

DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-1-57-67

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE IMPACT OF A CONTAINER TERMINAL ZONING ON ITS OPERATION EFFICIENCY UNDER THE CONDITIONS OF THE FREE PORT VLADIVOSTOK

A. A. Yanchenko, T. E. Malikova, D. A. Oskin

Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoi,
Vladivostok, Russian Federation

Technological improvements in material handling at seaports is a complex, multi-stage process with a large, inhomogeneous structure of input-output parameters, and a possible return to initial calculation stages. Mathematical modeling and numerical experiment, replacing a real experiment, contribute to speed up this process and bring it to a higher quality level. The analysis of the research works reveals a new process approach-based methodology for improving cargo handling technologies in operating port. This approach became a base for the mathematical models construction for the import cargo handling technology at the container terminal under the preferences of the Free Port of Vladivostok. The mathematical models implementation of import container flow control system at sea terminal under the real conditions (the base version) and proposed conditions (with use of warehouse-zoning logistic technology according to the Pareto principle within the preliminary informing of maritime transport regulatory authorities) is performed on the discrete event simulation platform – MATLAB / Simulink. The universal description of possible import freight routes through the terminal provides low labor intensity of the experiments planning and changing the transport and technological pattern of the analyzed process in a more flexible way. The results of numerical experiments on evaluating the container terminal operation showed a significant advantage of the proposed flowchart of import container cargo handling (reduction of cargo storage time in the storage area). The simulation experiment results demonstrate that the zoning technology implementation according to the Pareto principle at the seaport container terminal (if the vessel has permission according to the preliminary informing technology of the state regulatory authorities) is possible.

Keywords: cargo terminal, technological operations, import cargo flow, simulation, numerical experiment, preliminary informing.

For citation:

Yanchenko, Anna A., Tatiana E. Malikova, and Dmitry A. Oskin. "Experimental studies of the impact of a container terminal zoning on its operation efficiency under the conditions of the free port Vladivostok." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.1 (2019): 57–67. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-1-57-67.

УДК 656.073.235: 656.073.28

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЗОНИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОГО ПОРТА ВЛАДИВОСТОК

А. А. Янченко, Т. Е. Маликова, Д. А. Оськин

Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского,
Владивосток, Российская Федерация

В статье рассмотрен вопрос совершенствования технологии организации и управления перегрузочными процессами в портах, являющийся сложным многоступенчатым творческим процессом с большим неоднородным составом входных и выходных параметров, а также возможным неоднократным возвратом на начальные ступени расчета. При этом математическое моделирование и численный эксперимент, заменяя натурный эксперимент, позволяют ускорить этот процесс и вывести его на более качественный уровень. Выполненный анализ трудов различных авторов дает возможность сделать вывод о формировании новой методологии проектирования систем управления и совершенствования технологических операций обработки груза в уже работающем порту на основе процессного подхода. Этот подход и послужил

основой для построения математических моделей исследуемых технологий обработки импортных грузопотоков на контейнерном терминале в условиях предпочтений Свободного порта Владивосток на основе имитационного моделирования. Реализация математических моделей системы управления импортным контейнерным потоком на морском терминале в существующих условиях функционирования (базовый вариант) и предлагаемых условиях (с использованием логистической технологии зонирования складских площадей по принципу Парето в рамках предварительного информирования контролирующих органов на морском транспорте) выполнена на платформе инструментария дискретно-событийного имитационного моделирования пакета MATLAB / Simulink. Универсальный формат описания возможных маршрутов прохождения импортного грузопотока через терминал, используемый при моделировании, обеспечивает низкую трудоемкость планирования экспериментов, позволяя гибко менять транспортно-технологическую схему анализируемого процесса. Результаты численных экспериментов оценки работы контейнерного терминала показали существенное преимущество (сокращение времени фактического нахождения груза в зоне хранения) предложенной последовательности технологических операций обработки импортного контейнерного потока. На основе имитационного эксперимента был сделан вывод о возможности реализации технологии зонирования по принципу Парето на контейнерном терминале морского порта (при условии оформления судна по технологии предварительного информирования государственных контрольных органов).

Ключевые слова: грузовой терминал, технологические операции, импортный грузопоток, имитационное моделирование, численный эксперимент, предварительное информирование.

Для цитирования:

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 имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 1. — С. 57–67. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-1-57-67.

Введение (Introduction)

В Морском государственном университете имени адмирала Г. И. Невельского проводятся исследования [1]–[3], связанные с разработкой новых технологий обработки импортных грузопотоков на контейнерных терминалах в связи с введением в действие Федерального закона «О свободном порте Владивосток» (СПВ)¹. В частности, исследуется возможность организации работы контейнерного терминала по переработке контейнерных грузопотоков с использованием логистической технологии зонирования складских площадей по принципу Парето в рамках предварительного информирования контролирующих органов на морском транспорте. При этом предварительное информирование, ставшее для морского транспорта обязательным, согласно п. 22 ст. 212-ФЗ, рассматривается как условие внешней среды, позволяющее изменять технологические процессы внутрипортовой обработки груза. Предложенная технология предполагает за счет разделения зон терминала на «холодную» и «горячую» целенаправленно при выгрузке делить грузопоток, прибывший на конкретном судне, на потоки, требующие проведения таможенного осмотра (около 20 % грузопотока) и не требующие такового (около 80 %), и распределять их по этому признаку в соответствующие зоны хранения — горячую и холодную соответственно.

