

THE DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL MODEL FOR THE “DRY PORT” TYPE CONTAINER TERMINAL AND PRINCIPLES OF ITS USE IN THE TECHNOLOGIC DESIGN

V. N. Shcherbakova-Slyusarenko¹, V. A. Pogodin², A. S. Tkachenko¹

1 — Yanino Logistics Park LLC, Leningrad Region, Russian Federation

2 — MorstroytechnologyLLC, St. Petersburg, Russian Federation

The paper states that the functional models form the basis for the technological design of modern port and container terminals, both for flow calculations and object-oriented approaches. A sequence of this statement is that the degree of the model's adequacy establishes natural methodological boundaries for the accuracy of the design procedures built on this platform, defines their calculation efficiency and robustness. The models of this kind should provide the universality, i.e. the ability to reflect the properties not of a single object, but a certain class of objects. The classes should be as wide as possibly. In addition, the models should be not only parametrical, but also parametrisable, changing their structures with selection of certain control parameters/ The development of these models for sea ports and terminals took decades for its realization. The studies resulted into creation of a set of sufficiently universality, efficiency and adaptivity. The paper shoes that new infrastructural objects of the global container distribution systems, i.e. “dry ports”, have important new properties and demands not covered by the mentioned existing models. The practice of development and further exploitation of these infrastructural object revealed the non-isomorphism of the basic underlying logistic processes of these two terminal clusters. The authors put forward the demands and specifications for development of the new models for this kind of terminals and discuss the design procedures built over this platform.

Keywords: dry ports, functional model, technologic design.

For citations:

Shcherbakova-Slyusarenko, Victoria N., Vladimir A. Pogodin, and Andrei S. Tkachenko. “The development of the functional model for the “dry port” type container terminal and principles of its use in the technologic design.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.1 (2017): 48–60. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-48-60.

УДК 625

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА ТИПА «СУХОЙ ПОРТ» И ПРИНЦИПОВ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

В. Н. Щербакова-Слюсаренко¹, В. А. Погодин², А. С. Ткаченко¹

1 — ООО «Логистический Парк «Янино», Ленинградская область, Российская Федерация

2 — ООО «Морстройтехнология», Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье показано, что функциональные модели в современной практике проектирования портов и грузовых терминалов составляют основу для расчета всех технологических и эксплуатационных параметров, как с помощью потоковых вычислений, так и в объектно-ориентированных технологиях. Отсюда выводится тезис о том, что степень соответствия модели изучаемому объекту принципиально устанавливает границы методических возможностей процедур, построенных на этих моделях, определяет их результативность и вычислительную эффективность. Модели подобного рода должны обеспечивать универсальность, понимаемую как способность отражать изучаемые свойства не конкретных объектов, а целых объектных классов, возможно, более широких. Кроме того, модель должна являться не только параметрической, но и структурно параметризуемой, т. е. меняющей свою структуру путем выбора управляющих параметров. Создание подобных моделей морских портов и далее морских контейнерных терминалов потребовало десятилетий исследований, в результате которых транспортная наука сформулировала несколько моделей достаточной общности, адаптивности и эффективности. В статье показана

но, что новые инфраструктурные элементы системы контейнерного грузораспределения, «сухие порты» или наземные контейнерные терминалы обладают новыми характеристиками и свойствами, отражающими иные требования к их функциональности. Практика проектирования и последующей эксплуатации подобных терминалов выявила неизоморфность базовых логистических процессов этих двух классов инфраструктурных объектов. Авторами сформулированы требования к аналогичной модели для наземного терминала типа «сухой порт» и описана разработка именно такой модели, обладающей универсальностью в отношении моделируемого класса объектов, допускающей параметрическую и структурную параметризацию, а также ориентированной на удобство практического использования, адекватной и эффективной в отношении построения на ее основе конкретных расчетных процедур.

Ключевые слова: сухие порты, функциональная модель, технологическое проектирование.

