

ISSN 2949-3684

ВЕСТНИК

**МОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 98 / 2025

Вестник Морского государственного университета. Вып. 98 / 2025 / Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского. — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2025. — 51 с. ; цв. ил., табл. — Библиогр. в конце ст. — ISSN 2949-3684.

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

Дата выхода в свет - 17 апреля 2025 г. Выходит четыре раза в год.

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

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

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

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

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

Научный редактор – Холоша Михаил Васильевич, кандидат технических наук, доцент.

Выпускающий редактор – Баранникова Анастасия Олеговна, кандидат исторических наук.

Редакционная коллегия:

Азовцев Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор;

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

Войлошников Михаил Владиленович, доктор технических наук, профессор;

Глушков Сергей Витальевич, доктор технических наук, профессор;

Друзь Иван Борисович, доктор технических наук, профессор;

Дыда Александр Александрович, доктор технических наук, профессор;

Лазарев Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Луговец Александр Анатольевич, доктор экономических наук, доцент;

Москаленко Михаил Анатольевич, доктор технических наук, профессор;

Надежкин Андрей Вениаминович, доктор технических наук, профессор;

Огай Сергей Алексеевич, доктор технических наук, доцент;

Оськин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Холоша Михаил Васильевич, кандидат технических наук.

Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Баранов С.Т. Исследование работы судовых дизелей, используя искусственные нейронные сети.....	4
---	---

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ, СУДОРЕМОНТА И ОРГАНИЗАЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Садыков Р.Х., Стаценко В.Н., Сапич Р.В. Технология механизированной роботизированной сварки.....	11
--	----

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

Кравцов А.С., Сорокина М.П., Шилкин В.П., Шилкина И.Д. Анализ программных средств для прогнозирования времени следования судов.....	16
Петрова Е.Е. Экономическое обоснование внедрения цифрового двойника локальной операции в управление контейнерным терминалом.....	23
Радочинская А.Ж. Научные подходы к исследованию процессов функционирования транспортно-перегрузочных комплексов для контейнеров.....	33

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Осипов А.В., Васильева А.А. Способы адаптации механизма международных взаиморасчетов транспортно-логистического бизнеса в условиях санкционного давления.....	44
---	----

Исследование работы судовых дизелей, используя искусственные нейронные сети

Баранов Сергей Тьерович, BaranovST@msun.ru

Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток

В статье дается описание исследования работы судовых дизелей посредством использования искусственных нейронных сетей, в частности, рассматриваются понятия «легкого» и «тяжелого» винта. Автор статьи приводит в качестве примера работу с нейросетью “Giga Chat”, задавая ей вопросы, связанные с использованием винтов. По мнению автора статьи, нейросеть справилась с задачей успешно, однако в ответах наблюдается небольшая погрешность.

Ключевые слова: судовые дизели, искусственные нейросети, легкий винт, тяжелый винт, кривошипно-шатунный механизм.

Investigation of marine diesel engines using artificial neural networks

Baranov Sergey Tierovich, BaranovST@msun.ru

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

The article describes the research of marine diesel engines through the use of artificial neural networks, in particular, the concepts of "light" and "heavy" propellers are considered. The author of the article cites as an example the work with the neural network “Giga Chat”, asking her questions related to the use of screws. According to the author of the article, the neural network coped with the task successfully; however, there is a slight error in the answers.

Keywords: marine diesels, artificial neural networks, light screw, heavy screw, crank mechanism.

Серьезные аварии судовых дизелей с повреждением кривошипно-шатунного механизма продолжают случаться на судах морского и речного флота. Что необходимо предпринять, чтобы свести такие аварии к минимуму? Мы полагаем, что в этом может помочь использование искусственных нейронных сетей.

Преимущество нейросети заключается в скорости проведенного анализа по заданному вопросу и выдачи ответа.

Что такое нейросеть? Нейросеть выглядит как структура из искусственных нейронов, которые соединяются между собой (рис. 1).

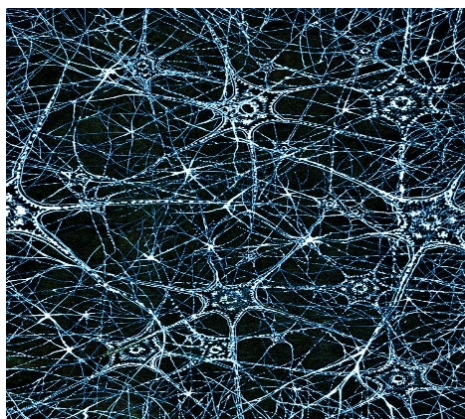


Рисунок 1. Нейросеть [3].

У самой примитивной нейронной сети один слой нейронов, у более сложных — несколько. Часто каждый слой занимается своей задачей, например, один распознаёт, другой преобразует, третий создает новое.

Преимущество нейросети заключается в скорости проведенного анализа по заданному вопросу и выдачи ответа, но и есть недостаток: возможна ошибка, которая при различных обстоятельствах может привести к различным происшествиям, авариям и т.д. Необходимо научить нейронную сеть безошибочно выполнять свою работу.

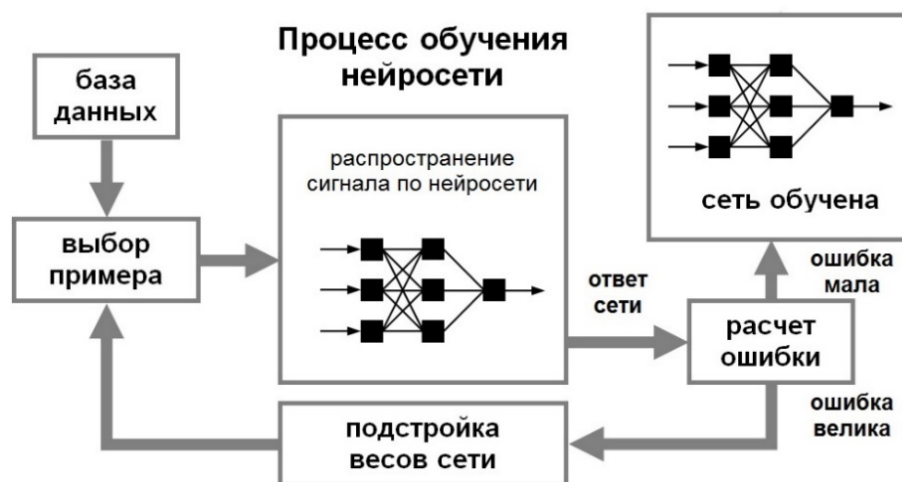


Рисунок 2. Процесс обучения нейросети [3].

Обучение нейросети один из важных этапов, количество информации, загруженной в базу данных, огромное (рис. 2).

Рассмотрим на примере понятий «Легкого» и «Тяжелого» винта в винтовых характеристиках судовых дизелей, работающих на винт фиксированного и регулируемого шага:

«Судовая энергетическая установка (СЭУ) включает в себя множество компонентов, включая главный двигатель, редуктор, валопровод и гребной винт. Каждый элемент этой системы играет важную роль в обеспечении движения судна.

Возможные причины, почему винт может казаться тяжелым:

1. Низкая мощность главного двигателя:

◦ Если мощность главного двигателя недостаточна для эффективного вращения винта, это может создать ощущение, что винт "тяжелый". Недостаточная мощность приводит к тому, что винт испытывает большее сопротивление со стороны воды, чем способен преодолеть двигатель.

2. Неправильный шаг винта:

◦ Шаг винта определяет расстояние, которое судно пройдет за один полный оборот винта. Неправильно подобранный шаг может привести к избыточному сопротивлению воды, что также создаст впечатление тяжести винта.

3. Износ или деформация винта:

◦ Со временем гребной винт может подвергнуться износу или деформации, что увеличивает его сопротивление воде. Это также может сделать его работу менее эффективной и создать ощущение тяжести.

4. Загрязнение или обрастание винта:

◦ Морские организмы, такие как ракушки и водоросли, могут нарастать на поверхности винта, увеличивая его вес и сопротивление. Это снижает эффективность работы СЭУ и создает дополнительное сопротивление.

5. Недостаточный угол атаки лопастей винта:

◦ Угол атаки лопастей винта влияет на его способность эффективно толкать воду назад. Если угол слишком мал, винт будет испытывать повышенное сопротивление, создавая ощущение тяжести.

6. Проблемы с редуктором или валопроводом:

◦ Если редуктор или валопровод работают неправильно, это может создавать дополнительные нагрузки на винт, делая его работу менее эффективной.

Как улучшить ситуацию:

1. Регулярное техническое обслуживание:

◦ Регулярные проверки и техническое обслуживание помогут выявить и устранить любые проблемы с главным двигателем, редуктором, валопроводом и самим винтом.

2. Чистка и защита винта:

◦ Регулярная чистка винта от загрязнений и использование специальных покрытий поможет снизить обрастание и уменьшить сопротивление воды.

3. Оптимизация шага винта:

◦ Правильная настройка шага винта под конкретные условия эксплуатации может существенно повысить эффективность работы СЭУ.

4. Модернизация оборудования:

- В некоторых случаях может потребоваться модернизация или замена отдельных элементов СЭУ для повышения ее эффективности.

Если проблема сохраняется, рекомендуется обратиться к специалистам по обслуживанию судов для проведения более глубокой диагностики и устранения выявленных неполадок».

Также нейросети был задан вопрос об особенностях легкого винта. Вот какой ответ она дала:

«Легкий винт в контексте судовых энергетических установок обычно относится к ситуации, когда гребной винт кажется легче обычного, что может проявляться в следующих аспектах:

1. Повышенная скорость судна:

- Легкость винта может указывать на то, что судно движется быстрее, чем ожидалось. Это может быть вызвано несколькими факторами, включая оптимальную настройку винта, правильную эксплуатацию двигателя и благоприятные погодные условия.

2. Эффективность работы двигателя:

- Если винт кажется легким, это может свидетельствовать о том, что двигатель работает максимально эффективно, обеспечивая достаточную мощность для вращения винта без излишнего сопротивления.

3. Правильный выбор шага винта:

- Оптимально подобранный шаг винта позволяет судну двигаться с максимальной эффективностью, минимизируя сопротивление воды и обеспечивая легкость хода.

4. Отсутствие износа и деформаций:

- Новый или хорошо обслуживаемый винт, свободный от износа и деформаций, будет работать более эффективно, создавая меньшее сопротивление воде.

5. Чистый и защищенный винт:

- Винты, регулярно очищаемые от морских организмов и покрытые специальными защитными составами, испытывают меньшие сопротивления, что делает их работу более легкой.

6. Идеальные условия плавания:

- Благоприятные погодные условия, такие как спокойное море и отсутствие встречного ветра, могут способствовать более легкому ходу судна.

Преимущества легкого винта:

1. Экономия топлива:

- Эффективно работающий винт требует меньше энергии для поддержания заданной скорости, что ведет к экономии топлива.

2. Увеличение срока службы оборудования:

- Меньшая нагрузка на двигатель и другие компоненты СЭУ продлевает срок их службы и уменьшает риск поломок.

3. Комфорт экипажа и пассажиров:

- Более плавное движение судна улучшает комфорт экипажа и пассажиров, снижая вибрации и шум.

Потенциальные риски:

Хотя легкий винт обычно считается положительным фактором, существуют некоторые потенциальные риски, связанные с этим состоянием:

1. Перегрузка двигателя:

- Если винт слишком легко вращается, это может привести к перегрузке двигателя, что негативно скажется на его ресурсе и надежности.

2. Потеря управляемости:

- В некоторых условиях чрезмерно легкое вращение винта может затруднить управление судном, особенно при маневрах.

Рекомендации:

1. Мониторинг работы двигателя:

- Регулярный мониторинг показателей работы двигателя позволит избежать перегрузки и своевременно выявить возможные проблемы.

2. Корректировка настроек:

- В случае необходимости можно скорректировать настройки винта или двигателя для достижения оптимальной производительности.

3. Профессиональная консультация:

- Для точной оценки состояния СЭУ и принятия решений по оптимизации её работы рекомендуется обращаться к профессионалам в области морского транспорта.

Таким образом, легкий винт может быть признаком хорошей работы судовой энергетической установки, однако важно следить за балансом между эффективностью и безопасностью эксплуатации судна».

Ответ был получен от нейросети: “Giga Chat” [1].

Цель и постановка задачи для создания искусственной нейросети за контролем рабочего процесса судовых дизелей

Проанализировав данный ответ, можно сказать, что ответ был дан в течение пяти секунд, быстрота ответа впечатляет, оценив правильность ответа, можно поставить 80%. То есть необходимо проверять каждый ответ, есть риск неправильного ответа, который может привести к необратимым последствиям, таким как повреждению судовых дизелей и других

технических средств и гибели как судна в целом, так и персонала, обслуживающего судовые технические средства.

Каждый восьмой ответ из десяти вопросов неправильный – это много. Возникает необходимость в проверке полученных ответов.

А кто полученный ответ проверит?

В Древнем Риме в 7-ом веке до нашей эры был создан совет старейшин, в который входило сто глав патриархальных родов [2]. И они тоже допускали ошибки, иначе великий Рим существовал бы и сейчас.

Если взять любой аварийный инцидент, который произошел с судовыми техническими средствами и провести независимые экспертизы от нескольких опытных экспертов, которые не будут знать о проведении экспертизы другими специалистами, процентов 50, что будут даны разные заключения, которые в последствии можно будет оспорить в вышестоящих организациях, и там скорее всего, тоже какой-нибудь специалист-эксперт, может все равно ошибиться и дать неверное заключение.

Передача опыта нейросети может помочь не только людям стать лучше, она сама научится и поможет быстрее решать вопросы по технической эксплуатации судовых дизелей

Как правильно научить нейросеть и что нужно сделать, чтобы она в дальнейшем сама обучалась и развивалась? Все мы знаем, что дети, взрослые люди, доктора и инженеры учились на своих ошибках. Но у нейросети не будет таких ошибок. Поэтому возникает вопрос, как научить ее думать и работать без ошибок. Как научить ее давать один правильный ответ на поставленный вопрос или на аварийную ситуацию? (Рис. 3).

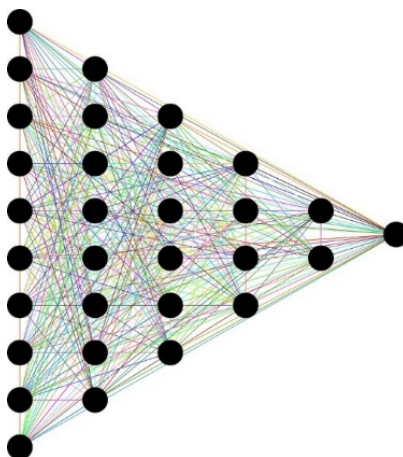


Рисунок 3. Один правильный ответ [3].

В настоящее время идет процесс создания безкипажных судов. Но на судне нужны рабочие руки, которые могли бы устранить любые аварийные ситуации и отремонтировать судовой дизель и другие судовые технические средства. Поэтому нужно не забывать, что только совместно с созданием нейросети и роботов, можно будет безопасно эксплуатировать высокотехнологические суда. Вопрос в том, как будет осуществляться управление роботами на судах: искусственной нейросетью или береговым персоналом? (рис. 4).

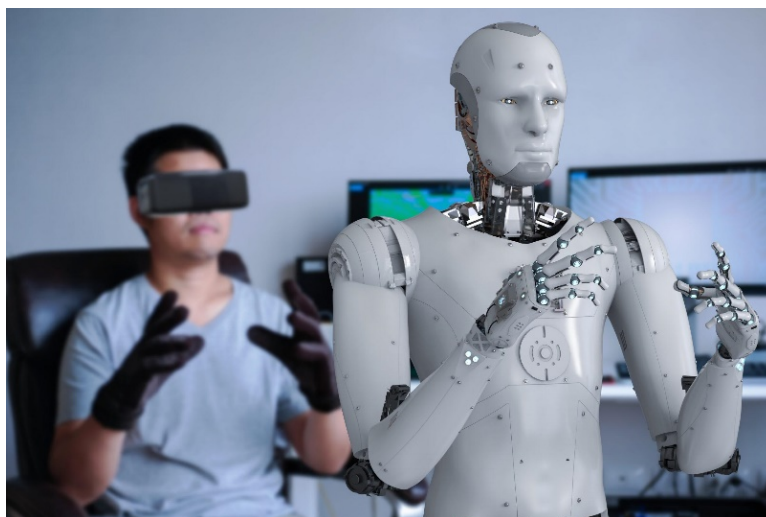


Рисунок 4. Управление роботом [3].