В ходе научного исследования была выдвинута гипотеза о внедрении технологии зонирования, которая может дать экономический эффект за счет рационального распределения грузопотока на складе, сокращения внутрипортовых транспортных операций по обеспечению проведения контрольных мероприятий и, как следствие, увеличить производительность терминала за счет сокращения времени фактического нахождения груза в зоне хранения. Для подтверждения или опровержения гипотезы и определения условий рационального управления грузопотоком на контейнерном терминале при организации двухзвенной системы зонирования был выполнен ряд численных экспериментов на основе имитационного моделирования. Следует отметить, что совершенствование технологий организации и управления перегрузочными

¹ О свободном порте Владивосток: Федеральный закон от 13.07.2015 N 212-ФЗ (ред. от 03.07.2016) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182596/ (дата обращения: 10.02.18).

процессами в портах — сложный многоступенчатый творческий процесс с большим, неоднородным составом входных и выходных параметров, а также возможным неоднократным возвратом на начальные ступени расчета. При этом математическое моделирование и численный эксперимент, заменяя натурный эксперимент, позволяют ускорить этот процесс и вывести его на более качественный уровень.

Обзор научных источников, как российских, так и зарубежных, показал, что наиболее востребованное направление исследования сложных систем портов и портовых терминалов, связанное с их проектированием, эксплуатацией и управлением, базируется на методах теории массового обслуживания. Среди зарубежных авторов можно выделить работы С. Tan, J. He [4], L. Wang, X. Zhu [5], Ж.-П. Родригэ [6], Т. Ноттебум [7], П. Хестер [8] и др. Исследованию перспектив развития контейнерных перевозок в целом и на примере отдельных российских портов в частности с использованием различных методов моделирования посвящены труды [9], [10]. Так, в статье [9] представлена методика обоснования контейнеропригодности грузов региона и планирование потребности региона в контейнеризации на основе имитационного моделирования. В работе [10] проанализировано состояние и представлены перспективы развития контейнерных перевозок в порту Новороссийск на основе статистического моделирования. На основе имитационного моделирования с применением интеллектуальных систем были выполнены численные эксперименты при изучении вопросов взаимодействия морского и железнодорожного транспорта, их «стыковка» при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ в морском порту [11], [12], а также исследован процесс управления перевозками грузов с использованием информационной системы предприятия морского транспорта [13], [14].

Фундаментальные научные исследования в области эксплуатации морских терминалов, совершенствования технологических процессов работы порта, технологического проектирования порта и контейнерных терминалов с использованием методов математического моделирования представлены в трудах профессоров А. Л. Кузнецова и А. В. Кириченко [15]–[21]. В статьях [15]–[17] выполнен обзор возможностей проектирования, создания и эксплуатации сложных производственных объектов, таких как морской порт и терминал, на основе различных математических моделей (расчетно-аналитических, статистических испытаний, генерации вероятностных сценариев, имитационных моделей). Практические результаты исследования изложены в статьях [18]–[21]. Так, на основе имитационного моделирования и численного эксперимента разработан метод оценки количества причалов для размещения навалочных грузов [18]; выполнен расчет всех возможных грузопотоков, требующих обработки в порту, и описаны маршруты прохождения различных типов грузов через терминал порта, в том числе контейнерный терминал типа «сухой порт» [19], [20]; предложен метод оценки производительности технологических операций при планировании и нормировании операционной деятельности терминала порта исходя из их длительности [21].

Анализ трудов указанных ранее авторов позволил сделать вывод о формировании новой методологии проектирования систем управления и совершенствования технологических операций обработки груза в уже работающем порту (в том числе при наличии различных внешних граничных условий) на основе процессного подхода [22]. Процессный подход к моделированию систем массового обслуживания (СМО) порта и портовых терминалов, апробированный в этих работах и давший положительные результаты, был принят за основу представленного исследования.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Эмпирические исследования предложенной системы управления контейнерным потоком выполнены на основе дискретно-событийного имитационного моделирования, позволяющего оценить степень влияния предварительного информирования и зонирования контейнерного терминала на ускорение технологического процесса с момента выгрузки до фактического вывоза контейнеров с территории порта. В качестве инструмента для проведения сравнительного анализа

работы контейнерного терминала при различных условиях функционирования были разработаны три модели СМО, рассмотренные в статьях [23]–[25]. *Первая модель* — модель базового варианта (применяется классическая технология обработки контейнеров без учета возникших изменений во внешней среде функционирующей системы) [23]. *Вторая модель* — модель варианта терминальной обработки контейнерного потока при условии внешней среды (предварительном информировании государственных контрольных органов) [24]. *Третья модель* — предложенный вариант изменения элементов технологического процесса посредством внедрения логистической технологии зонирования [25].

Реализация моделей была выполнена на платформе инструментария дискретно-событийного имитационного моделирования пакет MATLAB / Simulink (версия R2017b) с использованием прикладной библиотеки SimEvents. Данный пакет прикладных программ был выбран исходя из того, что важной опцией для создания системы управления потоковыми процессами на контейнерном терминале является визуализация процесса наблюдения за движения объектов в системе, а также наличие удобного адаптированного интерфейса для поддержки моделирования потока объектов. Обобщенная схема проектируемой модели представлена на рис. 1.

