растровом, так и в векторном формате. Минимальное разрешение - 300 dpi. Каждое графическое изображение должно представлять собой единый, цельный объект. Подпись к рисункам приводится на русском и английском языках. Ширина подписи примерно соответствует ширине рисунка. Текстовые подписи под рисунком не должны быть частью рисунка. Рисунки (диаграммы, графики) должны допускать возможность редактирования и изменения их размеров. По возможности используйте для графического материала минимально требуемое разрешение. На все рисунки (рис.1) должны быть ссылки в тексте. Рисунки и иллюстрации вставляются в текст, а не в таблицы!

Формулы - все формулы набираются в редакторах Microsoft Equation 3.0, MathType 6 или Конструкторе формул Microsoft Word. Шрифт символов, входящих в формулы - комбинация Symbol и Times New Roman. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылка в тексте статьи. Если формула появляется в тексте как отдельная строка, она должна быть центрирована и, при необходимости, помечена сквозной нумерацией арабскими цифрами в круглых скобках. Если формула появляется внутри текста, обращайтесь внимание на размеры используемых шрифтов, чтобы они были «сопоставлены» с размерами текста работы. Не сохраняйте формулы в виде рисунка и не вставляйте их в таблицы!

Список литературы – является обязательным элементом статьи. Ссылка на публикацию в научной статье является одним из главных показателей качества публикации, а статья с представительным списком литературы демонстрирует профессиональный кругозор и качественный уровень исследований ее авторов. Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее автора. По цитированию журнала определяется его научный уровень, авторитетность, эффективность деятельности ее редколлегии. Каждый научный факт должен сопровождаться отдельной ссылкой на источник. При формировании списка литературы необходимо придерживаться следующих правил:

- оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100-2018.
- источники в списке литературы нумеруются и располагаются в порядке их упоминания в тексте.
- ссылки на все источники литературы в тексте статьи обязательны;
- не менее 15 ссылок;
- не менее 50 % ссылок на англоязычные источники;
- на свои статьи (самоцитирование) не более 20-25% от общего числа ссылок
- предпочтительнее ссылки на периодические издания (русские и английские), индексируемые в МНБД;
- если цитируемая статья имеет DOI, необходимо указывать его после описания цитируемой статьи. Для проверки наличия у статьи DOI можно, например, воспользоваться сервисом Crossref по ссылке <https://search.crossref.org/references>
- нежелательно включать в списки литературы анонимные источники и нормативные документы (постановления, законы, инструкции и т.д.), которые никогда не будут проиндексированы в базах данных цитирования, предпочтительно их цитировать непосредственно в тексте или во внутритекстовых сносках;
- нежелательно использовать в списках литературы авторефераты диссертаций и диссертации, учебные пособия и учебники;
- анонимные интернет-источники необходимо указывать в постраничных сносках, а не в списках литературы.

References - список литературы на английском языке.

Для русскоязычных статей необходимо указывать: ФИО авторов на латинице (транслитерация); название статьи (транслитерация); перевод названия статьи на английский язык; название журнала на английском языке (транслитерация, если нет информации об использовании журналом англоязычного названия); выходные данные с обозначением на английском языке (год, том, номер страницы «от-до»); указание на язык статьи, если она представлена на русском языке (In Russ.); DOI статьи (при наличии) или URL при отсутствии DOI, если есть доступ к статье.

В этом разделе должны использоваться только английские символы, наличие кириллических знаков не допускается. При ссылке на сайты, содержащие в названии русские символы, придется воспользоваться так

называемым punicode-конвертором (например, <https://hb.by/punycod-converter.aspx>). С помощью подобных онлайн-сервисов имя сайта преобразуется в специальный код, который и указывается вместо русскоязычного названия. К примеру, ссылка «<http://vf-река-море.рф>» преобразуется в <http://xn----7kcgqc6assog3b.xn--p1aj/>.

Для перевода русского текста на латиницу используются правила **British Standart Institution**. Транслитерация производится с помощью автоматического транслитератора (Формат BSI), например, <http://transliteration.pro/bsi>. (не делать транслитерацию вручную).

Ссылка на статью в журнале

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Nazvanie stat'i [Title of the Article], Nazvanie zhurnala [Title of Journal], 2021, no. 66, pp. 120—130.

Ссылка на книгу

Familia I.O. Nazvanie knigi [Title of the Book]. Gorod, Izdatelstvo Publ., 2015, 450 p.

Ссылка на переводное издание

Familia I.O. [Original Title of the Book]. Gorod, Izdatelstvo Publ., 2015, 450 p. (in Russ.)

Ссылка на статью в сборнике статей (I.O. Sostavitel = фамилия отв. редактора или составителя)

Familia I.O. Nazvanie stat'i [Title of the Article*], Nazvanie sbornika statei [Title of the Digest*], ed. I.O. Sostavitel. Gorod, Izdatelstvo Publ., 2015, pp. 10—15.