В дальнейшем постараемся более подробнее разобрать этот вопрос и возможно получим один единственно правильный и безошибочный ответ.

Список литературы:

1. Вопрос – ответ с Gigachat русскоязычной нейросетью от Сбера (28.02.2025г.) (<https://giga.chat/>);
2. Сенат (Древний Рим)/ Материал из Википедии — свободной энциклопедии;
3. Яндекс: сайт: некоммерческая интернет версия (28.02.2025г.) <https://yandex.ru/-2.jpg&text=статья+про+процесс+обучения+нейросети&rpt=simage&lr=75>

Поступила в редакцию 12 марта 2025 г.

ТЕХНОЛОГИЯ СУДОСТРОЕНИЯ, СУДОРЕМОНТА И ОРГАНИЗАЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621.791.14

Технология механизированной роботизированной сварки

Садыков Руслан Ханафьевич ¹, аспирант, e-mail: sadykov_rk@dvfu.ru

Стаценко Владимир Николаевич ², д.т.н., профессор, e-mail: statsenko_vni@dvfu.ru

Сапич Роман Вячеславович ¹, магистрант

¹ Политехнический институт, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

² Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток

Представлена разработанная авторами статьи технология роботизированной механизированной сварки, основанной на применении промышленного робота серии Kuka KR8, сварочного инвертора Kemppi A7 MIG Welder 350/450, источника питания Kemppi A7 MIG 450, использовании сварочной проволоки Sv08G2S, диаметром 1,0 мм. В работе представлено описание этапов установки и подключение оборудования, настройки параметров сварки, важнейшим из них является калибровка робота - определение точной позиции и ориентации инструмента сварки относительно рабочей области. Проведенный визуально-измерительный контроль и анализ макрошлифов показал высокую эффективность и качество роботизированной сварки.

Ключевые слова: механизированная сварка, робот, сварочный инвертор, калибровка, макрошлиф, качество сварки.

Mechanized robotic welding technology

Sadykov Ruslan Kh. ¹, graduate student, e-mail: sadykov_rk@dvfu.ru

Statsenko Vladimir N. ², Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: statsenko_vni@dvfu.ru

Sapich Roman V. ¹, master's student

¹ Polytechnical Institute, Far Eastern Federal University, Vladivostok

² Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

The article presents the technology of robotic mechanized welding developed by the authors, based on the use of an industrial robot of the Kuka KR8 series, a welding inverter Kemppi A7 MIG Welder 350/450, a power source Kemppi A7 MIG 450, and the use of welding wire Sv08G2S, with a diameter of 1.0 mm. The paper describes the stages of installation and connection of equipment, settings of welding parameters, the most important of which is the calibration of the robot - determination of the exact position and orientation of the welding tool relative to the working area. The visual and measuring control and analysis of macrosections showed high efficiency and quality of robotic welding.

Keywords: mechanized welding, robot, welding inverter, calibration, macrosection, welding quality.

Роботизированная сварка – это процесс, при котором сварочные операции выполняются автоматически с помощью роботов. Эта технология стала широко применяться в различных отраслях промышленности благодаря своим преимуществам, таким как повышение производительности, улучшение качества сварных соединений и снижение затрат на трудовые ресурсы.

Роботизированная сварка предлагает ряд преимуществ по сравнению с ручной сваркой. Во-первых, она обеспечивает более высокую производительность и эффективность процесса сварки. Роботы могут работать непрерывно без необходимости перерывов на отдых или смену рабочих. Кроме того, роботы могут выполнять сварочные операции с высокой точностью и повторяемостью, что позволяет достичь более высокого качества сварных соединений.

Другим преимуществом роботизированной сварки является повышение безопасности на рабочем месте. Роботы могут выполнять сварочные операции в опасных или труднодоступных местах, минимизируя риск для операторов. Кроме того, роботы могут быть запрограммированы для выполнения сложных сварочных операций, которые могут быть трудно выполнить вручную.

Роботизированная сварка широко применяется в различных отраслях промышленности, включая автомобильное производство, судостроение, аэрокосмическую промышленность и многие другие. Она используется для сварки различных материалов, таких как сталь, алюминий, нержавеющая сталь и титан.

Цель настоящей работы – разработать основные режимные параметры роботизированной механизированной сварки таврового соединения.

Описание технического решения, методики измерения параметров

В настоящей работе использовался роботизированный технологический комплекс, размещенный в лаборатории департамента промышленной безопасности Политехнического института ДВФУ. Этот комплекс состоит из:

- промышленного робота серии Kuka KR8;
- сварочного инвертора Kemppi A7 MIG Welder 350/450;
- источника питания Kemppi A7 MIG 450;
- механизм подачи проволоки Kemppi A7 MIG 25;
- горелки 500 Kemppi A7 MIG;
- роботизированного интерфейса с пультом управления.



а б в
Рис. 1. Стенд для испытания роботизированной сварки (а)
рабочий стол с пультом с интерфейсом управления (б),
механизм подачи проволоки (в)

Роботы серии Kuka KR8 разработаны специально для дуговой сварки нелегированных, низколегированных и высоколегированных сталей, а также цветных металлов и за счёт оптимизации конструкции имеют увеличенную рабочую зону (рис. 1). Технические характеристики робота:

- максимальный радиус - 2010 мм;
- грузоподъёмность - 8 кг;
- стабильность повторяемости позиций - $\pm 0,04$ мм;
- количество осей - 6.

По сравнению с другими методами сварки он имеет следующие преимущества:

- высокая скорость сварки (до 22 м/мин);
- высокая оптимальная глубина проплавления;
- высокие механико-технологические коэффициенты качества;
- простота в обслуживании;
- снижение производственных затрат.

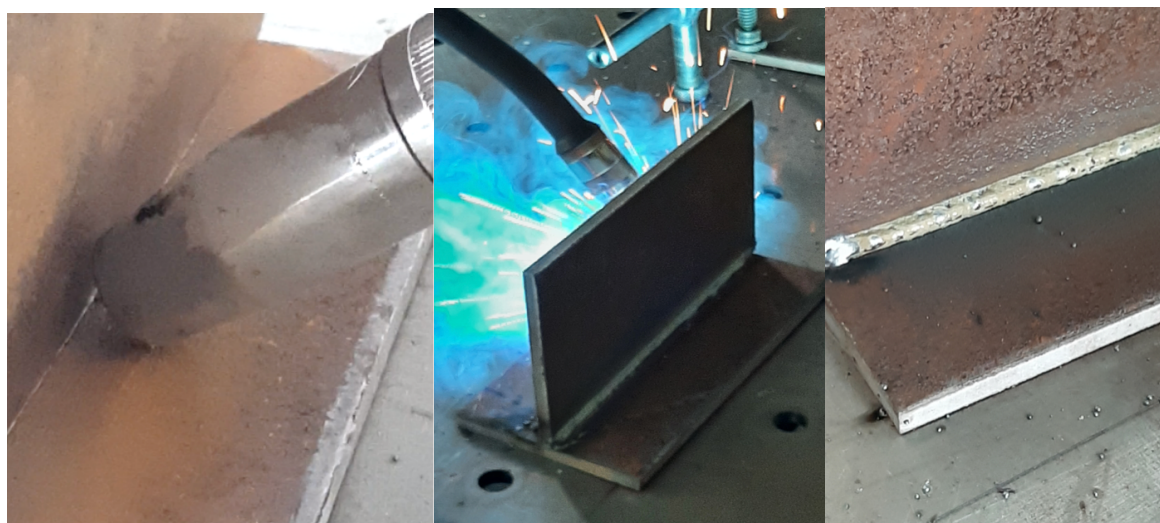
Принцип работы источника питания A7 MIG 450 основан на передовой инверторной технологии и принадлежат к классу самых современных продуктов Kemppi. Диапазон сварочного тока и напряжения составляет 20 А / 12 В - 450 А / 46 В, выходная мощность (при рабочем цикле 60 %) не превышает 35 кВА.

Регулировка скорости механизма подачи проволоки A7 MIG 25 производится в пределах 0,5 - 25 м/мин, диаметр сплошной присадочной проволоки 0,8 - 1,6 мм, порошковой - 1 - 1,6 мм.

В наших экспериментах для получения таврового и нахлесточного сварных соединений использовались пластины из стали 09Г2С толщиной 10 мм, при этом выбраны следующие режимные параметры:

- сварочная проволока - Св08Г2С;
- диаметр проволоки - 1,0 мм;
- скорость подачи проволоки – 6,0 м/мин;

- скорость сварки – 0,5 м/мин;
- напряжение - 20-21 В;
- ток – 138-145 А;
- расход углекислого газа – 9-12 л/мин



а б в
Рис. 2. Настройка и программирование робота (а), процесс сварки (б), полученное тавровое соединение (в)

Настройка и программирование робота для сварки является важным этапом в процессе роботизированной сварки. Процесс роботизированной механизированной сварки состоял из следующих этапов:

- установка и подключение оборудования - установка сварочного аппарата, подключение кабелей и настройку параметров сварки, закрепление свариваемых пластин;
- калибровка робота - определение точной позиции и ориентации инструмента сварки относительно рабочей области, это позволяет роботу точно выполнять заданные операции сварки, в наших экспериментах производилась ручная калибровка движения робота (рис. 2, а);
- настройка параметров сварки – величин тока, напряжения, скорости сварки и т.д., эти параметры зависят от вида материала детали и требуемого качества сварного соединения;
- тестирование и отладка - проверка правильности движений робота, качества сварки и других параметров, при необходимости вносятся соответствующие корректировки;
- запуск процесса сварки - робот автоматически выполняет заданные операции сварки на предварительно определённых местах сварки (рис. 2, б).

Правильно настроенный и запрограммированный робот обеспечивает высокую эффективность и качество сварки.

Результаты испытаний

Тавровое сварное соединение, полученное в наших экспериментах представлено на рис. 2, в, нахлесточное – на 3, а. При проведении визуального осмотра сварного соединения контролируется отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений следующих дефектов: - поверхностных трещин всех видов и направлений: - включений; - отслоений; - прожогов, свищей, наплывов; - усадочных раковин; - подрезов, непроваров; - брызг расплавленного металла; и др. Визуальный анализ полученных соединения показал отсутствие значительных внешних дефектов.

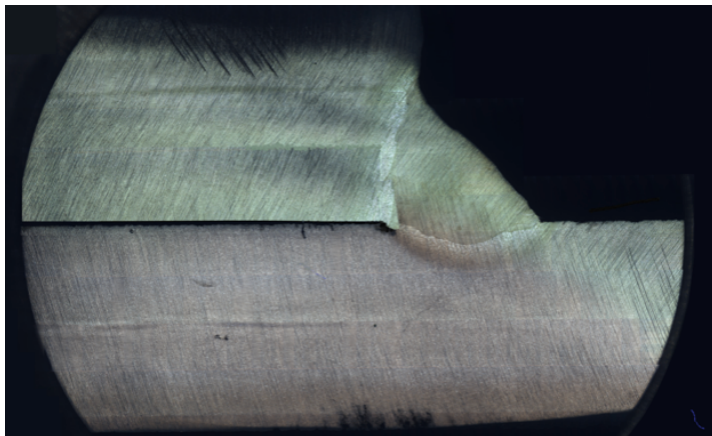
Для оценки качества сварного шва была произведена вырезка элемента нахлесточного соединения, подготовка образца проведена в виде шлифовки поверхности образцов наждачной бумагой различной зернистости на автоматическом шлифовально-полировальном станке МЕСАТЕСН 234 и полировки пастой ГОИ ГОСТ 2912-66. Травление образцов проводилось в 4-процентном растворе азотной кислоты в изопропиловом спирте с последующей промывкой в этом же спирте.

Металлографическое исследование выполнялось на инвертированном микроскопе Eclipse MA200 при увеличениях 50×.

Отчетливо выделены зоны основного металла, металла сварного шва, зоны термического влияния (рис.3, б). Видимых дефектов сварного соединения не обнаружено.



а



б

Рис. 3. Внешний вид (а) и макрошлиф (б) нахлесточного соединения после травления поверхности

Список литературы

1. Климов А.С., Машнин Н.Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке. Учебное пособие. Лань, 2024. -234 с.
2. Козырев Ю.Г. Применение промышленных роботов. Учебное пособие. 2013. -358 с.

Поступила в редакцию 28 марта 2025 г.

Анализ программных средств для прогнозирования времени следования судов

Кравцов Андрей Сергеевич ¹, студент, dogreyrange2018@gmail.com
Сорокина Мария Павловна ², менеджер по маркетингу, m.sorokina@kotlin-sc.ru
Шилкин Владимир Петрович ¹, к.э.н., доцент, shilkin.v.p@mail.ru
Шилкина Ирина Дмитриевна ¹, к.э.н., профессор, shilkina_irina@mail.ru

¹ Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О.Макарова, г. Санкт-Петербург

² ООО «Котлин СК», г. Санкт-Петербург

В данной статье авторами проводится анализ современных программных средств для прогнозирования времени следования судов (ETA, Estimated Time of Arrival). Рассмотрены ключевые факторы, влияющие на точность расчетов, включая гидрометеорологические условия, скоростные режимы, зоны контроля выбросов (ECA) и логистические ограничения. Исследованы возможности таких программных решений, как NavTracker, Netpas Distance и онлайн-сервиса SEA-DISTANCES, выявлены их преимущества и недостатки. Особое внимание уделено проблемам прогнозирования ETA на внутренних водных путях, связанным с недостатком данных о скоростных режимах, шлюзовании и локальных ограничениях. На основе проведенного анализа авторами предложен подход к разработке системы прогнозирования времени следования судов по внутренним водным путям, основанный на сборе и анализе статистических данных.

Ключевые слова: прогнозирование, время следования, программные средства, ETA, судоходство.

Analysis of software tools for predicting the sailing time

Andrey Sergeevich Kravtsov ¹, student, dogreyrange2018@gmail.com
Sorokina Maria Pavlovna ², Marketing Manager, m.sorokina@kotlin-sc.ru
Shilkin Vladimir Petrovich ¹, PhD in Economics, associate Professor, shilkin.v.p@mail.ru
Shilkina Irina Dmitrievna ¹, PhD in Economics, Professor, shilkina_irina@mail.ru

¹ Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St. Petersburg

² ООО «Kotlin SC», St. Petersburg

In this article, the authors analyze modern software tools for predicting the time of ships (ETA, Estimated Time of Arrival). The key factors affecting the accuracy of calculations, including hydrometeo-

meteorological conditions, speed limits, emission control zones (ECA), and logistical constraints, are considered. The possibilities of such software solutions as NavTracker, Netpas Distance and the on-line SEA-DISTANCES service are investigated, their advantages and disadvantages are revealed. Special attention is paid to the problems of ETA forecasting on inland waterways related to the lack of data on speed limits, sluicing and local restrictions. Based on the analysis carried out, the authors propose an approach to the development of a system for predicting the sailing time of ships on inland waterways based on the collection and analysis of statistical data.

Keywords: forecasting, travel time, software, ETA, shipping.

Прогнозирование времени следования судов (Estimated Time of Arrival, ETA) является неотъемлемой частью системы планирования любой судоходной компании [1], а также штурманского состава транспортного средства. Для судоходных компаний данный показатель играет важную роль при решении задачи о назначении судов. Судно должно прийти в порт погрузки (выгрузки) к запланированной дате, а также выполнить рейс в назначенные сроки, от этого зависит как репутация компании, так и её доходы. Для штурманского состава судна определение времени следования необходимо для принятия оперативных решений, например, организации движения с экономичной скоростью, выбора дислокации для ожидания и расчета количества запасов.