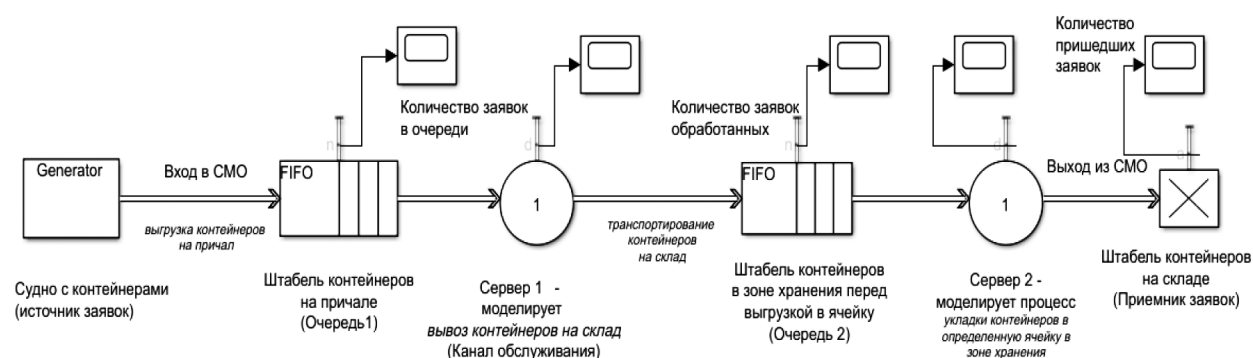


Рис. 1. Схема проектируемой модели СМО в общем виде

Входные данные и правила обслуживания заявок в эксперименте определяются исходя из основных параметров исследуемого терминала (площади терминала, контейнероёмкости, наличия терминальной техники и оборудования для обработки прибывающего контейнерного потока). При моделировании эти данные заносятся посредством диалоговых окон в характеристики каждого блока модели.

В результате численного эксперимента определяются следующие характеристики СМО: время завершения обслуживания заявок по разным вариантам функционирования системы; общее количество обработанных заявок; количество заявок (контейнеров), направленных на осмотр (досмотр); количество заявок в очереди (необработанных заявок), длина очередей.

В ходе подготовки к выполнению эмпирического исследования были смоделированы различные варианты транспортно-технологических схем анализируемого процесса терминальной обработки контейнеров (базового и предлагаемого вариантов). Отличительными особенностями разработанных моделей является то, что в зависимости от условий функционирования контейнерного терминала в базовую модель (см. рис. 1) добавляются дополнительные элементы к уже существующим и / или какие-то из базовых элементов заменяются на другие, а также изменяются входные параметры модели.

На рис. 2 показан процесс симуляции одного из вариантов транспортно-технологической схемы с использованием модели зонирования контейнерного терминала. Реализация технологии зонирования контейнерного терминала осуществляется с учетом внешнего условия — оформления прибывшего судна и груза по технологии предварительного информирования государственных контролирующих органов. Обработка поступающих контейнеров осуществляется по одной технологической линии, при этом добавлены элементы, позволяющие разделять все

заявки после выгрузки в зависимости от дальнейших действий с контейнерами (см. рис. 2 операция 3): транспортирование в «холодную» зону хранения до вывоза из порта (около 80 % заявок) или транспортирование в «горячую» зону таможенного осмотра (досмотра) — около 20 % заявок.