Для цитирования:

Щербакова-Слюсаренко В. Н. Разработка функциональной модели контейнерного терминала типа «сухой порт» и принципов ее использования в технологическом проектировании / В. Н. Щербакова-Слюсаренко, В. А. Погодин, А. С. Ткаченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 1. — С. 48–60. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-48-60.

**Общая характеристика проблемной области
и постановка задачи исследования**

Технологическое проектирование как ключевой элемент процедуры создания транспортных терминалов развивается достаточно давно [1], [2]. Постепенная эволюция технологии грузоперевозок (и в еще большей степени наблюдавшаяся в конце XX столетия ее революция) привели к фундаментальному изменению принципов проектирования [3], [4]. Одновременно наблюдавшийся рост требований к качеству конечного результата, вызванный увеличением капиталоемкости проектов и давлением обострившейся конкуренции на рынке контейнерных перевозок, привел к радикальному изменению инструментальных средств проектирования. Попытки решения возникших в указанной сфере методологических проблем облегчал сопутствующий прогресс общей методологии научного знания и стремительное развитие информационных технологий. Новая парадигма методологии технологического проектирования контейнерных терминалов в значительной мере опиралась на достижения этих фундаментальных дисциплин [5], [6].

В основе методов, составлявших инструментарий методологии технологического проектирования, лежала *базовая модель операций терминала*. Качество получаемых результатов и широта сферы использования методов обуславливалась ее фундаментальными свойствами, характеризующими адекватность модели, ее эффективность и удобство в использовании. Степень соответствия модели изучаемому объекту принципиально устанавливает границы методических возможностей процедур, построенных на основе этих моделей, определяет их результативность и вычислительную эффективность.

Желательным свойством моделей этого рода является универсальность, понимаемая как способность отражать изучаемые свойства не конкретных объектов, а целых объектных классов, возможно более широких. В этом смысле модель должна являться не только параметрической, но и структурно параметризуемой, т. е. меняющей свою структуру за счет выбора набора управляющих параметров. Создание подобных моделей морских портов и далее морских контейнерных терминалов потребовало десятилетий исследований, в результате которых транспортная наука сформулировала несколько моделей достаточной общности, адаптивности и эффективности. Общая структура одной из наиболее полных, адаптивных и эффективных моделей, ориентированных на удобство реализации и обладающей доказанной адекватностью [7], показана на рис. 1.

Описание различных эффективных предметных методик, построенных на основе данной модели, приведено в работах [7], [8].