Для прогнозирования времени следования используют специальные справочные материалы или программные средства, которые в автоматическом режиме анализируют различные факторы, такие как погодные условия, течения, приливы/отливы и скорость движения судна. Далее рассмотрим существующие программные продукты.

NavTracker

NavTracker – это программное обеспечение (рис.1) для отслеживания судов в реальном времени, анализа и построения маршрутов, контроля скорости и расхода топлива, а также формирования документов. Данная программа позволяет строить маршруты между любыми желаемыми точками.

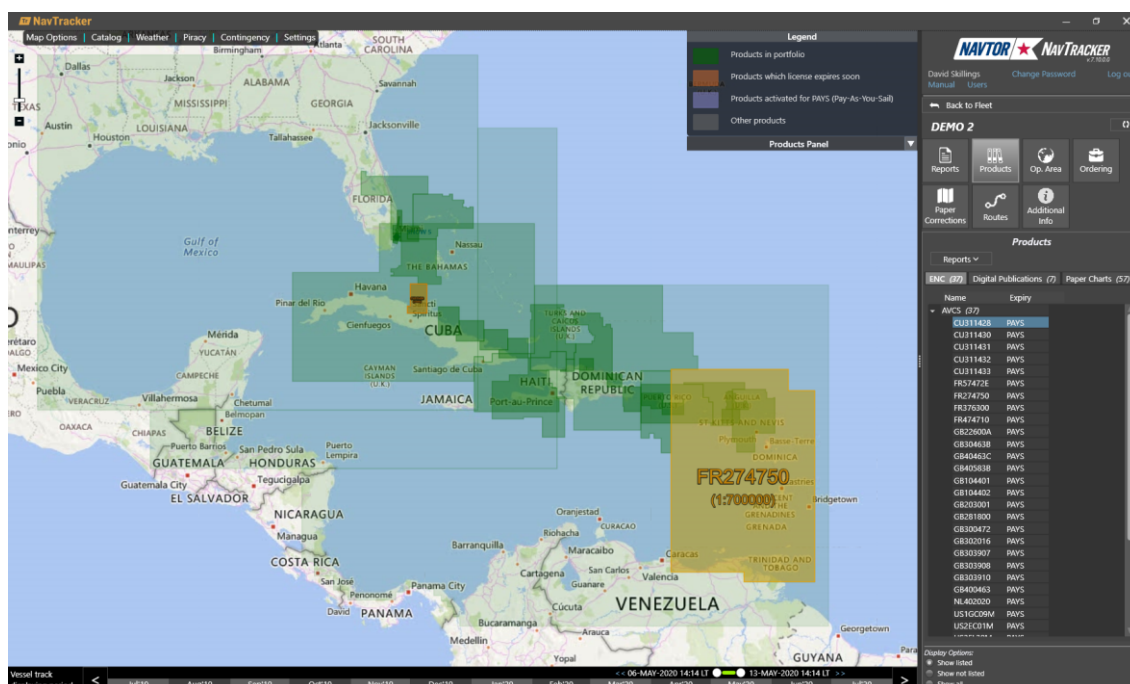


Рисунок 1 – Интерфейс программы NavTracker

Первым этапом построения маршрута является выставление точек начала и конца рейса, после чего программа прокладывает предварительный маршрут и показывает «грубое» время следования. Далее следует выбрать и запросить навигационные карты, описывающие лоцию маршрута. Получив их, а также скорость судна NavTracker прогнозирует время следования с учетом параметров судна и гидрометеорологических условий (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Пример влияния факторов на расчетное время следования

Параметр	Влияние на время следования (ETA)
Встречный ветер 20 узлов	+12 часов
Попутное течение 3 узла	-6 часов
Ожидание в Суэцком канале	+24 часа
Снижение скорости из за ECA (Emission Control Area) — зоны с жесткими ограничениями на выбросы судов (например, серы, азота и твердых частиц).	+8 часов

Данные способы расчета времени следования отлично работают при осуществлении морских рейсов. Для построения маршрутов по внутренним водным путям программе в первую очередь необходимы соответствующие навигационные карты, но для точного прогнозирования ETA также необходимы: скоростные режимы, онлайн расписания шлюзования и разводки мостов, а также локальные правила на участке водного пути.

NETPAS Distance

Netpas Distance — это программа для определения расстояний и маршрутов между портами по всему миру (рис. 2). Она поддерживает более десяти тысяч портов и позволяет создавать собственные маршруты, корректировать их с учетом пиратства, отслеживать погодные условия (рис. 3), видеть информацию о портах (рис. 4) и получать отчеты о рейсе.

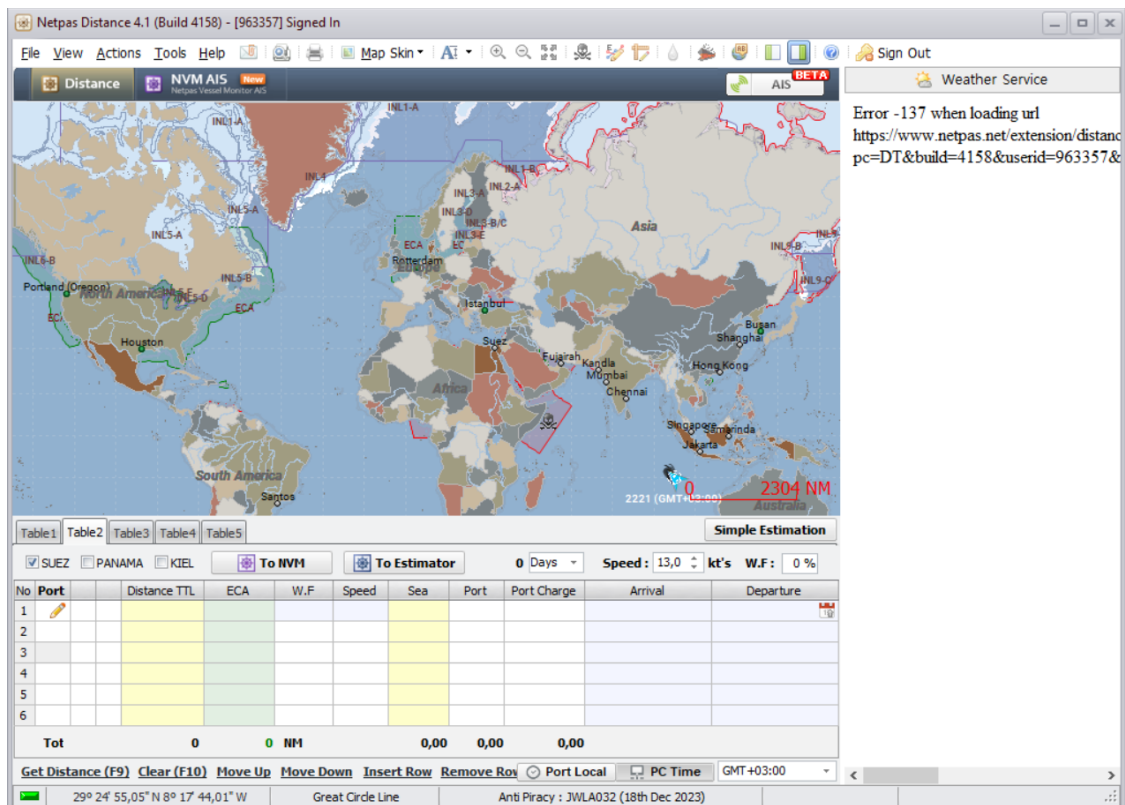


Рисунок 2 – Интерфейс программы Netpas Distance

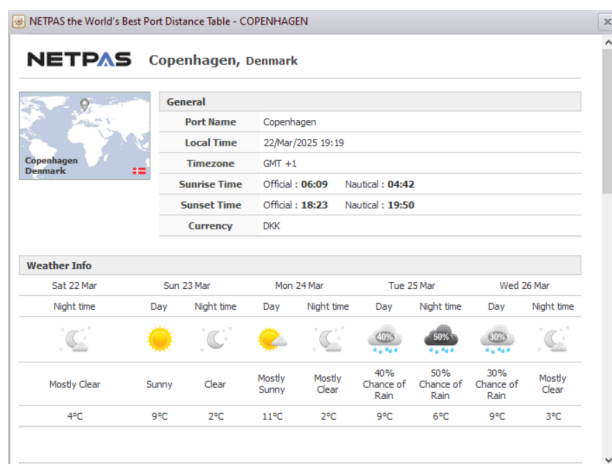


Рисунок 3 – Данные о погоде в выбранном порту

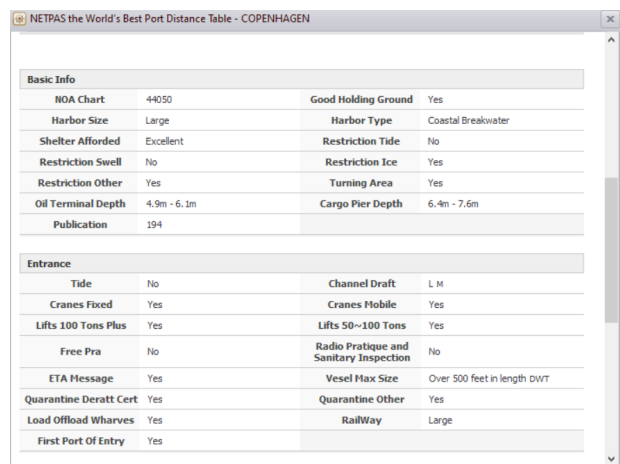


Рисунок 4 – Основные данные выбранного порта

Netpas Distance также позволяет расширять базу данных судов. При добавлении судна необходимо указать его название, номер и различные технические характеристики (рис. 5).

New Vessel

Input all blanks of Speed and Bunker consumption to calculate voyage estimation.

M.V.

Call Sign IMO NO.

Vessel Kind Vessel Code

Vessel Type Hull No.

Estimating Values

DWT 0

Grain 0,00 CBM

Bale 0,00 CBM

TPC 0,00

Speed

Full Speed (knots)

Ballast 0,00 knots

Laden 0,00 knots

Economic (knots)

Ballast 0,00 knots

Laden 0,00 knots

Bunker Consumption

Full Eco Full ECA Eco ECA

Copy To Full ECA

Main Type VLSFO

Sub Type MGO

Sea Ballast 0,00 MT

at Sea 0,00 MT

Sea Laden 0,00 MT

Port Idle 0,00 MT

Port Idle 0,00 MT

Port Work 0,00 MT

Port Work 0,00 MT

Operation Expense ☐ Hide on print & email

Daily Hire 0 ILOHC 0,00 CEV 0,00 (for 30 days.)

General

Owner Ownership Owned

Built 0 Draft 0,00 M

Flag LOA 0,00 M

Class Beam 0,00 M

PNI Depth 0,00 M

Canal SCNT 0 PC/UMS NT 0

Gear & HA/HO

Gear Desc. Crane 0 MT 0 EA

Midship

Add Delete

HO/HA 0 / 0

HO/HA Type Single Deck / Mc Gregor

Tank Top Strength (Upper/Tween) 0,00 / 0,00 MT/SQM

Hatch Cover Strength 0,00 MT/SQM

Remark

OK Cancel

Рисунок 5 – Меню добавления нового судна в программу

При выборе корреспондирующих пунктов (доступны только крупные порты) программа предлагает выбрать один из следующих способов построения маршрута:

- Non-Bypass ECA Route – маршрут не может обойти ECA зону
- Normal Bypass ECA Route – обычный маршрут в обход ECA зоны
- Shortest ECA Route – кратчайший маршрут через ECA зону
- Optimized ECA Route – оптимальный маршрут, который может частично затрагивать ECA зону

После чего с учетом скорости, коэффициента влияния прочих факторов, а также разрешения на использование платных каналов программа рассчитывает время в пути. Для более достоверного результата программа использует статистическую информацию по аналогичным рейсам.

В качестве эксперимента (рис. 6) был построен маршрут от порта Копенгаген до порта города Череповец, как можно видеть на рисунке предложенный маршрут не является оптимальным. Данный результат был получен в связи с недостаточной информацией о внутренних водных путях России в программе. В результате чего можно прийти к выводу, что данная программа наилучшим образом работает при построении морских маршрутов.

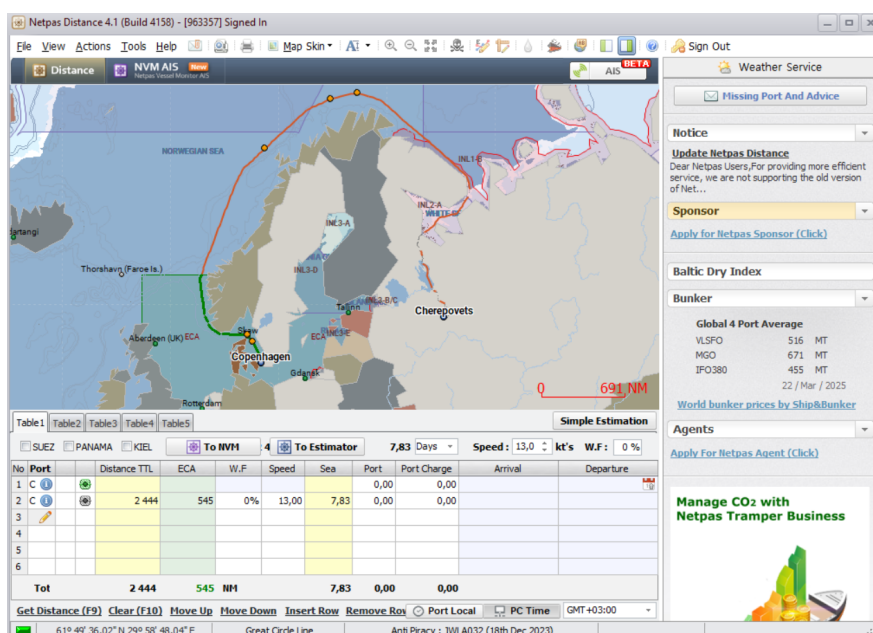


Рисунок 6 – Пробное построение маршрута в Netpas Distance

Также существуют различные онлайн ресурсы для построения маршрутов следования судов, рассмотрим самый доступный сервис, а именно SEA DISTANCES.

SEA DISTANCES

SEA-DISTANCES – это онлайн-сервис (рис. 7) [3], предназначенный для расчета морских расстояний между морскими портами по всему миру. Данный ресурс позволяет планировать маршруты, учитывая географические особенности, такие как проливы, каналы и обходные пути, что позволяет составлять несколько различных маршрутов. SEA-DISTANCES позволяет рассчитывать время следования на основе расстояния и средней скорости движения судна. Сервис содержит данные о более чем четырех тысячах портов по всему миру.

Чтобы построить маршрут сначала необходимо выбрать страну и порт отправления, после чего выбрать страну и порт прибытия, а также задать скорость судна в узлах. Если для данного маршрута есть несколько вариантов следования, то сервис предложит их с рассчитанным расстоянием и временем следования.

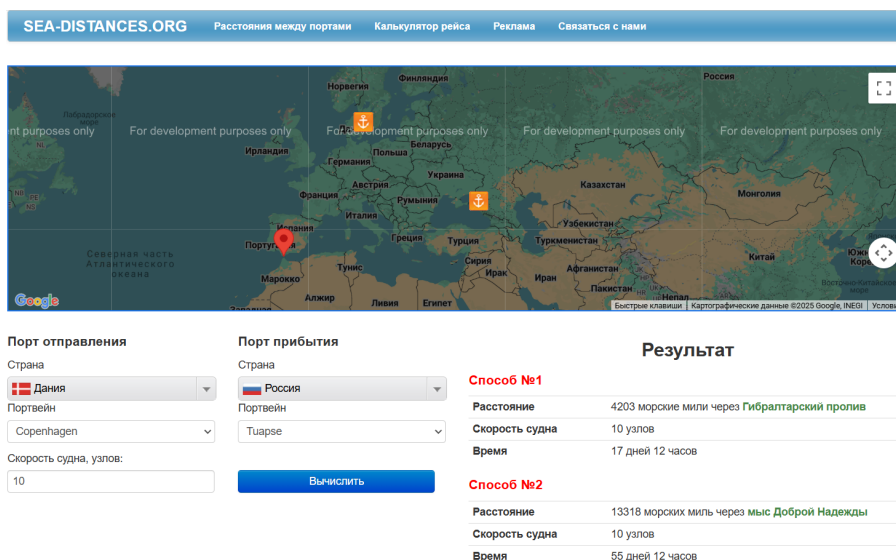


Рисунок 7 – Интерфейс онлайн-сервиса SEA-DISTANCES

Главным недостатком данного сервиса является то, что он строит маршруты только по морям, при этом, не учитывая гидрометеорологические факторы.