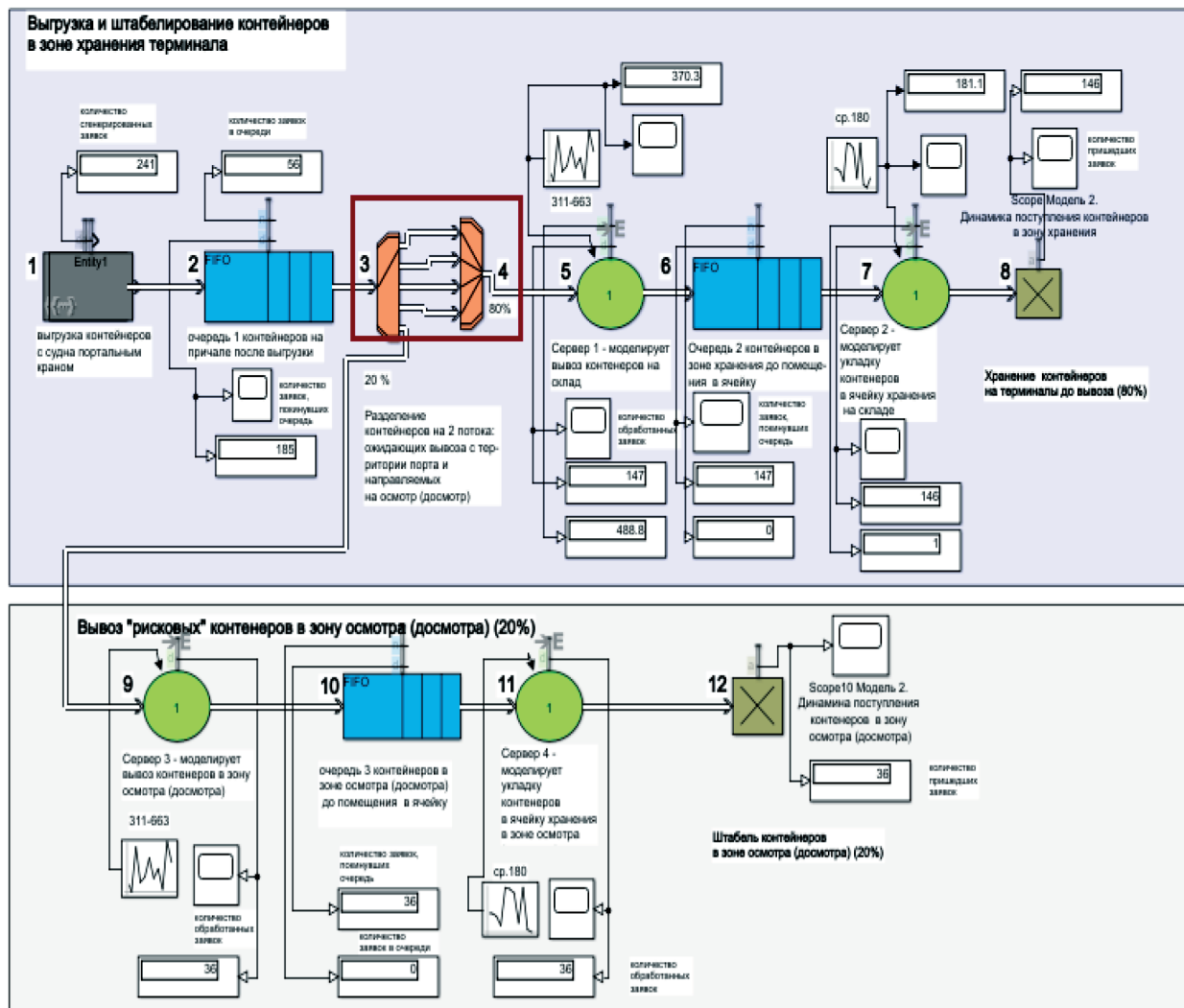


Рис. 2. Модель процесса терминальной обработки прибывающего контейнерного потока с применением технологии зонирования контейнерного терминала

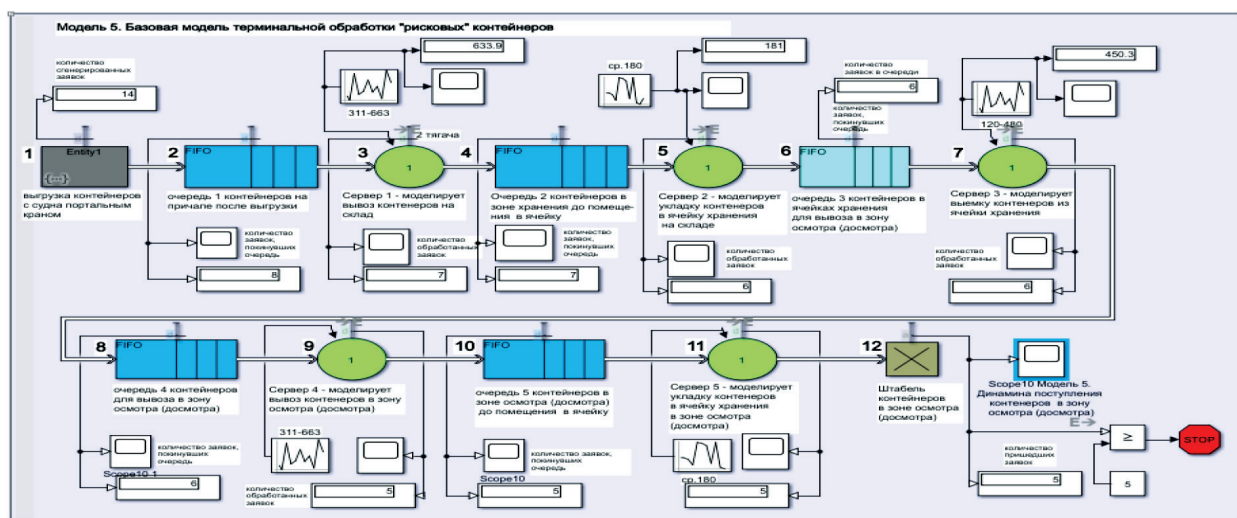
Аналогично в среде MATLAB / Simulink были построены модели базового (существующего) варианта терминальной обработки импортного контейнерного потока и модель терминальной обработки с применением технологии предварительного информирования государственных контролирующих органов (ГКО). Следует отметить, что модель процесса терминальной обработки прибывающего импортного контейнерного потока с применением технологии предварительного информирования структурно совпадает с моделью базового варианта. В результате выполнения части операций таможенного оформления на этапе «до прибытия» (подача в ГКО предварительной информации о судне и прибывающем на нем грузе в объеме, установленном законодательством, проверка информации ГКО, вынесение предварительного решения по формам таможенного контроля), по прибытию судна уже известно, по каким контейнерным партиям назначен таможенный осмотр (досмотр). Таким образом, пооперационная составляющая процесса терминальной обработки остается прежней, сокращается лишь время ожидания поступления информации (заявки) о контейнерах, требующих проведения осмотра (досмотра).

Результаты (Results)

Экспериментальные исследования с использованием имитационных моделей терминальной обработки импортного контейнерного потока были выполнены на основе исходных данных, соответствующих контейнерному терминалу ПАО «Владивостокский морской торговый порт» (ПАО «ВМТП»). Так как зонирование контейнерного терминала по принципу Парето направлено, в том числе на снижение нагрузки на транспортно-технологическую схему обработки контейнеров, отправляемых на осмотр (досмотр), один из частных экспериментов был предусмотрен для данного процесса.

В ходе выполнения данного эксперимента на модели терминальной обработки прибывающего контейнерного потока (см. рис. 2) процесс симуляции запускался только для блоков транспортно-технологической линии, направляющей контейнеры на осмотр (досмотр). Участки модели, используемые в ходе эксперимента, представлены на рис. 3.