Ссылка на статью в электронном журнале

Familia I.O. Nazvanie stat'i [Title of the Article*], Nazvanie zhurnala [Title of Journal], 2015, no.5. Available at: <http://observatoria.rsl.ru/s3/s17/s364/ok12015/> (accessed 01.12.2015)

Информация об авторах на русском и английском языках – оформляется в конце работы в виде таблицы (в качестве образца можно использовать статьи, опубликованные с 2020 года (№62))

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Митрошин Сергей Григорьевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры экономики и менеджмента, Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: priemnaya@vgavt-nn.ru

Sergey G. Mitroshin, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951, e-mail: priemnaya@vgavt-nn.ru

Раева Ольга Александровна, начальник издательского отдела, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: raeva@vsawt.com

Olga A. Raeva, Head of Publishing Department, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951, e-mail: raeva@vsawt.com

Редакция не рассматривает к публикации статьи, оформление которых не соответствует всем необходимым требованиям.

Article design

Materials provided by the author to the editorial office:

1. A file with the text of the article (in Microsoft Word or RTF format) sent to the email address raeva@vsawt.com or submitted via the publication's website. The recommended article size is 0.5 - 1 printed sheets (8-16 pages).
2. An expert opinion on the possibility of open publication of the materials of the article (can be sent as a PDF file to e-mail raeva@vsawt.com or sent in paper form to the address Nizhny Novgorod, Nesterov St., 5, room 325).

The basic requirements for the contents and design of the article:

1. The material proposed for publication must be original, not previously published in other publications. A scientific article should contain the obvious element of new knowledge in comparison with the existing scientific literature on the chosen research theme. Preference is given to articles of a scientific, theoretical and analytical character.
2. The index of the final assessment of the text originality in the Antiplagiat system must be not less than 80%, the borrowing indicator should be no more than 10%, the self-citation must be no more than 25%

When creating an article, it's convenient to use the [Article Template](#). The Template contains detailed information about the required design of the article, the text of the Template itself meets these requirements and can serve as an example of the design of the material.

The structure of the article should be strictly observed and include:

1. UDC (from the classifier)
2. Subject (article title in Russian)
3. Information about the authors:
 1. Initials, Surname (in Russian), for example: I.I. Ivanov
 2. Name of the organization without abbreviations (do not indicate the legal form), place of publication, for example, Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia
 3. ORCID author identifier, for example, <http://orcid.org/0000-0002-8255-3017>
4. Annotation in Russian on average of 100-250 words of text (not less than 10 lines)
5. Keywords, phrases in Russian
6. The text of the article (should be structured)
 1. An introduction (statement of the research problem on a relevant theme, a clear description of the program (structure) of the article)
 2. The main body of the article (original author's study)
 3. The conclusion (structured conclusions corresponding to the statement of the research tasks stated in the introduction)

All formulas must be typed through Microsoft Equation 3.0 or MathType; Drawings, illustrations, graphics are inserted into the text, **not in tables**.

The list of the literature used is made out in accordance with State Standard 5.0.7 (it is an obligatory element of publication, links to all sources in the list of references are obligatory). Sources in the list of references are numbered and arranged in the order of they are mentioned in the text.

While preparing the bibliography of a scientific article, authors should consider the following recommendations:

1. at least 15 links should be mentioned;
2. references to all sources of literature in the text are required;
3. at least 50% of references to English-language sources are needed;
4. references to Russian and English periodicals are preferable;

5. not more than 20-25% of the total number of references to your own articles are required;
6. The Subject (the title of the article in English)
7. the information about the authors in English:
 1. The first name, the second name, the surname (in English), e.g. Ivan I. Ivanov
 2. the place of work (in English)
 3. ORCID
8. Abstract in English
9. Keywords in English
10. References - a list of literature (bibliography) in transliteration (transliteration is a letter-by-word transmission of a text written using the Russian alphabet by means of the Latin alphabet, a list of literature (bibliography) in other languages should be given in the original language).
11. The information about the authors in Russian and in English:
 1. The first name, the second name, the third name
 2. The position, the title, the academic degree, the department, the unit;
 3. The full and the abbreviated name of the organization where the work is performed, address;
 4. e-mail
12. Coordinates for feedback (e-mail, phone);
13. The section into which the article is submitted for consideration

In the article the following things must be considered:

1. Font size 10, Times New Roman;
2. Single line spacing;
3. Margins: left - 3 cm, right - 1.5 cm, upper - 2 cm, lower - 2 cm;
4. Tables, diagrams, pictures width - max 13 cm.

The editors do not consider publishing the articles the design of which does not meet all the necessary requirements.

**Научные проблемы
водного транспорта**

**Russian Journal of Water
Transport**

№69(4), 2021

Формат бумаги 70x180 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 14,38. Уч.-изд. л. 20,13.
Заказ 140. Тираж 500.

Федеральное агентство морского и речного транспорта.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ
ВО «ВГУВТ»)
Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса ФГБОУ ВО
«ВГУВТ». Адрес 603951, Российская Федерация, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.