Проанализировав различные системы построения водных маршрутов можно заметить, что программные средства отлично справляются со своей задачей на морских просторах. При прогнозировании времени следования они учитывают многие факторы, такие как погодные условия, течения, пиратские районы, приливы/отливы и многое другое. Однако при построении маршрутов по внутренним водным путям возникают следующие проблемы:

- отсутствие достоверной информационной базы, в частности, норм времени хода и времени стоянок в пути, времени выполнения технологических операций [4];
- скоростные ограничения;
- ограничения по гидрометеорологическим причинам и ограничения по гарантированной глубине;
- дифференциация норм следования исходя из актуального состояния грузового флота.

В основу построения системы для прогнозирования времени следования судов, разрабатываемой авторами, положены нормы следования по ВВП на основе сбора и обработки статистических данных о времени следования судов по типичным речным участкам.

Список литературы

1. Шилкин В. П., Шилкина И. Д., Боград Я. А. Совершенствование информационного обеспечения планирования работы флота. Логистика: современные тенденции развития. Материалы XXII Международной научно-практической конференции, часть 2. – СПб, издательство ГУМРФ имени адмирала С.О.Макарова, - 2023. С. 260-264.
2. NAVTOR NavTracker User Guide, NAVTOR AS – Strandgaten 18, 4370 Egersund, Norway, – 44 с.
3. Электронный сервис «SEA-DISTANCES» URL: <https://sea-distances.org/>
4. Кравцов А. С., Сорокина М. П., Шилкин В. П., Шилкина И. Д. Проблема достоверности информации при разработке норм ходового времени судов на внутренних водных путях. Вестник Морского государственного университета. Вып. 97/2024/ Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2024. — 73 с.

Поступила в редакцию 5 апреля 2025 г.

Экономическое обоснование внедрения цифрового двойника локальной операции в управление контейнерным терминалом

Петрова Екатерина Евгеньевна

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток

Проблема повышения перерабатывающей способности контейнерных терминалов остается по-прежнему актуальной. В рамках данного исследования была поставлена задача – выявить и оценить экономический эффект от внедрения цифровых моделей в оперативное планирование и управление локальными операциями перевалки груза в порту. В качестве объекта исследования выбраны начальная и передаточная операции транспортировки грузовой партии контейнеров из складской зоны в тыловую. Для обоснования результатов исследования была использована известная методика расчетов себестоимости выемки контейнера из операционного штабеля автопогрузчиком с выдвижной крановой стрелой (АКС). Вывод – применение цифровой модели при оперативном планировании позволяет снизить трудоемкость выполнения операций транспортировки за счет уменьшения числа непроизводительных действий в рабочем цикле АКС при селективной выемке контейнерной партии из операционного штабеля.

Ключевые слова: производственные процессы, погрузо-разгрузочные работы, терминальные операции, имитационное моделирование, экономический эффект.

Economic ground for implementation of a local operation digital twin in container terminal management

Petrova Ekaterina Evgenievna

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok

Development of the handling capacity of container terminals is still an actual problem. The objective of this research is to identify and evaluate the economic impact of introducing digital models into operational planning and management of local cargo handling operations in the port. The initial and transfer operations of transporting a batch of containers from the warehouse area to the rear area were selected as the object of the research. To substantiate the results of the research a well-known method for calculating the cost of removing a container from an operational stack by a forklift with an extendable crane boom (ECB) was used. Conclusion: the use of a digital model in operational planning allows to reduce the labor intensity of transportation operations by reducing the number of unproductive actions in the working cycle of the ECB during selective removal of a container batch from the operational stack.

Keywords: production processes, loading and unloading operations, terminal operations, simulation modeling, economic effect.

Введение

Для любого груза, перевозимого в контейнере, характерны единый принцип выполнения операций перевалки с одного вида транспорта на другой и использование одних и те же грузоподъемных механизмов (козловые мобильные контейнерные краны RMG и RTG, ричстакер (RS), терминальный тягач (TT) и т.п.). Исходя из этого планирование терминальной площадки осуществляется не на базе её зонирования на отдельные секции по типу перерабатываемого груза и используемого оборудования, а на применяемой в каждом конкретном случае технологии грузопереработки в целом, также оптимизации локальных операций связанных с транспортировкой груза между технологическими зонами в частности [1, 2, 3].

При перемещении груза между технологическими зонами [4] наиболее трудоемкой является начальная операция транспортировки груза – селективная выемка грузовой партии контейнеров из операционного штабеля в складской зоне. Именно для этой локальной операции и был разработан цифровой двойник [5] и его цифровая модель, реализованная в терминах конечных автоматов [6, 7].

В рамках выполненного научного исследования [8] для цифрового двойника операции введено следующее определение: «Цифровой двойник технологической операции – компьютерное представление рабочего цикла технологического оборудования (в частности автопогрузчика), выполняющего селективную выемку части контейнеров из основного штабеля, которое включает в себя трехмерную геометрию штабеля, технологическую схему операции, управляющую программу, генерирующую оптимальную последовательность действий в жизненном цикле, а также информацию о внешней среде и условиях её эксплуатации» [5, с.284].

В работе [9] было доказано, что унифицированной схемой начальной операции транспортировки является схема работы RS с полным разбором блокирующих стеков и его (RS) продвижением внутрь штабеля. Эта схема и была взята за основу при построении диаграммы переходов в цифровой модели двойника технологической операции.

Данная цифровая модель операции селективной выемки грузовой партии с использованием RS является частью разрабатываемой автоматизированной системы управления и контроля над погрузочно-разгрузочными операциями на механизированных складских комплексах [10, 11].

Так как технология цифровых двойников, как инструмент организации и оперативного управления операциями перевалки груза в порту, является новым научным направлением, то возникает необходимость в выявлении и оценке экономического эффекта от её внедрения в производственную деятельность. Обоснование экономической эффективности применения цифровой модели двойника при выполнении RS операции селективной выемки грузовой партии из операционного штабеля и стало целью данного исследования.

Методы и Материалы

Операция выемки (возврата) одного контейнера из операционного штабеля (в операционный штабель) состоит из последовательности выполняемых погрузчиком-ричстакером элементарных операций. Перечень этих операций и формулы для расчета продолжительности их выполнения были опубликованы в [12], а также приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Перечень элементарных операций, выполняемых погрузчиком

Позиционирование погрузчика напротив разбираемого стека	
Движение вдоль штабеля	$(y \cdot (l_k + \lambda))/v_D$
Поворот на 90° в порожнем состоянии передним ходом	$2\pi R/(4 \cdot 0,5v_D)$
Подъезд к разбираемому стеку	$l_1/0,5 v_D$
Выемка контейнера из штабеля	
Выдвижение ГЗП	$(b_K + 0,5)/v_c$
Опускание ГЗП	$1/0,7v_{II}$
Ориентация ГЗП на контейнер	t_0
Подъем контейнера на 0,5 м	$0,5/0,7v_{II}$
Отъезд задним ходом	$l_1/0,5 v_D$
Втягивание ГЗП с контейнером	$(b_K + 0,5)/v_c$
Поворот задним ходом на 90° в грузе состоянии	$2\pi R/(4 \cdot 0,5v_D)$
Опускание ГЗП с контейнером	$1/0,7v_{II}$
Освобождение контейнера от ГЗП	t_0
Подъем порожнего ГЗП	$0,5/0,7v_{II}$
Возврат блокирующего контейнера в стек	
Поворот на 90° передним ходом в порожнем состоянии	$2\pi R/(4 \cdot 0,5v_D)$
Опускание ГЗП	$1/0,7v_{II}$
Ориентация ГЗП на контейнер	t_0
Подъем контейнера на 0,5 м	$0,5/0,7v_{II}$
Поворот на 90° задним ходом в грузе состоянии	$2\pi R/(4 \cdot 0,5v_D)$
Подъезд к штабелю с контейнером	$l_1/0,5 v_D$
Возврат контейнера в штабель	$\frac{0,5 \cdot (1 + z \cdot h_K)}{v_{II}}$
Ход с контейнером	$\frac{0,5 \cdot (1 + x) \cdot (b_K + \lambda)}{0,5v_D}$
Выдвижение стрелы с контейнером	$(b_K + 0,5)/v_c$
Опускание ГЗП с контейнером	$1/0,7v_{II}$

Освобождение контейнера от ГЗП	t_0
Подъем порожнего ГЗП	$0,5/0,7v_{\Pi}$
Движение без контейнера назад	$\frac{0,5 \cdot (1 + x) \cdot (b_K + \lambda)}{0,5v_D}$
Втягивание стрелы без контейнера	$(b_K + 0,5)/v_c$
Отъезд от штабеля задним ходом	$l_1/0,5v_D$

При расчете продолжительности элементарных операций руководствовались технологическими нормами, применяемыми при проектировании контейнерных терминалов [13]. Нормы представлены в табл. 2.

Расчет экономического эффекта выполнен методом сравнительного анализа затрат базовому и предлагаемому вариантам последовательного выполнения RS операции выемки шести контейнеров, составляющих грузовую партию (целевые контейнеры). Количество целевых контейнеров и их местоположение в штабеле, а также номер стека, возле которого находился RS до начала операции были определены случайным образом. Тестовое размещение целевых контейнеров показано на рисунке 1 цветом. Стрелки на рисунке 1 показывают последовательность перемещений RS от его начального местоположения до каждого из разбираемых стеков с целевыми контейнерами. Тестовых вариантов движения RS вдоль штабеля два – базовый и предлагаемый. Первый вариант (базовый) – последовательность разбора штабеля при выемке контейнеров при проведении натурного эксперимента, предложена оператором автопогрузчика (рисунок 1а). Второй вариант (предлагаемый) – оптимальная последовательность разбора штабеля при выемке контейнеров, полученная в результате имитационного моделирования с использованием цифровой модели данной операции (рисунок 1б). Цифровая модель и доказательство адекватности ее работы опубликовано в [14].

Таблица 2 – Перечень характеристик и их численное значение

Наименование характеристики	Численное значение, ед. изм.
Перемещения RS вдоль штабеля, за один цикл, умноженное на длину контейнера, y .	Задается, шт. • м .
Число контейнеров в глубину штабеля, x	Задается, шт.
Количество ярусов контейнеров, z	Задается, шт.
Безопасное расстояние между движущимся RS и контейнерами в штабеле, l_1	Принимается 1 м.
Внешний радиус поворота RS, R	Принимается 9 м.
Длина контейнера, l_K	Принимается 6,058 м.
Ширина контейнера, h_K	Принимается 2,438 м.

Высота контейнера, b_K	Принимается 2,591 м.
Зазоры между контейнерами в штабеле, λ	Принимается в диапазоне 0,15-0,20 м.
Скорость движения RS по терминалу, v_D	Принимается 200 м/мин;
Скорость подъема (или опускания) ГЗП, v_{II}	Принимается 20 м/мин;
Скорость выдвижения стрелы, v_C	Принимается 15 м/мин;
Время ориентирования спредера, T_0	Принимается 0,2 мин.

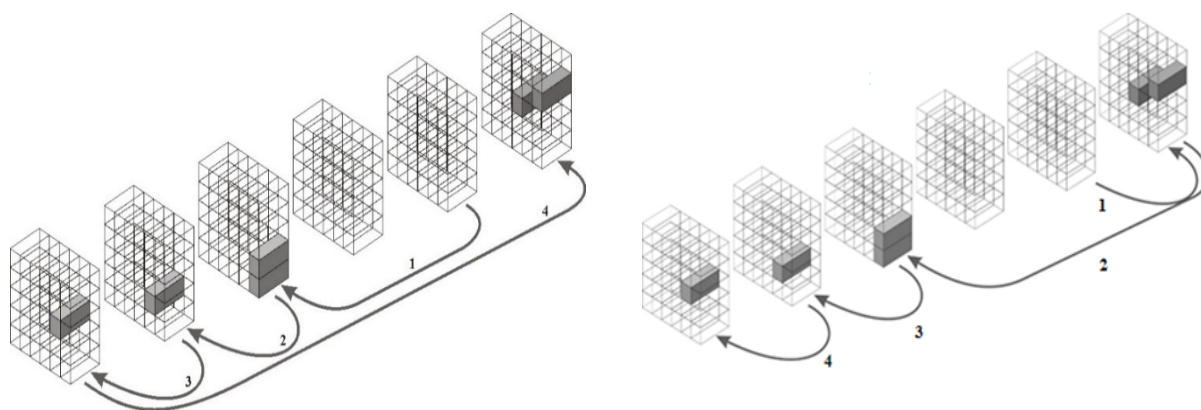


Рисунок 1 – Варианты перемещения RS, при выполнении начальной операции – выемка контейнеров из операционного штабеля:
а – базовый вариант; б – предлагаемый вариант

При проведении натурного эксперимента RS первоначально находился у пятого продольного ряда штабеля. Вынутые из каждого продольного ряда блокирующие контейнеры RS складировал во временные стеки с левой стороны по ходу своего движения, целевые контейнеры – вынимал и загружал на ТТ для дальнейшей транспортировки. Затем блокирующие контейнеры RS возвращал обратно, восстанавливая только что разобранный стек, и только после этого погрузчик перемещался к следующему по плану разбираемому ряду. Для имитационного эксперимента на цифровой модели входные данные задавались аналогично, т. е. в соответствии со сценарием выполнения операции выемки шести контейнеров натурного эксперимента.

Результаты

Рассчитаем время, затрачиваемое RS на выполнение рабочего цикла по базовому и предлагаемому вариантам (см. рисунок 1). Под рабочим циклом RS понимаем последовательную выемку шести целевых контейнеров, а также и блокирующих их контейнеров с последующим возвратом последних в их прежние стеки.

Следует отметить, что для обоих вариантов наборы целевых и блокирующих контейнеров в каждом из продольных рядов остаются неизменными, изменяется только расстояние, проходимое погрузчиком вдоль операционного штабеля (см. таблицу 3).

Исходя из этого формула расчета времени выполнения операции выемки целевых контейнеров с последующим возвратом в штабель блокирующих их контейнеров состоит из двух частей: постоянной и переменной. Постоянная часть – время, затрачиваемое RS на разбор каждого такого продольного ряда, в котором размещен хотя бы один целевой контейнер. Переменная часть – время, затрачиваемое RS на перемещения вдоль штабеля от одного продольного ряда с целевыми контейнерами к следующему ряду. Данные таблицы 3 позволяют сделать вывод, что количество перемещений автопогрузчика при втором варианте разбора штабеля отличается от первого в полтора раза.

Таблица 3 – Работа в продольном ряду при осуществлении технологической операции: базовый и предлагаемый варианты

		Номер продольного ряда						Всего
		1	2	3	4	5	6	
Кол-во блокирующих контейнеров, шт.	Базовый вариант	7	8	3	0	0	11	29
	Предлагаемый вариант	7	8	3	0	0	11	29
Кол-во целевых контейнеров, шт.	Базовый вариант	1	1	2	0	0	2	6
	Предлагаемый вариант	1	1	2	0	0	2	6
Количество перемещений RS по базовому варианту, шт.								6
Количество перемещений RS по предлагаемому варианту, шт.								9
Расстояние, пройденное RS по базовому варианту, м								36,4
Расстояние, пройденное RS по предлагаемому варианту, м								54,5

Результаты расчета времени, затрачиваемого на выполнение рабочего цикла RS по базовому и предлагаемому вариантам, представлены в таблице 4.