а)



б)

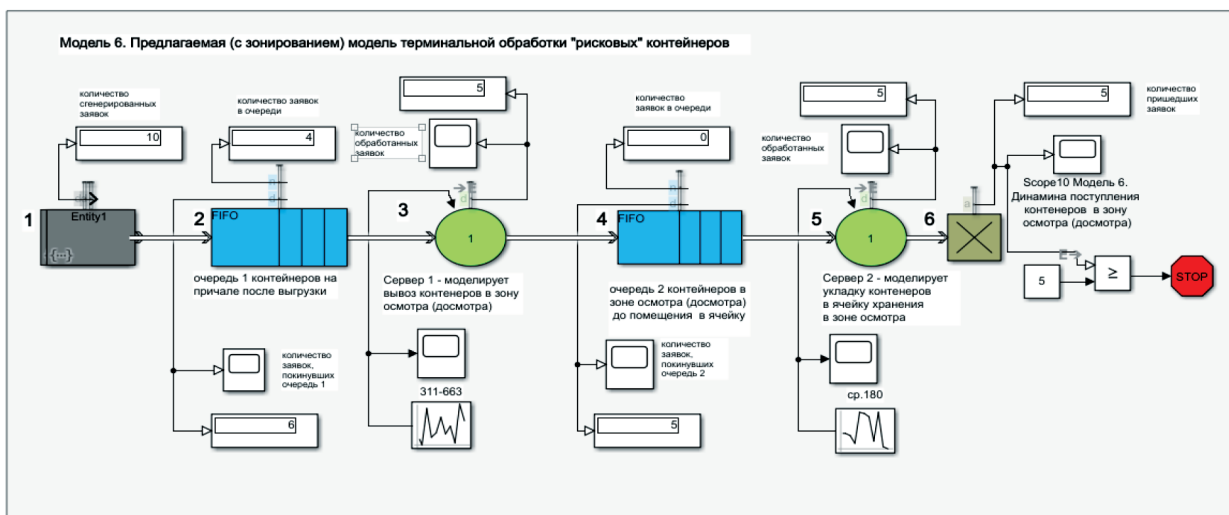


Рис. 3. Моделирование процесса обработки контейнерного потока

для блоков транспортно-технологической линии, направляющей контейнеры на осмотр (досмотр):

а — базовый вариант; б — вариант с применением технологии зонирования контейнерного терминала

Результаты эксперимента с использованием моделей (см. рис. 3) для партии, состоящей из пяти контейнеров, представлены на рис. 4. Сравнительный анализ результатов имитационного моделирования терминальной обработки импортного контейнерного потока (базового и предлагаемого вариантов), состоящего из пяти контейнеров, направляемых на осмотр (досмотр), представлен в таблице.

**Сравнительный анализ результатов численного эксперимента
имитационного моделирования СМО терминальной обработки контейнеров
(базовый и предлагаемый варианты)**

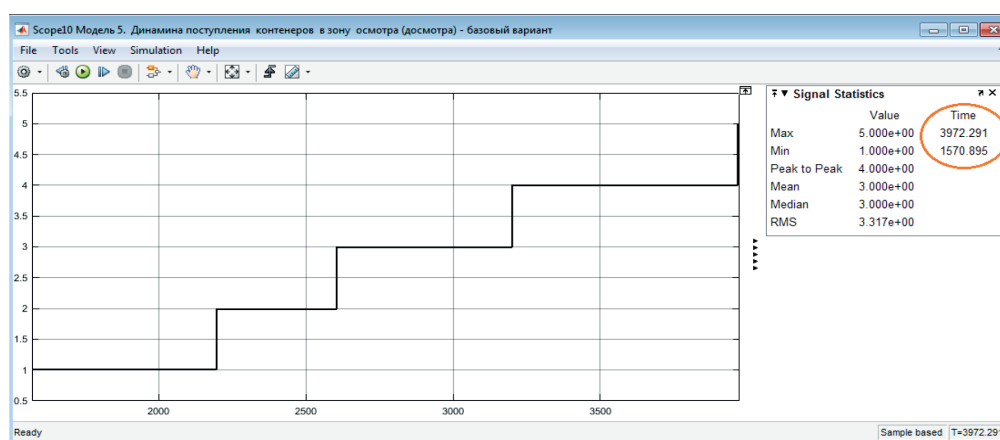
Время обработки контейнеров	Базовый вариант	Предлагаемый вариант	Экономический эффект
Время обслуживания пяти контейнеров, с	3972,3	2931,8	1040,5
Время завершения обслуживания первого контейнера, с	1570,9	567,2	1003,7
Среднее время обслуживания одного контейнера, с	794,5	586,4	208,1

Применение технологии зонирования контейнерного терминала позволило сократить время обработки пяти контейнеров на 17,3 мин. Среднее время обслуживания одного контейнера сократилось на 3,5 мин. Следовательно, в случае необходимости проведения осмотра (досмотра) ста из пятисот контейнеров, выгружаемых с судна, время их обработки сокращается на 5,8 ч, что сопоставимо с результатами, полученными методом сетевого анализа, приведенными в статье [26].