Время, затраченное одним RS на рабочий цикл выемки шести контейнеров, согласно базовому варианту разбора составило 104 минуты, предлагаемому – 102 минуты. Разница между циклами составила две минуты, что согласно нормативам погрузо-разгрузочных работ также соответствует времени, затрачиваемому на выемку одного контейнера. Исходя из того, что продолжительность рабочей смены в порту составляет семь часов [13], получим, что за одну рабочую смену один RS осуществит четыре рабочих цикла продолжительностью 416 и 408 минут по вариантам соответственно.

Таблица 4 – Определение и сравнение времени, затрачиваемого на выполнение операции разбора штабеля по двум вариантам

Разбор 6 ряда	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Постоянная часть рабочего цикла RS	$\frac{49\pi R}{v_\partial} + \frac{94l_1}{v_\partial} + 48 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{72}{0.7v_n} + 48t_0 + \frac{5.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{11(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$	$\frac{49\pi R}{v_\partial} + \frac{94l_1}{v_\partial} + 48 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + 48t_0 + \frac{5.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{11(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$
Переменная часть рабочего цикла RS	$\frac{5(l_k + \lambda)}{v_\partial}$	$\frac{y(l_k + \lambda)}{v_\partial}$
Разбор 3 ряда	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Постоянная часть рабочего цикла RS	$\frac{22\pi R}{v_\partial} + \frac{30l_1}{v_\partial} + 16 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{24}{0.7v_n} + 16t_0 + \frac{1.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{3(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$	$\frac{22\pi R}{v_\partial} + \frac{30l_1}{v_\partial} + 16 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{24}{0.7v_n} + 16t_0 + \frac{1.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{3(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$
Переменная часть рабочего цикла RS	$\frac{2(l_k + \lambda)}{v_\partial}$	$\frac{3(l_k + \lambda)}{v_\partial}$
Разбор 2 ряда	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Постоянная часть рабочего цикла RS	$\frac{35\pi R}{v_\partial} + \frac{33l_1}{v_\partial} + 34 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{49}{0.7v_n} + 34t_0 + \frac{4(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{8(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$	$\frac{22\pi R}{v_\partial} + \frac{30l_1}{v_\partial} + 16 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{24}{0.7v_n} + 16t_0 + \frac{1.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{3(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$
Переменная часть рабочего цикла RS	$\frac{(l_k + \lambda)}{v_\partial}$	$\frac{(l_k + \lambda)}{v_\partial}$
Разбор 1 ряда	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Постоянная часть рабочего цикла RS	$\frac{62\pi R}{v_\partial} + \frac{58l_1}{v_\partial} + 30 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{45}{0.7v_n} + 30t_0 + \frac{3.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{7(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$	$\frac{22\pi R}{v_\partial} + \frac{30l_1}{v_\partial} + 16 \frac{(b_k + 0.5)}{v_c} + \frac{24}{0.7v_n} + 16t_0 + \frac{1.5(l + z + h_k)}{v_n} + \frac{3(1+x)^*(b_k + \lambda)}{0.5v_\partial}$
Переменная часть рабочего цикла RS	$\frac{(l_k + \lambda)}{v_\partial}$	$\frac{(l_k + \lambda)}{v_\partial}$
Итого время, затраченное на выполнение рабочего цикла	104 мин.	102 мин.

Рассчитаем затраты дизельного топлива на выполнение технологической операции выемки / возврата контейнера на примере ричстакера FERRARI 258,6. Расход дизельного топлива данной модели составляет 10 л/час. По состоянию на май 2024 г. стоимость дизельного топлива составляла 64,49 руб./литр, или же 0,7 USD. Тогда за один рабочий цикл – 1,7 ч. – при работе по базовому варианту RS израсходует 17,3 л дизельного топлива, что составит 1115,68 руб. и 17 л топлива и 1096,33 руб. по предлагаемому варианту. Тогда за одну рабочую смену затраты топлива для одного RS по базовому варианту составят 69,2 л и 4462,72 руб., по предлагаемому варианту – 68 л и 4385,32 руб. Сравнительная характеристика затрат, связанных с выполнением операции разбора штабеля контейнеров по двум вариантам, приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели затрат по базовому и предлагаемому вариантам

Затраты	Базовый вариант		Предлагаемый вариант		Экономия в расчете на одну едн. техники		
	1 рабочий цикл	1 смена	1 рабочий цикл	1 смена	1 рабочий цикл	1 смена	месяц
Время	104 мин.	416 мин.	102 мин.	408 мин.	2 мин.	8 мин.	4 часа
Затраты диз. топлива	17,3 л	69,2 л	17 л	68 л	0,3 л	1,2 л	36 л
Расходы	1115,7 руб.	4462,7 руб.	1096,3 руб.	4385,4 руб.	19,4 руб.	77,4 руб.	2322 руб.
Внеплановые контейнеры	-	-	1	4	1	4	120

Таким образом, при предлагаемом варианте селективного разбора операционного штабеля один RS за одну рабочую смену затрачивает на выполнение операции на 8 минут меньше, чем при базовом варианте разбора, что позволяет дополнительно осуществить выемку еще четырех контейнеров.

В месяц с одной смены экономия составит 36-ть литров топлива в расчете на единицу перегрузочной техники, что в пересчете равно 4-м дополнительным часа ее работы. При этом будет осуществлена выемка внеплановых контейнеров в расчете на один RS в количестве 120-ть штук.

Выводы

Применение цифрового двойника локальной операции селективной выемки партии контейнеров из операционного штабеля позволяет сократить временные и финансовые затраты на проведение работ в складской зоне контейнерного терминала; повысить производительность труда при перевалке груза с одного вида транспорта на другой.

Экономический эффект достигается за счет того, что RS выполняет операцию переформирования штабеля в строгом соответствии с оптимальной последовательностью управляющих символов, поступающих от компьютерной системы управления портовым контейнер-

ным терминалом. Оптимальная последовательностью управляющих получена через генерацию всех допустимых строк в конечном автомате (цифровая модель) и их сравнительный анализ между собой. Более подробно с методикой анализа допустимых строк с целью нахождения оптимальной управляющей строки для RS можно ознакомиться в [15].

Список литературы

1. Кекиш, Н. А. Изменение пространственной организации железнодорожных терминалов и технического обеспечения терминальной инфраструктуры в условиях роста контейнеризации грузопотока / Н. А. Кекиш // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. – 2022. – № 1(4). – С. 137-148. – EDN INIOTM.
2. Расчет эксплуатационных расходов с учетом транспортно-технологической схемы и параметров оборудования контейнерного терминала / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. А. Радченко, А. Д. Семенов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2024. – № 1. – С. 91-102. – DOI 10.24143/2073-5537-2024-1-91-102. – EDN PDKIAM.
3. Янченко, А. А. Методика анализа технологического процесса обработки груза на контейнерном терминале / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова // Эксплуатация морского транспорта. – 2020. – № 2(95). – С. 20-26. – DOI 10.34046/aumsuomt95/3. – EDN OTCLEF.
4. Соловьева, Е. Е. Оптимизация работы тыловых грузовых фронтов морских контейнерных терминалов: технологический аспект / Е. Е. Соловьева // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта : Материалы Национальной научно-технической конференции с международным участием, Владивосток, 16–17 ноября 2022 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. – С. 146-153. – EDN GAUYKI.
5. Петрова, Е. Е. Архитектура цифрового двойника технологической операции перемещения контейнеров в операционном штабеле / Е. Е. Петрова, Т. Е. Маликова // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXVII Международной научной конференции. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 03–07 июня 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024. – С. 282-287. – EDN HCDSIM.
6. Маликова, Т. Е. Детерминированный конечный автомат поиска контейнеров в штабеле / Т. Е. Маликова, Е. Е. Соловьева, А. Ж. Радочинская // Эксплуатация морского транспорта. – 2022. – № 4(105). – С. 91-100. – DOI 10.34046/aumsuomt105/11. – EDN YTYFIS.
7. Патент № 2817674 С1 Российская Федерация, МПК В65G 59/02. Способ транспортирования контейнеров : № 2023106450 : заявл. 20.03.2023 : опубл. 18.04.2024 / Т. Е. Маликова, Е. Е. Петрова, В. В. Михановин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского.
8. Петрова Е.Е. Планирование перегрузочного процесса терминала на основе цифровизации операции селективного поиска контейнеров в штабеле: Дис. ... канд. техн. наук. 2.9.7. – «Дальрыбвтуз», Владивосток, 2024. – Режим доступа: https://gumrf.ru/useruploads/files/dissovet/d45200303/Diss_Petrova%20E.E.pdf
9. Ганнесен, В. В. Обоснование схемы технологической операции расформирования контейнерного штабеля при автоматизации рабочего цикла автопогрузчика / В. В. Ганнесен, Т. Е. Маликова, Е. Е. Петрова // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 603-616. – DOI 10.21821/2309-5180-2023-15-4-603-616. – EDN XGBBXM.

- 10.Маликова, Т. Е. Разработка системы слежения за импортными грузопотоками, оформляемыми по технологии предварительного информирования в морском пункте пропуска / Т. Е. Маликова, А. И. Филиппова // Морские интеллектуальные технологии. – 2016. – № 4-2(34). – С. 32-36. – EDN VZZVZG.
- 11.Левков, А. А., Использование цифровых двойников для повышения пропускной способности трансграничной инфраструктуры Дальнего Востока / А. А. Левков, Р. Г. Король // Открытые эволюционирующие системы: вектор развития : материалы Седьмой международной научно-практической конференции, Хабаровск, 20–21 ноября 2024 года. – Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 206-211. – EDN GQEQNT.
- 12.Гомбосэд, С. Определение производительности автопогрузчиков на контейнерном терминале / С. Гомбосэд, О. Б. Маликов // Вестник транспорта Поволжья. – 2013. – № 5 (41). – С. 46–52.
- 13.Постановление от 17 октября 2000 года N 76 Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы.
- 14.Маликова, Т. Е. Имитационная модель престакинга на контейнерном терминале морского порта / Т. Е. Маликова, Е. Е. Петрова // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2024. – Т. 16, № 3. – С. 379-390. – DOI 10.21821/2309-5180-2024-16-3-379-390. – EDN ANBMRC.
- 15.Соловьева, Е. Е. Выбор оптимальной последовательности сигналов блока управления при обработке штабеля контейнеров на морском терминале / Е. Е. Соловьева, Т. Е. Маликова // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 426-436. – DOI 10.21821/2309-5180-2023-15-3-426-436. – EDN JTWBZS.

Поступила в редакцию 7 апреля 2025 г.

Научные подходы к исследованию процессов функционирования транспортно-перегрузочных комплексов для контейнеров

Радочинская Анжела Жановна, аспирант, anzhela.radochinckaia@mail.ru

Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток

В работе представлен обзор научных статей в области совершенствования функционирования контейнерных терминалов на основе имитационного моделирования. Источником информации для обзора послужили вторичные научные данные, размещенные в открытой печати. Задачи исследования включали поиск публикаций, соответствующих заявленной тематике, выявление ученых, максимально способствовавших развитию новых научных разработок в данной области исследования, определение научных подходов к изучению процессов функционирования транспортно-перегрузочного комплекса по анализу текстов научных работ.

Ключевые слова: терминал, производственные процессы, погрузо-разгрузочные работы, терминальные операции, имитационное моделирование.

Scientific approaches to research of operation processes of containers transport and handling complexes

Radochinskaia Anzhela Zh., graduate student, anzhela.radochinckaia@mail.ru

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

The paper presents a review of scientific articles in the field of improving operation of container terminals based on simulation modeling. Secondary scientific data published in the open mass media were the source of information for the review. The objectives of the research included searching for publications that correspond to the stated topic, identifying scientists who have contributed most to new scientific developments in this area of research, and determining scientific approaches to studying operation of the transport and handling complex by analyzing the scientific papers.

Keywords: terminal, production processes, load handling, terminal operations, simulation. modelling

Транспортно-перегрузочные комплексы – это сложные системы со своим набором различных изменяющихся параметров, с разнообразными вариантами функционирования, отсутствием полноты информации об исследуемой системе. Поэтому наиболее используемым инструментом их исследования является имитационное моделирование, позволяющее рассматривать большее число альтернатив, улучшать качество принимаемых управленческих решений и наиболее точно прогнозировать их последствия [1, 2, 3]. Применение методов имитационного моделирования в

области управления контейнерных терминалов нашло отражение в работах многих отечественных [4] и зарубежных [5] ученых.

Среди зарубежных исследователей, внесших существенный вклад в развитие теории и практики работы транспортно-перегрузочных комплексов, можно указать труды Mahdi Homayouni [5], Ngoc CT [6], Junliang He [7], Caimao Tan [8], Jianbin Xin [9], Fontes, D.B.M.M. и Homayouni S.M. [10], Yu-Chung Tsao [11], Nicole Kringos [12] и другие.

Среди отечественных авторов можно выделить работы К. А. Аблязова, А. В. Васина, Т. А. Вепринской, А. В. Галина, Ю. Е. Ежова, А. В. Кириченко, Р.Г. Короля, А.Л. Кузнецова, О. Б. Маликова, Е. В. Маловецкой, Н.Н. Майорова, О. Д. Покровской, Г. Б. Попова, А. Д. Семенова, А. Е. Слицана, М. А. Шаповаловой, А. А. Янченко и многих других ученых.

Изучение и критический анализ научных трудов перечисленных авторов позволили определить основные научные направления и подходы к исследованию технологических процессов контейнерного терминала.

Первым научным направлением в данной области исследования является разработка концептуальных основ оптимизации работы контейнерного терминала на основе имитационного моделирования. В научных исследованиях [13, 14] группой ученых под руководством профессоров А.Л. Кузнецова и А.В. Кириченко сформированы обобщенные подходы к решению задач технологического моделирования производственных систем морских терминалов на основе имитационного моделирования.

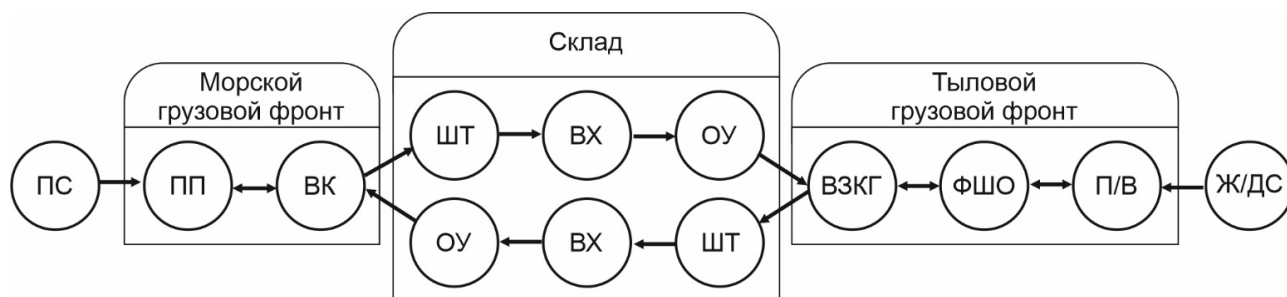
Так в статье [13] предложено на первом этапе моделирования рассматривать исследуемый технологический процесс как модель системы массового обслуживания в виде «черного ящика». Подобный подход позволил исследователям абстрагироваться от многообразия существующих вариантов функционирования контейнерных терминалов и предложить авторский метод для определения характеристик обслуживания на основании только характеристик входного потока и значений пропускной способности системы.

В работе [14] раскрыт второй этап имитационного моделирования технологических процессов контейнерного терминала в виде «белого ящика». Все многообразие существующих вариантов функционирования контейнерных терминалов предложено рассматривать как комплекс бизнес-процессов. Такой подход позволяет не только создать комплексную имитационную модель для оценки потребности терминала в технологических ресурсах, но и выполнить при необходимости анализ отдельных локальных операций. Особенностью имитационного моделирования в парадигме рассмотрения деятельности контейнерного терминала как бизнес-процесса является то, что в сферу моделирования вовлечены не только технологические ресурсы, но и людские ресурсы в виде лиц, принимающих решения.

Методика построения имитационной модели в терминах бизнес-процессов, составляющих деятельность терминала в целом, близка по своей сути к общеизвестному и широко используемому при построении моделей – дискретно-событийное моделирование технологических процессов [15, 16, 17]. Этот подход предполагает выделение отдельных операций, выполняемых технологическим оборудованием, при движении грузопотока между функциональными элементами терминала [18, 19, 20]. Отличительная особенность данного подхода от моделирования в терминах бизнес-процессов – влияние, которое оказывают на технологический процесс лица, принимающие решения, в параметрах имитационной модели не учитывается.

Второе научное направление – разработка имитационных моделей технологических процессов внутри функциональных элементов контейнерного терминала: морского грузового фронта, складской зоны и тылового грузового фронта (рис.). Модели морского грузового фронта подразделяются на имитации процессов распределение судов по свободным причалам, выполнение погрузо-разгрузочных работ на причалах. Модели складской зоны подраз-

деляются на имитации процессов работы технологической линии с целью обоснования оптимального набора используемой при этом перегрузочной техники, функционирования складировующего оборудования при выполнении отдельной локальной операции. моделируемой ситуации в экспериментальных исследованиях: модели с вариацией технологических схем исполнения самой операции и модели с вариацией технологического оборудования в схеме обработки. При моделировании операций тылового грузового фронта используются модели с вариацией технологических схем исполнения исследуемой операции и модели с вариацией технологического оборудования в технологической схеме обработки железнодорожного состава.



Функциональные элементы схемы:

ПС – приход судна в порт.

Морской фронт: ПП – постановка к причалу; ВК – выгрузка/погрузка контейнеров на причал/судно.

Склад: ШТ – штабелирование в зоне хранения контейнерного терминала;

ВХ – временное хранение в ожидании прихода транспортного средства (судно, ж/д состав);

ОУ – оплата услуг контейнерного терминала.

Тыловой фронт: ВЗКГ – вывоз/ввоз контейнеров в зоне комплектации груза;

ФШО – формирование/расформирование штабеля отправки;

П/В – погрузка/выгрузка ж/д отправки.

Ж/ДС – подача ж/д состава под погрузку/выгрузку.

Рисунок – Общая схема обработки контейнеропотока в порту

Обзор моделей морского грузового фронта. Имитационные модели распределения судов по свободным причалам применяются в комплексном анализе взаимодействия морского порта и флота, когда необходимо определить эффективность работы каждой из систем при различном сочетании параметров их взаимодействия [21, 22, 23]. Объектами имитационного моделирования в работах [21, 22] являются входящий в порт поток судов и причалы морского порта. Описываемые в них имитационные модели построены в терминах системы массового обслуживания. Отличительной особенностью модели, представленной в источнике [21], является возможность учитывать при имитации неоднородность как потока заявок от судов на обслуживание, так и ресурсов каждого из причалов, через оценку полезности поступающих заявок для каждого отдельного ресурса [24]. Реализованная таким образом в системе массового обслуживания селективность потоков позволила авторам статьи выполнить многосценарное моделирование судозаходов различной интенсивностей как на основе реальных эталонных данных, так и прогнозных сценариев, выполненных на основе пуассоновского, нормального и гамма-распределений.

Имитационное моделирование процесса взаимодействия морского порта и флота становится актуальным и в связи с развитием морского судоходства в Арктике, где влияние метеорологических условий имеет огромную роль. В работе [23] предложены модели, имитирующие обработку судна, при работе последнего по круговому маршруту, в терминах вероятностного конечного автомата. Особенности работы судна по круговому маршруту с судозаходами в порты и портовые пункты Восточной Арктики подробно изложены в [25, 26]. Алгоритм движения судна описывается следующими последовательными состояниями простейшего автомата: ожидает на рейде порта, обслуживается у причала порта, находится на маршруте следования в следующий порт кругового маршрута [23] и так далее. При наличии одновременно нескольких судов на рейде порта в ожидании обслуживания, их конкуренция за причал приводит к образованию очереди. Наличие возможности появления очереди видоизменяет структуру состояния «ожидает на рейде порта», дополняя функцию переходов конечного автомата таким образом, чтобы пришедшее на рейд судно в случае занятости причала ставилось в очередь, а в случае освобождения причала из очереди выводилось под обработку на нем первое пришедшее судно. Реализация функции переходов с очередью из судов на рейде в виде алгоритмической имитационной модели описана в работе [27]. В такой интерпретации имитационная модель в терминах конечного автомата позволяет учитывать в поведении системы движущихся по своим детерминированным маршрутам судов возможные простои судов при заходе в их общий узловой порт. Помехи в виде неблагоприятных метеоусловий и навигационной обстановки действуют на ходовое время судна в сторону его увеличения. Поскольку они возникают на каждом отдельном круговом маршруте судна, их также необходимо учитывать при проведении имитационных экспериментов. Действие помех указанного рода учитывается в функции переходов автомата следующим образом. Судно не перемещается в следующую позицию, соответствующую расчетному дискретному времени движения судна, а остается в прежней, соответствующей предыдущим суткам [23]. Такое представление описывается уже вероятностным автоматом, в некоторых состояниях которого предусмотрены возможности перехода в следующее положение движения по маршруту или задержки, определяемые своими значениями вероятности наступления.

Имитационная модель, используемая для совершенствования погрузо-разгрузочных работ на причалах представлена в работе [28]. Практическая направленность исследования – поиск ответа на вопрос, насколько необходимо увеличить производительность причального оборудования, чтобы полностью удовлетворить растущий объем грузопереработки на причале. В статье показан способ проведения имитационных экспериментов с целью определения среднего времени ожидания обслуживания судов, среднего числа судов, ожидающих обслуживания, коэффициента загрузки оборудования на причале порта. Причальная система представлена как система массового обслуживания, в которой обрабатываются требования на обслуживание от судов, имеющих случайный разброс момента их подачи. Длительность производства погрузо-разгрузочных работ в модели имеет разброс по времени и может быть константой или изменяться по определенному закону распределения, выбор которого зависит в том числе и от используемого погрузочного оборудования.

Обзор моделей складской зоны терминала. Основными производственными задачами складской зоны является оказание погрузо-разгрузочных услуг грузовладельцам при перемещении их груза по территории транспортного терминала и услуги по его хранению в ожидании транспорта отправки. Оказание качественных погрузо-разгрузочных услуг напрямую зависит от используемого оборудования и применяемых в его работе технологических схем. Имитационная модель формирования оптимального парка портового оборудования для обслуживания технологических линии терминала представлены в [29, 30]. В этой модели формализация процесса функционирования технологической линии при постоянных грузопото-

ках и емкости склада выполнена вложенными сетями Петри. Симуляция процесса работы линии позволяет выявить конфликтные ситуации между используемым оборудованием и способы их разрешения. По результатам имитационных экспериментов принимается решение по выбору портово-перегрузочного оборудования для конкретной технологической линии.

На ряду с имитационными моделями, изучающими взаимодействие технологического оборудования терминала при обслуживании технологических линии, разрабатываются модели поиска оптимальной последовательности действий перегружателя при выполнении локально операции. Так в работах [31, 32] описан процесс моделирования начальной операции транспортировки груза, а именно селективная выемка грузовой партии контейнеров из штабеля в складской зоне. Имитационная модель реализована в виде конечно-автоматного графа функционирования складского оборудования и позволяет разработать алгоритм оптимального управления его действиями.

Кроме имитационных моделей, направленных на решение основных производственных задач складской зоны, имитационное моделирование применяется для поиска оптимального размещения контейнерных штабелей различной конфигурации на ограниченной территории. Например, в работе [33] предложен алгоритм, генерирующий различные технологически допустимые варианты расположения складской зоны терминала, параллельного или перпендикулярного к границам терминала. В результате моделирования получают различные схемы размещения штабелей в складской зоне и соответствующие этим схемам общая вместимость и пропускная способность всего терминала. На основании полученных данных определяют наиболее рациональный вариант расположения складской зоны.

Обзор моделей тылового грузового фронта терминала. Имитационные модели в данном случае разрабатываются для симуляции процесса выполнения наиболее приоритетной операции тыловой зоны – обработка железнодорожного состава [34]. Интерес к этой операции как объекту моделирования обусловлен следующим. Во-первых, данная операция требует высокой производительности, так как в соглашении с железнодорожной станцией есть жесткие условия по срокам обработки железнодорожного состава. Во-вторых, обработка поезда является наиболее трудоемкой технологической операцией, так как связана с выборкой из операционного штабеля контейнеров, составляющих вывозимую через тыловой грузовой фронт железнодорожную партию. Все созданные имитационные модели для оптимизации выполнения операции обработки железнодорожного состава делятся на две группы по виду моделируемой ситуации в экспериментальных исследованиях: модели с вариацией технологических схем исполнения самой операции и модели с вариацией технологического оборудования в схеме обработки. Например, в работе [34] описана постановка численных экспериментов, в процессе исполнения которых выполняется симуляции со следующими вариантами технологической схемы обработки:

- погрузка железнодорожной подачи – осуществляется одновременно с другими операциями. При этом предполагается, что обработка железнодорожного подвижного состава выполняется в течение интервала определенного интервала времени;

- погрузка с абсолютным приоритетом данной операции – предлагает приостановку все операции, кроме погрузки и выгрузки контейнерных платформ;

- погрузка с использованием престакинга – предлагает в промежуток между прибытием железнодорожных подач на паритетных условиях формировать вспомогательный штабель в адрес прибывающего железнодорожного подвижного состава, а по прибытию последнего производить грузовые работы по размещению контейнеров из сформированного штабеля в линию, расположенную вблизи железнодорожно-грузового фронта.

Третье научное направление – разработка имитационных моделей, направленных на исследование взаимодействия элементов производственной системы контейнерного терминала между собой и между ними и внешней средой.

Имитационная модель, применяемая для исследования взаимодействия элементов системы между собой, представлена в работе [35]. На основе дискретно-событийного моделирования и сетевого планирования авторами была изучена природа взаимодействия между основными потоковыми процессами терминала и выполнена их систематизация. Сделан обоснованный вывод, что любой транспортный поток, входящий в производственную систему, порождает множество последовательных транспортно-технологических процессов. Следовательно, при моделировании необходимо учитывать, как формируется эта последовательность. В сервисе данной имитационной модели можно выбрать один из двух вариантов формирования последовательности транспортно-технологических процессов. Первый вариант – один процесс выгрузки связан с множеством процессов погрузки (например, если груз прибывает на судне, а убывает автомобильным и/или железнодорожным транспортом). Второй вариант – множество процессов выгрузки связаны только с одним процессом погрузки (загрузка судна). Иными словами, отличительной особенностью данной модели от других известных моделей (например, [13, 17, 22]) является то, что процесс симуляции для нее построен на принципе объединения и разделения отдельных элементов грузопотока, поступающих на различных видах транспорта.

Рассмотрим группу имитационных моделей, применяемая для исследования взаимодействия элементов системы с внешней средой контейнерного терминала. В работах [36, 37] представлены имитационные модели системы взаимодействия оператора морского грузового терминала с таможенными органами и участниками внешнеэкономической деятельности [38]. В статье [36] предложена имитационная модель на основе вероятностной модели сетевого графика. Данный сетевой график позволяет визуальное представить процесс агрегированных взаимоотношений элементов системы при проведении грузовых операций с предоставлением таможенных услуг по технологии предварительного информирования [39, 40]. Набор параметрических значений в сетевой модели представлен в виде распределения вероятностей. Использование в работе имитационной модели генерации случайно распределенных величин методом Бокса – Мюллера позволил ее авторам применить фундаментальный закон преобразования вероятностей для получения двух независимых нормальных переменных, имеющих стандартное нормальное распределение с нулевым средним и единичным стандартным отклонением. В работе [37] также изучен процесс взаимного влияния элементов системы обработки импортных грузопотоков на контейнерном терминале с использованием предварительного информирования таможенных органов [41]. Но в отличие от проанализированной выше модели [36] для визуального представления процесса агрегированных взаимоотношений элементов системы авторы использовали в этой работе дискретно-событийное моделирование, а процесс симуляции реализовали как систему массового обслуживания [42]. В работах [43, 44] представлены имитационные модели исследования работы железнодорожной станции во взаимодействии с контейнерным терминалом. В данном случае в качестве исследуемой системы авторы рассматривают технологические процессы станции, а в роли внешней среды – технологические процессы грузопереработки на контейнерном терминале морского порта. Имитационная модель, предложенная в [43], позволяет оценить как увеличение прибывающего вагонопотока повлияет на параметры работы железнодорожной станции (перерабатывающая способность, время нахождения вагонов на станции с расчленением по операциям, полная загрузка устройств терминала порта, локомотивов, железнодорожных путей). Симуляция процесса работы станции в моделируемых условиях позволяет проанализировать такие критические ситуации, как непринятие вагонов портом и увеличение количества

прибывающих поездов, определить резервы станции, устойчивость работы, рассчитать предельную вместимость вагонов на железнодорожных путях. В результате моделирования определяются предельные характеристики работы, при которых станция не сможет нормально функционировать и перерабатывать поступающий вагонопоток. Имитационная модель, предложенная в [44], позволяет исследовать влияние неравномерностей (суточных и сезонных) прибывающего на припортовую железнодорожную станцию вагонопотока на перерабатывающую способность терминала. В качестве инструментария для построения модели был применен метод Монте-Карло. В результате имитационных экспериментов, выполняемых на данной модели, определяют дефицит или профицит перерабатывающей способности у конкретного морского порта.

Выводы. В качестве объекта моделирования в научных исследованиях рассматриваются процессы обработки грузопотоков на контейнерном терминале для различных технологических целей, таких как:

- 1) оптимизация системы взаимодействия участников транспортного процесса, координация деятельности всех составляющих элементов системы грузопереработки контейнерного терминала [24, 35, 36, 43];
- 2) оптимизация технологических процессов обработки груза на контейнерном терминале [15, 29, 34];
- 3) планирование и управление локальными операциями контейнерного терминала [31, 32].

Способы универсального описания и задания типовых грузопотоков, форматы описания функциональных операций и требуемого транспортно-технологического оборудования для их выполнения в рассмотренных имитационных моделях говорят о широком использовании процессного подхода в моделировании. Процессный подход к имитационному моделированию производственной системы контейнерного терминала открывает следующие возможности: быстро изменять транспортно-технологическую схему терминала, анализировать взаимодействие потоков в их конкуренции за технологические ресурсы (грузовые фронты, рабочую силу, складские ресурсы, подъемно-транспортное оборудование) и таким образом определять качество предоставляемых терминальных услуг. Изменение качественных и количественных технологических параметров модели позволяет добиться требуемого уровня предоставления терминальных услуг участникам транспортного процесса.

Список литературы

1. Покровская, О. Д. Морфология терминальных сетей / О. Д. Покровская, О. Б. Маликов, М. А. Зачешигрова // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 88-102. – EDN YNBXWB.
2. Хасанов, Д. С. Распределение ресурсов для контейнерных терминалов в реальном времени / Д. С. Хасанов // Информатизация и связь. – 2024. – № 4. – С. 70-77. – DOI 10.34219/2078-8320-2024-15-70-77. – EDN ERIGZN.
3. Тимошек, Е. С. Аналитический обзор моделей и методов в управлении работой флота / Е. С. Тимошек, Т. Е. Маликова // Эксплуатация морского транспорта. – 2021. – № 4(101). – С. 38-51. – DOI 10.34046/aumsuomtl01/7. – EDN GJAWXI.
4. Петрова, Е. Е. Социально-сетевой анализ зарубежных исследований в области автоматизации грузовых контейнерных перевозок / Е. Е. Петрова, В. В. Ганнесен, Т. Е. Маликова // Научные проблемы водного транспорта. – 2024. – № 79. – С. 238-249. – DOI 10.37890/jwt.vi79.491. – EDN VEPGAM.