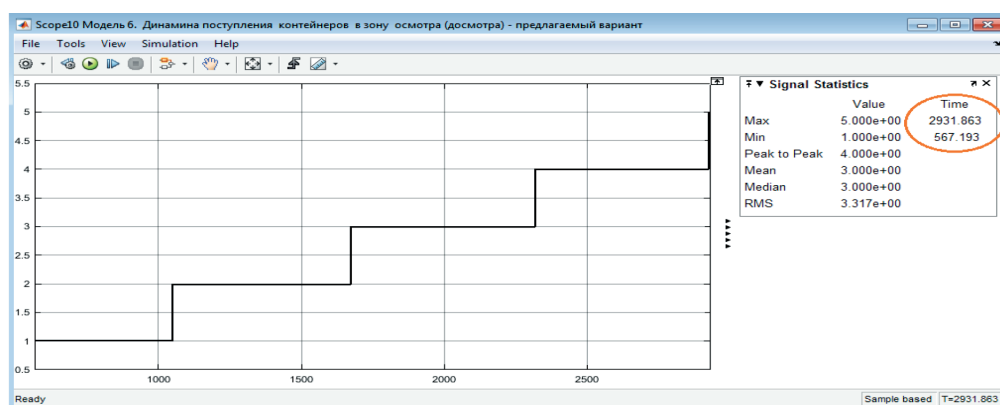
Обсуждение (Discussion)

Для оценки степени соответствия разработанных имитационных моделей терминальной обработки импортного контейнерного потока реальному прототипу был проведен ряд экспериментов, которые позволили определить ее устойчивость (способность сохранять адекватность) и чувствительность (поведение модели при изменении данных и нагрузок) — рис. 4.

а)



б)



*Рис. 4. Результаты эксперимента обработки контейнерного потока на осмотр (досмотр) партии, состоящей из пяти контейнеров: а — базовый вариант;
б — вариант с применением технологии зонирования контейнерного терминала*

Верификация разработанных моделей проводилась методом аналитического подсчета характеристик (аналитическое моделирование) и сопоставления его результата с результатом, полученным в ходе численного эксперимента. Результаты проверки подтверждают правильность построения концептуальной модели в среде MATLAB / Simulink и соответствие ее реальной модели терминальной обработки прибывающего морем импортного контейнерного потока.

В зависимости от комбинации исходных параметров, сгенерированных системой, а также индивидуальных настроек входных параметров моделирования поведение имитационной модели и результаты компьютерного моделирования могут меняться. В ходе эмпирических исследований на модели рис. 2, например, менялся режим разделения контейнеров на два потока (см. операция 3 на рис. 2) в блоке *Output Switch* с режима «циклический» (*Round Robin*) на равновероятностный (*Equiprobable*).

Сравнительный анализ результатов проведенных экспериментов по двум вариантам терминальной обработки импортного контейнерного потока (базового и предлагаемого) с изменением различных параметров показал отклонение результатов моделирования не более 7–10 %, что соответствует требованиям валидности, и разработанные модели могут быть использованы для анализа системы и принятия решения об эффективности предложенных мероприятий.

Выводы (Summary)

Результаты имитационного моделирования процесса терминальной обработки импортного контейнерного потока в существующих условиях и условиях зонирования контейнерного терминала позволили сделать следующие выводы:

1. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют об адекватности разработанных моделей. Поведение имитационной модели достаточно точно совпадает с поведением исследуемой системы в реальных условиях.

2. Отклонение результатов моделирования в проведенных экспериментах не превышает 7–10 %, что соответствует требованиям валидности, и разработанные модели могут быть использованы для анализа системы терминальной обработки импортного контейнерного потока и принятия решения об эффективности предложенного мероприятия.

3. Анализ результатов моделирования подтвердил возможность реализации мероприятия по совершенствованию системы управления импортным контейнеропотоком посредством технологии зонирования контейнерного терминала морского порта по принципу Парето при условии оформления судна по технологии предварительного информирования государственных контрольных органов. Внедрение предлагаемого логистического процесса позволяет сократить сроки обработки контейнеров в порту и увеличивает его производительность за счет рациональной организации зоны хранения контейнеров и исключения дублирования операций по выставлению контейнеров в зону осмотра (досмотра).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азовцев А. И. 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. — Т.1. — № 3 (33). — С. 327–332.
2. 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: сб. науч. тр. X Регион. науч. конф., посвященной 25-летию ФТС России. — Владивосток: Владивостокский филиал Российской таможенной академии, 2016. — С. 257–262.
3. Шпак А. С. Формирования системы управления таможенными процессами на территории свободного порта Владивосток / А. С. Шпак. — LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. — 121 с.
4. Tan C. Integrated Yard Space Allocation and Yard Crane Deployment Problem in Resource-Limited Container Terminals / C. Tan, J. He // Scientific Programming. — 2016. — Vol. 2016. — Article No. 13. DOI: 10.1155/2016/6421943.