5. Seyed Mahdi Homayouni, Sai Hong Tang, Omid Motlagh, A genetic algorithm for optimization of integrated scheduling of cranes, vehicles, and storage platforms at automated container terminals, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Volume 270, 2014, Pages 545-556, ISSN 0377-0427, <https://doi.org/10.1016/j.cam.2013.11.021>.
6. Ngoc CT, Xu X, Kim H-S, Nguyen DA, You S-S. Container port throughput analysis and active management using control theory. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*. 2022;236(1):185-195. doi:10.1177/14750902211020875
7. Minghui Wei, Junliang He, Caimao Tan, Jiantao Yue, Hang Yu, Quay crane scheduling with time windows constraints for automated container port, *Ocean & Coastal Management*, Volume 231, 2023, 106401, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106401>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569122003775>).
8. Junliang He, Zhaowei Jin, Caimao Tan, Yu Wang, and Hang Yu *Asia-Pacific Journal of Operational Research* Vol. 38, No. 03, 2140005 (2021) Yard Template Generation in a Container Terminal Considering Time Requirement of Vessel Operation <https://doi.org/10.1142/S0217595921400054>.
9. Jianbin Xin, Rudy R. Negenborn, Cormac, Francesco, Optimal scheduling and routing of free-range AGVs at large scale automated container terminals/ *Journal / series Periodica Polytechnica Transportation Engineering* Volume 44 (3) Pages / Article No.145 – 154, 2016 <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000183049>.
10. Fontes, D.B.M.M., Homayouni, S.M. A bi-objective multi-population biased random key genetic algorithm for joint scheduling quay cranes and speed adjustable vehicles in container terminals. *FlexServManuf J* 35, 241–268 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10696-022-09467-6>.
11. Yu-Chung Tsao, Vo-Van Thanh. A multi-objective mixed robust possibilistic flexible programming approach for sustainable seaport-dry port network design under an uncertain environment. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Volume 124, April 2019, Pages 13-39. DOI: 10.1016/j.tre.2019.02.006.
12. Mohamed Nezar Abourraja, Nicole Kringos, Sebastiaan Meijer. Exploiting simulation model potential in investigating handling capacity of Ro-Ro terminals: The case study of Norvik seaport. *Simulation Modelling Practice and Theory*. Volume 117, May 2022, 102513. DOI: 10.1016/j.simpat.2022.102513.
13. Аналитическая симуляционная модель произвольной системы массового обслуживания / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов, И. В. Русинов // *Морские интеллектуальные технологии*. – 2023. – № 1-1(59). – С. 278-281. – DOI 10.37220/MIT.2023.59.1.037. – EDN XQCKKH.
14. Кузнецов, А. Л. Подход к моделированию контейнерных терминалов на основе бизнес-процессов / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова*. – 2020. – Т. 12, № 6. – С. 1039-1050. – DOI 10.21821/2309-5180-2020-12-6-1039-1050. – EDN OIQJZS.
15. Янченко, А. А. Методика анализа технологического процесса обработки груза на контейнерном терминале / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова // *Эксплуатация морского транспорта*. – 2020. – № 2(95). – С. 20-26. – DOI 10.34046/aumsuomt95/3. – EDN OTCLEF.
16. Вепринская, Т. А. Применение модели массового обслуживания для совершенствования методов оказания транспортных услуг / Т. А. Вепринская, А. Е. Слицан // *Транспортное дело России*. – 2020. – № 4. – С. 179-181. – EDN RGMNGI.
17. Кузнецов, А. Л. Дискретно-событийное моделирование грузовых фронтов контейнерного терминала / А. Л. Кузнецов, А. В. Галин, Г. Б. Попов // *Вестник государственного универ-*

- ситета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 589-602. – DOI 10.21821/2309-5180-2023-15-4-589-602. – EDN TRJAZE.
18. Янченко, А. А. Дискретно - событийная модель в задачах эксплуатации контейнерных терминалов / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 4(85). – С. 25-31. – EDN YRPIID.
19. Васин, А. В. Моделирование оптимальной конфигурации морского порта / А. В. Васин, Д. С. Захаров, Л. В. Анненков // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2019. – Т. 11, № 4. – С. 662-669. – DOI 10.21821/2309-5180-2019-11-4-662-669. – EDN HNYLLX.
20. Янченко, А. А. Разработка модели исследования влияния зонирования контейнерного терминала на эффективность его работы / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова, И. Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9, № 4. – С. 704-713. – DOI 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713. – EDN ZEUQEF.
21. Майоров, Н. Н. Моделирование работы морского пассажирского порта на основе цифровой транспортной модели с учетом различных приоритетов круизных и паромных судов / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов, А. А. Силина // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 197-211. – DOI 10.21821/2309-5180-2024-16-2-197-211. – EDN ANFAKG.
22. Галин, А. В. Имитационное моделирование распределения судов по неоднородным причалам порта / А. В. Галин, Г. Б. Попов, Ю. Н. Андриюшечкин // Речной транспорт (XXI век). – 2021. – № 1(97). – С. 54-57. – EDN UNKKZB.
23. Влияние метеоусловий на взаимодействие флота и порта при работе по линейному расписанию / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов, С. Н. Турусов // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – № 2-1(60). – С. 274-277. – DOI 10.37220/MIT.2023.60.2.034. – EDN ZESXVB.
24. Майоров, Н. Н. Оценка эффективности алгоритма для решения задачи разноприоритетного обслуживания в транспортных системах / Н. Н. Майоров, М. Р. Язвенко // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXVII Международной научной конференции. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 03–07 июня 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024. – С. 261-267. – EDN JJEVSE.
25. Маликова, Т. Е. Математическая модель планирования работы буксирного флота для обработки судов на рейде / Т. Е. Маликова, Е. С. Тимошек // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2021. – Т. 13, № 5. – С. 651-658. – DOI 10.21821/2309-5180-2021-13-5-651-658. – EDN NQSQHA.
26. Тимошек, Е. С. Распределительная модель судов снабжения арктического региона на участке транспортной сети / Е. С. Тимошек, Т. Е. Маликова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2019. – № 60. – С. 213-222. – EDN KPHANZ.
27. Купцов, Н. В. Разработка модели вероятностной оценки пропускной способности морского грузового фронта экспортного угольного терминала / Н. В. Купцов, А. Л. Кузнецов, А. В. Шатилин // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2020. – Т. 12, № 1. – С. 17-34. – DOI 10.21821/2309-5180-2020-12-1-17-34. – EDN OCQYWM.
28. Аблязов, К. А. Использование информационных технологий для имитационного моделирования технологических операций погрузочно-разгрузочных работ на причалах морского порта / К. А. Аблязов, Э. К. Аблязов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 2(83). – С. 5-10. – EDN ZUMFTN.

- 29.Зуб, И. В. Моделирование функционирования транспортного терминала вложенными сетями Петри / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2016. – № 2(36). – С. 41-48. – DOI 10.21821/2309-5180-2016-8-2-41-48. – EDN VTNPYR.
- 30.Зуб, И. В. Модель выбора портового перегрузочного оборудования на основе моделирования технологической линии порта / И. В. Зуб, Ю. Е. Ежов, Н. Н. Стенин // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2020. – Т. 12, № 6. – С. 1016-1028. – DOI 10.21821/2309-5180-2020-12-6-1016-1028. – EDN GTLQDP.
- 31.Маликова, Т. Е. Детерминированный конечный автомат поиска контейнеров в штабеле / Т. Е. Маликова, Е. Е. Соловьева, А. Ж. Радочинская // Эксплуатация морского транспорта. – 2022. – № 4(105). – С. 91-100. – DOI 10.34046/aumsuomt105/11. – EDN YTYFIS.
- 32.Malikova, T. E. Simulation model for controlling loader actions at formation and unloading of the operational stack of a container terminal / T. E. Malikova, E. E. Soloveva // 7th International scientific-practical conference «Simulation and complex modelling in marine engineering and marine transporting systems» (SCM MEMTS-2023) : Труды конференции, Санкт-Петербург; Кронштадт, 22 июня 2023 года. – Санкт-Петербург: НП-Принт, 2023. – Р. 25-30. – EDN ESECJS.
- 33.Автоматизация расчета пропускной способности терминала на основании данных о границах территории / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов, А. М. Сампиев // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – № 2-1(60). – С. 269-273. – DOI 10.37220/MIT.2023.60.2.033. – EDN STQQAB.
- 34.Кузнецов, А. Л. Планирование работы тыловых грузовых фронтов морских контейнерных терминалов методами имитационного моделирования / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2019. – Т. 11, № 2. – С. 243-253. – DOI 10.21821/2309-5180-2019-11-2-243-253. – EDN TAUEUL.
- 35.Семенов, К. М. Методика систематизации процессов в дискретно-событийной имитационной модели морского порта / К. М. Семенов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2013. – № 2. – С. 184-192. – EDN PKWQPQ.
- 36.Шаповалова, М. А. Имитационное моделирование системы взаимоотношений участников транспортно-логистического процесса на морском грузовом терминале / М. А. Шаповалова, А. Д. Семенов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 336-345. – DOI 10.21821/2309-5180-2022-14-3-336-345. – EDN NILVAS.
- 37.Маликова, Т. Е. Модель массового обслуживания импортного грузопотока с применением технологии предварительного информирования / Т. Е. Маликова, А. А. Янченко, И. Н. Вольнов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 280-287. – DOI 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287. – EDN YLFWJN.
- 38.Маликова, Т. Е. Системный анализ взаимодействия участников транспортного рынка при оформлении грузов в морском порту / Т. Е. Маликова, А. А. Янченко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 4. – С. 25-29. – EDN VONRKJ.
- 39.Маликова, Т. Е. Применение технологии предварительного информирования таможенных органов при морских внеплановых грузоперевозках / Т. Е. Маликова, А. А. Янченко // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Ма-

- карова. – 2016. – № 3(37). – С. 33-45. – DOI 10.21821/2309-5180-2016-7-3-33-45. – EDN WBKBYL.
40. Разработка инфологической модели базы данных предварительного информирования таможенных органов для судоходной компании / А. И. Азовцев, Т. Е. Маликова, А. И. Филиппова, А. А. Янченко // Морские интеллектуальные технологии. – 2016. – № 3-1(33). – С. 327-332. – EDN YLOGQN.
41. Янченко, А. А. Алгоритм оформления судна в порту по технологии предварительного информирования таможенных органов в условиях свободного порта Владивосток / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова, А. В. Кузьмин // Территории опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации и свободный порт Владивосток : сборник научных трудов X Региональной научной конференции, посвященной 25-летию ФТС России, Владивосток, 05–06 октября 2016 года. – Владивосток: Владивостокский филиал Российской таможенной академии, 2016. – С. 257-262. – EDN YGMSNB.
42. Янченко, А. А. Экспериментальные исследования влияния зонирования контейнерного терминала на эффективность его работы в условиях свободного порта Владивосток / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова, Д. А. Оськин // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 57-67. – DOI 10.21821/2309-5180-2019-11-1-57-67. – EDN ZDUVZR.
43. Король, Р. Г. Обоснование математического аппарата для моделирования работы железнодорожной станции во взаимодействии с портом / Р. Г. Король // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2013. – Т. 2. – С. 57-63. – EDN SEEXKP.
44. Маловецкая, Е. В. Возможности корректировки вагонопотоков в адрес морских портов по средствам имитационного моделирования / Е. В. Маловецкая // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2022. – Т. 16, № 10. – С. 36-42. – DOI 10.36724/2072-8735-2022-16-10-36-42. – EDN ZLQWJE.

Поступила в редакцию 18 марта 2025 г.

Способы адаптации механизма международных взаиморасчетов транспортно-логистического бизнеса в условиях санкционного давления

Осипов Алексей Викторович ¹, доцент, к.э.н., osipov_av2010@mail.ru

Васильева Анастасия Андреевна ², магистр, anastasiavasilyeva_2002@mail.ru

¹ Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток

² Педагогический университет Центрального Китая, г. Ухань

Рассматриваются вопросы усложнившихся трансграничных расчетов в валютах России, США, ЕС и Китая между Россией и Китаем (КНР), также системы санкционных мер применяемые странами Запада к России и систему вторичных санкций к государствам, организациям осуществляющим и продолжающим сотрудничество и взаимодействие с Российскими компаниями и физическими лицами находящимися под санкциями. Рассмотрены некоторые технологии и механизмы осуществления транзакций.

Ключевые слова: торговля с Китаем, товарооборот с Китаем, 14-й пакет санкций против России, упреждающий менеджмент, форсайт-технологии в финансовом планировании.

Problems of organizing strategic management of cross-border payments in modern sanctions conditions

Osipov Alexey Viktorovich¹, Associate Professor, Ph.D. in Economics, osipov_av2010@mail.ru

Vasilyeva Anastasia Andreevna², master's degree, anastasiavasilyeva_2002@mail.ru

¹ Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok

² Central China Normal University, Wuhan

The issues of more complicated cross-border payments in the currencies of Russia, the USA, the EU and China between Russia and China (PRC) are considered, as well as the systems of sanctions measures applied by Western countries to Russia and the system of secondary sanctions to states, organizations that carry out and continue cooperation and interaction with Russian companies and individuals under sanctions. Some technologies and mechanisms for carrying out transactions are considered.

Keywords: trade with China, trade turnover with China, 14th package of sanctions against Russia, proactive management, foresight technologies in financial planning.

Противоречия глобализации, стремительное технологическое и экономическое развитие ряда стран формирует трансформации в политико-экономической сфере и изменение центров

силы. Экономический и политический потенциал центров силы обуславливает агрессивную политику в отношении потенциально менее развитых экономик. К одним из них можно отнести и «санкции».

Санкция (от лат. «sanctio» - строжайшее постановление) – это мера воздействия или способы, применяемые к нарушителям установленных норм: экономическому агенту (физическому или юридическому лицу, отрасли хозяйства или государству) и влекущая за собой определенные последствия. По форме закрепления санкции могут быть выражены в виде штрафа, запрета, ограничения каких-либо операций [1].

Наиболее используемыми мерами воздействия блокирующих санкций США, ЕС в отношении России являются заморозка активов в США и ЕС, запрет совершения финансовых операций и сделок, запрет въезда на территорию США и ЕС для физических лиц. Наиболее активно к использованию экономических санкций прибегает гегемон мировой экономики США, что объясняется доминирующей ролью американского доллара в глобальной экономике и вовлеченностью глобальных игроков в долларовую валютную систему, так, например, более 60% глобальных валютных резервов хранятся в американской валюте. Высокая доля долларовых международных расчетов повышают возможности по установлению требований по применению валюты и выявлению нарушений режимов санкций внутри страны и в мировой финансовой системе, сводя к минимуму вероятность обхода санкций.

Влияние США настолько велико и экстерриториально, что инструмент вторичных санкций в отношении «третьих лиц» становится гораздо более эффективным инструментом давления. Вторичным санкциям подвергаются организации и физические лица осуществляющие экономические отношения с под санкционной организацией. Вторичные санкции также реализуются через механизм денежных штрафов против компаний-нарушителей. Данная мера является более мягкой и гибкой по сравнению с блокирующими санкциями, ее цель в пресечении нарушений санкционного режима.

Россия подверглась наиболее серьезным санкциям со стороны США и ЕС начиная с 2014 года в связи с аннексией Россией Крыма в 2014 году и событиями на Донбассе. Наиболее существенными можно считать, анонсированные 12 июня 2024 года Управлением по контролю за финансовыми активами США, и заключающиеся в ограничения доступа к американскому программному обеспечению и IT-услугам, а также затрагивающие более 300 физических и юридических лиц в России и за ее пределами (на Ближнем Востоке, в Европе, Африке, Центральной Азии, странах Карибского бассейна), оказывающих содействие военно-промышленному комплексу России и помогающим ей в обходе санкционных ограничений. Также были приняты дополнительные меры, повышающие риски вторичных санкций для иностранных финансовых институтов, связанных с российским военно-промышленным комплексом. Данные ограничения направлены на финансовый, оборонный, производственный, технологический и горнодобывающий и имеющие целью снижения будущих доходов России от экспорта сжиженного природного газа. Примечательно, что данные ограничения направлены именно на будущие поставки и доходы России.