5. Wang L. Rail mounted gantry crane scheduling optimization in railway container terminal based on hybrid handling mode / L. Wang, X. Zhu // Computational Intelligence and Neuroscience. — 2014. — Vol. 2014. — Article No. 31. DOI: 10.1155/2014/682486.
6. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems / J.-P. Rodrigue, C. Comtois, B. Slack. — 3rd Edition. — Routledge, 2013. — 416 p.
7. Notteboom T. Containerization, box logistics and global supply chains: the integration of ports and inner shipping networks / T. Notteboom, J.-P. Rodrigue // Maritime Economics and Logistics. — 2008. — № 10. — Pp. 152–174.
8. Balaban M. Towards a theory of multi-method M&S approach: part I / M. Balaban, P. Hester, S. Diallo // Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. — IEEE Press, 2014. — Pp. 1652–1663.
9. Сай В. М. Моделирование оценки потребности региона в контейнерных перевозках / В. М. Сай, Д. И. Кочнева // Мир транспорта. — 2018. — Т. 16. — № 4 (77). — С. 160–178.
10. Зеленков Г. А. Характеристика, анализ и перспективы развития контейнерных перевозок в порту Новороссийск / Г. А. Зеленков, В. Н. Шевченко // Экономический вектор. — 2018. — № 3 (14). — С. 26–29.
11. Балалаев А. С. Логистические аспекты организации движения поездов в направлении морских портов / А. С. Балалаев, В. В. Довиденко // Новые тенденции развития в управлении процессами перевозок, автоматике и инфокоммуникациях: тр. Всеросс. науч.-практ. конф. ученых транспортных вузов, инженерных работников и представителей академической науки с международным участием / под ред. А. И. Годяева. — 2017. — С. 51–57.
12. Деружинский В. Е. Новые формы взаимодействия железных дорог и портов на базе логистических технологий / В. Е. Деружинский, Г. А. Зеленков, А. П. Шрамко // Эксплуатация морского транспорта. — 2018. — № 1 (86). — С. 9–23.
13. Левченко Н. Г. Имитационное моделирование с применением интеллектуальной системы / Н. Г. Левченко, Ю. Ю. Почесуева // Вестник Морского государственного университета. — 2011. — № 45. — С. 46–55.
14. Levchenko N. G. The imitating model of the information management system in a maritime branch enterprise // Asia-Pacific Journal of Marine Science & Education. — 2011. — Vol. 1. — Is. 1. — Pp. 107–112.
15. Кузнецов А. Л. Роль имитационного моделирования в технологическом проектировании и оценке параметров грузовых терминалов / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, В. А. Погодин, В. Н. Щербакова-Слюсаренко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2017. — № 2. — С. 93–102. DOI: 10.24143/2073-1574-2017-8-2-93-102.
16. Кузнецов А. Л. Имитационное моделирование в задачах анализа операций в морских портах / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, В. Н. Щербакова-Слюсаренко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С. 259–274. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-259-274.
17. Кузнецов А. Л. Выбор формы представления структуры универсальной имитационной модели контейнерного терминала / А. Л. Кузнецов, В. Н. Щербакова-Слюсаренко, А. С. Ткаченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 3. — С. 520–532. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-520-532.
18. Kuznetsov A. L. Simulation for assessment of bulk cargo berths number / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko, A. E. Slitsan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — IOP Publishing, 2017. — Vol. 87. — Is. 6. — Pp. 062010. DOI: 10.1088/1755-1315/87/6/062010.
19. Kuznetsov A. L. Simulation Model of Container Land Terminals / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko, J. J. Eglit // TransNav. — 2018. — Vol. 12. — Num. 2. — Pp. 321–326. DOI: 10.12716/1001.12.02.13.
20. Кузнецов А. Л. Имитационное моделирование как инструмент расчета наземных контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. С. Ткаченко, Г. Б. Попов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2018. — № 1. — С. 100–108. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-100-108.
21. Кузнецов А. Л. Методика анализа технологических операций / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. В. Галин, А. Д. Семенов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2018. — № 3. — С. 23–27. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-3-23-27.
22. Янченко А. А. Научные подходы к исследованию процессов функционирования морских портов и портовых терминалов / А. А. Янченко // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. — 2018. — № 55. — С. 185–192.

23. 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.
24. 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 имени адмирала С.О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 2. — С. 280–287. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287.
25. 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 имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 4. — С. 704–713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.
26. Янченко А. А. Зонирование контейнерного терминала по принципу Парето: информационный аспект / А. А. Янченко // Логистика: современные тенденции развития: материалы XVII Международной научно-практической конференции. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. — С. 204–208.

REFERENCES

1. Azovtsev, A. I., T. E. Malikova, A. I. Filippova, and A. A. Yanchenko. “The development of infological customs preliminary informing data base model for shipping company.” *Marine Intellectual Technologies* 1.3(33) (2016): 327–332.
2. Yanchenko, A. A., T. E. Malikova, and A. V. Kuzmin. “The Algorithm for Ship Clearance at Port According to the Technology of Preliminary Informing Customs Authorities under the Conditions of the Free Port of Vladivostok.” *Territorii operezhayushchego sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya v Rossiiskoi Federatsii i svobodnyi port Vladivostok sbornik nauchnykh trudov X Regional'noi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 25- letiyu FTS Rossii*. Vladivostok: Vladivostokskii filial Rossiiskoi tamozhennoi akademii, 2016: 257–262.
3. Shpak, A. S. *Formirovaniya sistemy upravleniya tamozhennymi processami na territorii svobodnogo porta Vladivostok*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017.
4. Tan, Caimao, and Junliang He. “Integrated Yard Space Allocation and Yard Crane Deployment Problem in Resource-Limited Container Terminals.” *Scientific Programming* 2016 (2016): 13. DOI: 10.1155/2016/6421943.
5. Wang, Li, and Xiaoning Zhu. “Rail mounted gantry crane scheduling optimization in railway container terminal based on hybrid handling mode.” *Computational intelligence and neuroscience* 2014 (2014): 31. DOI: 10.1155/2014/682486.
6. Rodrigue, J.-P., C. Comtois, and B. Slack. *The Geography of Transport Systems*. 3rd Edition. Routledge, 2013.
7. Notteboom, T., and J.-P. Rodrigue. “Containerization, box logistics and global supply chains: the integration of ports and inner shipping networks.” *Maritime Economics and Logistics* 10 (2008): 152–174.
8. Balaban, Mariusz, Patrick Hester, and Saikou Diallo. “Towards a theory of multi-method M&S approach: part I.” *Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference*. IEEE Press, 2014. 1652–1663.
9. Say, Vasilii M., and Daria I. Kochneva. “Modeling of assessment of a region’s need for container transportation.” *World of transport* 16.4(77) (2018): 160–178.
10. Zelenkov, G. A. and V. N. Shevchenko. “Characteristics, analysis and prospects of development of container transportation in the port of Novorossiysk.” *Ekonomicheskij vektor* 3(14) (2018): 26–29.
11. Balalaev, A. S., and V. V. Dovidenko. “Logisticheskie aspekty organizatsii dvizheniya poezdov v napravlenii morskikh portov.” *Novye tendentsii razvitiya v upravlenii processami perevozok, avtomatike i infokommunikatsiyah: Trudy Vserossiiskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii uchenykh transportnykh vuzov, inzhenernykh rabotnikov i predstavitelej akademicheskoy nauki s mezhdunarodnym uchastiem*. Edited by A.I. Godyaev. 2017. 51–57.
12. Deruzhinsky, V. E., G. A. Zelenkov, and A. P. Shramko. “New forms of interaction between Railways and ports on the basis of logistic technologies.” *Eksploatatsiya morskogo transporta* 1(86) (2018): 9–23.
13. Levchenko, N. G., and Y. Y. Pochesueva. “Imitacionnoe modelirovanie s primeneniem intellektual'noj sistemy.” *Vestnik Morskogo gosudarstvennogo universiteta* 45 (2011): 46–55.
14. Levchenko, N. G. “The imitating model of the information management system in a maritime branch enterprise.” *Asia-Pacific Journal of Marine Science & Education* 1.1 (2011): 107–112.
15. Kuznetsov, Alexander L'vovich, Alexander Viktorovich Kirichenko, Vladimir Alekseyevich Pogodin, Victoria Nikolaevna Shcherbakova-Slyusarenko. “Importance of simulation modelling for technological design and evaluating parameters of cargo terminals.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 2 (2017): 93–102. DOI: 10.24143/2073-1574-2017-2-93-102.

16. Kuznetsov, Aleksandr L., Aleksandr V. Kirichenko, and Victoria N. Shcherbakova-Slyusarenko. "Simulation in the tasks of sea port operational analyses." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.2 (2018): 259–274. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-259-274.
17. Kuznetsov, Alexander L., Victorya N. Shcherbakova-Slyusarenko, and Andrey S. Tkachenko. "On the selection of the format for the container terminal simulation model's structure." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.3 (2018): 520–532. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-520-532.
18. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, and A. E. Slitsan. "Simulation for assessment of bulk cargo berths number." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 87. No. 6. IOP Publishing, 2017. DOI:10.1088/1755-1315/87/6/062010.
19. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, and J. J. Eglit. "Simulation Model of Container Land Terminals." *TransNav* 12.2 (2018): 321–326. DOI: 10.12716/1001.12.02.13.
20. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, A.S. Tkachenko and G. B. Popov. "Simulation modelling as a dry cargo terminals' calculation tool." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 1 (2018): 100–108. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-100-108.
21. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, A.V. Galin, and A. D. Semenov. "Principles of technological operation analysis." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 3 (2018): 23–27. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-3-23-27.
22. Yanchenko, A. A. "Scientific approaches to the sea ports and port terminals operating processes study." *Vestnik Volzhskoj gosudarstvennoj akademii vodnogo transporta* 55 (2018): 185–192.
23. Yanchenko, A. A., and T. E. Malikova. "A discrete-event model for operations in container terminals." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 4 (85) (2017): 25–31.
24. Malikova, Tatiana E., Anna A. Yanchenko, and Igor N. Volnov. "The model of massive handling cargo flow for import with the use of preliminary informing technology." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.2 (2017): 280–287. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-280-287.
25. Yanchenko, Anna A., Tatiana E. Malikova, and Igor N. Volnov. "Developing the model for study of terminal zoning impact on its operating efficiency." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.4 (2017): 704–713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.
26. Yanchenko, A. A. "Zoning container terminal on pareto principle: information aspect." *Logistika: sovremennye tendencii razvitiya: materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2018. 204–208.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Янченко Анна Анатольевна — соискатель
Морской государственный университет имени
адмирала Г. И. Невельского
690059, Российская Федерация, Владивосток,
ул. Верхнепортовая, 50а
e-mail: annanyan@yandex.ru

Маликова Татьяна Егоровна —
доктор технических наук, доцент
Морской государственный университет
имени адмирала Г. И. Невельского
690059, Российская Федерация, Владивосток,
ул. Верхнепортовая, 50а
e-mail: TanMalik@mail.ru

Оськин Дмитрий Александрович —
кандидат технических наук, доцент
Морской государственный университет имени
адмирала Г. И. Невельского
690059, Российская Федерация, Владивосток,
ул. Верхнепортовая, 50а
e-mail: daoskin@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yanchenko, Anna A. — Applicant
Maritime State University named after Admiral
G. I. Nevelskoi
50a Verkhneportovaya Str., Vladivostok,
690059, Russian Federation
e-mail: annanyan@yandex.ru

Malikova, Tatiana E. —
Dr. of Technical Sciences, associate professor
Maritime State University named
after Admiral G. I. Nevelskoi
50a Verkhneportovaya Str., Vladivostok, 690059,
Russian Federation
e-mail: TanMalik@mail.ru

Oskin, Dmitry A. —
PhD, associate professor
Maritime State University named
after Admiral G. I. Nevelskoi
50a Verkhneportovaya Str., Vladivostok,
690059, Russian Federation
e-mail: daoskin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 21 декабря 2018 г.
Received: December 21, 2018.