Не смотря, на то, что ряд организаций подверглись санкциям других государств, данный пакет санкций впервые эффективно ударил по финансовому сектору экономики России. Так, под санкции попали Московская биржа, Национальный Клиринговый Центр, АО «Национальный Расчетный Депозитарий», Страховая компания газовой отрасли «Согаз», АО «Российская национальная перестраховочная компания» (РНПК). Результативность пакета обусловлена включением в SDN-List (Sanctions List Search) офисов ПАО «Промсвязьбанк» в Пекине (КНР), Бишкеке (Кыргызская Республика) и Нью-Дели (Индия); офисов Внешэкономбанк в Пекине (КНР) и Мумбаи (Индия); офисов Сбербанка в Пекине (КНР), Нью-Дели и Мумбаи (Индия); офисов Банка ВТБ в Нью-Дели (Индия), Пекине и Шанхае (КНР); ЗАО

«ВТБ Капитал Холдингс» в Гонконге (КНР).

В развитие инициативы Управления по контролю за финансовыми активами США 24 июня 2024 года Советом ЕС был принят 14-й пакет санкций против России [2]. Меры в рамках 14-го пакета направлены против энергетического, финансового, транспортного и торгового секторов российской экономики. Введены дополнительные механизмы контроля, что еще сильнее, по мнению Совета ЕС, будет способствовать усложнению возможности нарушений режима санкций ЕС со стороны как российских лиц, так и лиц из третьих стран, таких как Китай, Киргизия, Турция, ОАЭ, Казахстан, Израиль. Расширен перечень физических и юридических лиц, в отношении которых введены блокирующие санкции ЕС.

Ранее в статье «Менеджмент «удобного флага» при формировании флота РФ» [3] авторами было выдвинуто предположение о подобном развитии санкционного давления как исключение из хозяйственного оборота находящихся в теневом секторе экономики средств флота и совершенно закономерно - оперирующих ими офшорных организаций.

И наконец, 10 января 2025 года США вводят, на наш взгляд, одни из наиболее эффективных санкций - против реального средства международной торговли, против торговых и нефтеналивных и др. судов, а также против крупнейших нефтяных отечественных компаний «Сургутнефтегаз» и «Газпром нефть».

Так, на сегодня, в разной степени обусловленной каждой из волн санкций, для отечественного бизнеса сформирована острейшая операционная проблема международных валютных переводов и платежей. В результате первых антироссийских санкций, начиная с 2022 года, многие иностранные компании, включая китайские, турецкие, европейские, гонконгские, отказались принимать деньги из России в оплату внешнеэкономических контрактов. С введением 14-го пакета санкций воздействию подвергся организационный банковский механизм транзакций и взаиморасчетов. установлен запрет на транзакции с кредитными и финансовыми учреждениями за пределами США и ЕС, а также поставщиками криптоактивов.

Необходимо обозначить, что санкции достаточно последовательны: в первую очередь нарушена система прохождения банковских операций, в результате которой активизирована разработка единой платёжной системы BRICS Pay, во вторую очередь, в 2024 году, осуществляется последовательное воздействие на механизмы обхода ранее наложенных ограничений, т.к. ранее российский банковский сектор адаптировался и создал дочерние компании в Китае и других странах.

В данном механизме именно вторичные санкции превратились в один из ключевых политических и экономических рисков для зарубежных партнеров отечественного бизнеса. Вторичные санкции представляют собой ограничительные меры в отношении лиц из третьих стран, взаимодействующих, имеющих связь и действующих в интересах находящихся под первичными санкциями лицами, или участвующие в их обходе [4].

Достаточно популярна в последнее время, в силу обилия свежих санкций, тема использования криптовалют для международных транзакций. Их популярность обусловлена децентрализацией и не зависимостью от правительств и других регулирующих органов.

Правительство России осуществляет попытки урегулировать трансграничные взаиморасчеты посредством электронных денег и их аналогов. Так с 01 сентября 2024 года вступил в действие Федеральный закон от 08.08.2024 №223-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» которым Банк России наделяется полномочиями по установлению экспериментальных правовых режимов в сфере цифровых инноваций для осуществления операций с цифровыми валютами в рамках внешнеторговой деятельности, а также в целях проведения организованных торгов цифровой валютой [5].

В целях же осуществления сделок с цифровой валютой в рамках внешнеторговой деятельности положения соответствующей программы экспериментального правового режима

должны предусматривать особенности использования цифровой валюты в качестве средства платежа по внешнеторговым договорам и контрактам, права и обязанности резидентов и нерезидентов при осуществлении ими валютных операций с цифровой валютой, определения требований к деятельности оператора электронной платформы по оказанию услуг расчетов, а также права и обязанности органов и агентов валютного контроля [6].

В рамках реализации эксперимента сформирована фокус-группа для экспериментальных трансграничных расчетов в криптовалюте, в которую вошли несколько банков и импортеров — членов Торгово-промышленной палаты России (ТПП) и Ассоциации разработчиков и производителей электроники (АРПЭ). На сколько можно судить из опубликованной информации решение, в первую очередь, предназначено для стратегических отраслей, осуществляющих значимые в государственном масштабе виды внешнеторговой деятельности [7].

Продолжая сложившуюся в серии авторских статей традицию прогнозов, и в этот раз можно попробовать спрогнозировать прямое и вторичное санкционное воздействие на операторов и собственников технической и информационной IT-инфраструктур, обслуживающих системы цифровых транзакций и накоплений. Предполагаем также вторичное санкционное давление на контрагентов, включенных в цепь крипто-расчетов, в т. ч. те же банки Китая, Киргизии, Турции, ОАЭ, Казахстана и Израиля. Особенно принимая во внимание способствующую этому обстановку - инициативную готовность крупнейших американских и европейских криптобирж (например Coinbase) блокировки десятков тысяч аккаунтов, принадлежащих организациям и гражданам России, подозреваемым в незаконной деятельности.

Рассмотренные выше обстоятельства легли серьезным бременем на российский бизнес, включая дистрибьютеров техники, фруктов и овощей экспортеров стратегических ресурсов, транспортно-логистический сектор. Создана кризисная ситуация в сфере трансграничных платежей и переводов, заключающаяся в неопределенности результата прохождения платежей, сроков платежей, стоимости банковских услуг, в свою очередь влияющая на исполнение и завершенность обязательств, стратегических и долгосрочных договоренностей.

Технически бизнес подстраивается под различные механизмы давления формируя рискованные и как правило высокие по себестоимости решения. При этом, не смотря на широкое обсуждение острых вопросов, авторам не известно о сформированных резолюциях, рекомендациях по снижению негативных санкционных последствий для бизнеса, выработанных союзами и объединениями предпринимателей, созданных для представления и защиты их интересов, развития предпринимательства и внешнеторговой деятельности [8, 9]. Складывается впечатление, что бизнес остался наедине с проблемой, без государственного регулирования, без координации.



Рисунок 1 - Применяемые в текущее время механизмы международных расчетов
(составлено авторами)

На рисунке 1 представлены механизмы осуществления трансграничных взаиморасчетов между участниками внешнехозяйственной деятельности, используемые в настоящее время. Раскрытие составляющих механизма имеет скорее функциональную очерченность, нежели строгую содержательность. Данные сведения сформированы авторами из материалов открытых источников и не являются чьей-либо коммерческой и корпоративной тайной.

Наиболее используемым в настоящее время является использование банков Китая, при этом наиболее эффективным становится сотрудничество с региональными банками Китая, т.к. именно крупные китайские банки прежде всего заинтересованы в сохранении отношений с США и ЕС избегают сотрудничества с российскими компаниями из-за риска вторичных санкций. Взаимодействие с банками Китая позволяет снизить риск отказа от проведения платежей, минимизировать бюрократические процедуры, заключать контракты с указанием расчетов в юанях, использовать китайскую национальную валюту для обхода долларовых расчетов, перенос расчетов с использованием SWIFT на платформу CIPS. Использование локальных банков Китая требует знания местного законодательства и экономической среды, зачастую привлечение экспертов и консультантов по китайским банковским практикам.

Также одним из используемых механизмов является использование офиса ВТБ в Шанхае. ВТБ-Шанхай функционирует как связующее звено между российскими и китайскими компаниями, предлагая банковские услуги, включая валютные расчеты и финансирование. ВТБ-Шанхай интегрирован с китайской международной платежной системой CIPS, что позволяет обходить SWIFT для расчетов. Использование механизма обеспечивает удобство проведения расчетов и ускорение обработки транзакций. Спецификой являются высокая стоимость банковского обслуживания (в размере 3-4%) и значительное время на открытие счета китайским партнёром (от одного месяца), к примеру в России счёт открывается менее чем за одну неделю. Банк предлагает поддержку внешнеэкономической деятельности в формах аккредитивов, гарантий и кредитов, а также поддержку трансграничных проектов

Использование «агентской схемы» посредством платежных агентов для обхода санкций является одним из эффективных методов, особенно для компаний, которые сталкиваются с

отказами в проведении транзакций через традиционные банковские механизмы. Платежные агенты действуют как посредники для проведения расчетов через третьи страны, не подверженные санкциям. Использование «агентской схемы» требует выбора надежного платежного агента, с положительной репутацией и успешной историей работы и не участвующего в санкционных инициативах. Небольшие сроки расчетов, минимизация риска возврата платежей. Риски работы напрямую связаны с отсутствием или недостатком информации о сети участников и участвующих в ней контрагентах. Использование данной схемы влечет высокие риски утраты денег, высокие тарифы обслуживания, например более USD 50 000 в месяц, дополнительные расходы на конвертацию в валюту третьей страны и не менее 5% комиссии. Расчеты через юрисдикции третьих стран можно считать частью «агентской схемы», осложняющей прямую связь транзакций к российским банкам и идентификацию российских организаций. Как отдельную схему или схему в составе «агентской» можно рассматривать сегментацию платежей и изменение назначения платежей, что влечет нарушение валютного контроля, таможенного законодательства и к последующим негативным правовым последствиям.

Эффективным инструментом для проведения расчетов с минимальным риском международного влияния является открытие расчетного счета в российских банках, имеющих иностранных бенефициаров, такие банки обычно используют гибкие международные практики и обладают опытом работы в трансграничных расчетах.

Организация расчетов в виде обмена товарами или услугами, минуя денежные переводы, с фиксированной стоимостью поставок и осуществлении встречных эквивалентных поставок. Внешнеторговые бартерные сделки позволяют осуществлять упрощенный порядок расчета между участниками сделки, исключить валютные расходы и финансовые издержки реализации товаров в кризисных условиях.

Новой тенденцией последних лет стали криптовалютные платежи, до некоторого времени являющиеся эффективным инструментом для обхода санкций и ускорения расчетов. Использование криптовалютных платежей сопряжено с необходимостью проверки репутации и лицензии криптоагента, его регистрации в странах с мягким регулированием криптовалют. Приоритетным является использование стейблкоинов, таких как USDT, USDC или DAI, привязанных к стоимости фиатных валют. Использование криптовалют позволяет формировать смарт-контракты, автоматизирующие выполнение условий сделки.

Использование расчетных счетов китайских поставщиков в российских банках, также является эффективным инструментом минимизации рисков санкций и упрощения трансграничных расчетов. Для использования механизма требуются согласование с поставщиком возможности открытия счета в одном из российских банков и подготовка ряда учредительных документов, документов по контракту и дополнительно «ИНН нерезидента» в ФНС России. Также в России действуют дочерние структуры таких крупнейших китайских банков, как: ICBC, Bank of China, China Construction Bank и Чайнасельхозбанк.

Рассмотренные ранее макроэкономические показатели, в части фактора экспортной моноориентированности Китая и месте России в международной экономике, подводят к пессимистичной оценке ближайшего будущего внешнеэкономических отношений России. Развитие мировых финансов в условиях имманентной неопределенности будущего контекста обуславливает необходимость совершенствования прогнозирования на основе антропоцентричного междисциплинарного подхода [10].

В качестве вывода можно резюмировать, что сегодняшняя экономическая общественная и финансовая ситуации сформировали в предпринимательском сообществе способность продолжать активную предпринимательскую деятельность путем постоянных скоординированных реакций в финансовой сфере и саморегуляции, направленные на поддержание динами-

ческого равновесия организации как системы. При этом принимаемые меры на национальном уровне являются тактическими и не обеспечивают качественное позиционирование отечественного транспортно-логистического бизнеса, его развитие и формирование конкурентного преимущества по отношению к иностранным транспортно-логистическим компаниям и особенно в отношении крупных международных холдингов.

В экономической борьбе побеждает только тот, кто обеспечивает наиболее эффективную национальную экономику. Это такая экономика, которая дает бóльший потребительский эффект, а также минимальные издержки по производству продукции, идущей на внешний рынок. Пассивные методы борьбы с санкциями в виде поиска путей обхода, юридических казусов и прочих «кривых путей» не могут рассматриваться как стратегический успех руководства, так как это все может рассматриваться только как временные паллиативные меры. Как успех не может рассматриваться и «параллельный импорт», формирующий риски теневизации и криминализации экономики [11]. Также возможное возвращение крупных игроков не укрепит национальную экономику, а скорее, ввиду высокой конкурентоспособности, «поглотит» часть национальных компаний.

В России тем не менее разрабатываются или, точнее, рассматриваются варианты активных контрмер. К ним следует отметить государственные системы мер по продвижению товаров на внешнем рынке, включая указы Президента, разработанные в качестве контрмер, определяющие новые целевые рынки, направления развития науки и техники и совершенствования на этой основе экспортной продукции, также «государственный заказ» и пр.

На уровне предприятий и организаций в рамках стратегического планирования необходимо упреждающе внедрять достижения НТП и НИОКР, обеспечивающие удешевление производства продукции в расчете её потребительной ценности относительно конкурентов на целевом рынке. В системах управления все большее значение приобретают конференциальные и коллективные механизмы управления, позволяющие формировать большие и гибкие хозяйственные структуры способные противодействовать вызовам международного агрессивного воздействия.

Список литературы:

1. Ресурс свободной энциклопедии Википедия. Ресурс сети интернет: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 15.02.2025).
2. Обзор 14-го пакета санкций ЕС. Информационно-аналитический портал группы компаний Б1. Ресурс сети интернет: <https://b1.ru/insights/law-messenger/14th-eu-sanctions-package-4-july> (дата обращения: 15.02.2025).
3. Осипов, А.В., Осипов, В.А. Менеджмент «удобного флага» при формировании флота РФ. Теория и практика общественного развития. 2024. № 4. С. 137–143.
4. Тимофеев, И.Н. Вторичные санкции США на российском направлении: опыт эмпирического анализа // Сравнительная политика, Т. 15, № 1, 2024, с. 95–114.
5. Федеральный закон от 08.08.2024 N 223-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. Доступ из инф.-правовой системы «Гарант». (дата обращения: 15.02.2025).
6. Федеральный закон от 08.08.2024 N 223-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. Доступ из инф.-правовой системы «Гарант». (<https://www.consultant.ru/law/hotdocs/85889.html>.)
7. РБК, информационное агентство ООО «Интерфакс-ЦРКИ», <https://www.rbc.ru/crypto/news/66e92b009a79476fcede3139?from=copy>

8. Материалы круглого стола МТПП «Как экономические санкции влияют на российский бизнес?» от 28 ноября 2024. Портал Российского совета по международным делам (РСМД). [Электронный ресурс]. https://russiancouncil.ru/news/rsmd-na-kruglom-stole-mtpp-kak-ekonomicheskie-sanktsii-vliyayut-na-rossiyskiy-biznes-/?sphrase_id=167095645
9. Материалы круглого стола «Валютные платежи в условиях санкций». [Электронный ресурс]. <https://rspp.ru/events/activities/kruglyy-stol-valyutnye-platezhi-v-usloviyakh-sanktsiy--35255/>.
10. Соколов, А.В. Форсайт: взгляд в будущее / Foresight: A Look Into the Future March 2007 Foresight-Russia 1(1):8-15).
11. Берест, В. И. Параллельный импорт в современной России: риски, практика применения и перспективы на 2025 год / В. И. Берест // Инновации. Наука. Образование. – 2024. – № 109. – С. 13-22. – EDN FCRFMO.

Поступила в редакцию 20 марта 2025 г.

ВЕСТНИК МОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск 98 / 2025

Дата выхода в свет – 17 апреля 2025 г.
Выходит четыре раза в год.

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

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

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