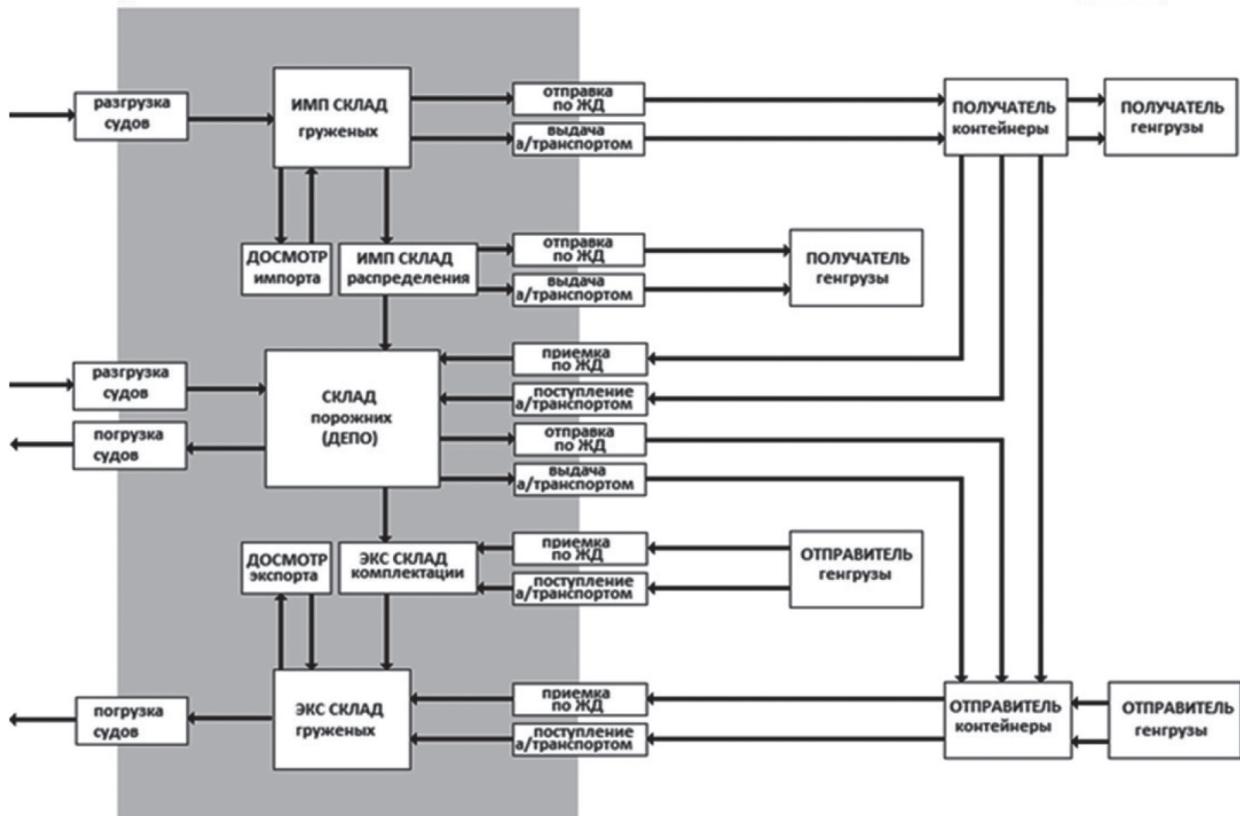


Рис. 1. Общая функциональная модель морского контейнерного терминала

Появившиеся в последние десятилетия новые инфраструктурные элементы системы контейнерного грузораспределения, «сухие порты» или наземные контейнерные терминалы обладают некоторыми новыми характеристиками и эмерджентными свойствами, отражающими иные внешние требования к их функциональности. Внешняя схожесть технологических и логистических процессов, маршрутизации грузопотоков и видов их преобразования, используемого подъемно-транспортного оборудования и иных операционных ресурсов позволяла надеяться если не на универсальность, то, по крайней мере, на достаточную робастность найденных для морских терминалов решений. В то же время практика проектирования и последующей эксплуатации подобных терминалов достаточно быстро выявила неизоморфность базовых логистических процессов этих двух смежных классов инфраструктурных объектов. Внешним проявлением этого противоречия явился недостаточный уровень качества технологических проектов, не обеспечивающий требуемого уровня экономической эффективности для владельцев и качества услуг для клиентов.

Опыт, накопленный при синтезе модели морского терминала и построения на ее основе базовых проектных процедур, позволил сформулировать достаточно четкие и однозначные требования к подобной модели для наземного терминала типа «сухой порт» [9], [10]. В данной публикации описывается разработка именно такой модели, обладающей универсальностью в отношении моделируемого класса объектов, допускающей адаптацию и структурную параметризацию, ориентированной на удобство практического использования, адекватной и эффективной в отношении построения на ее основе конкретных расчетных процедур.

Описание обобщенной функциональной модели терминала типа «сухой порт»

С точки зрения транспортной логистики морской порт обслуживает морской и речной транспорт, связывая его со смежными видами транспорта — железнодорожным и автомобильным. Терминал типа «сухой порт» в этом отношении представляется более простым узлом, поскольку

морской транспорт исключен из его функционального назначения. Принципиальным различием контейнерного терминала типа «сухой порт» является иной состав и структура внутренних грузопотоков. Если морской контейнерный терминал через причальный грузовой порт переваливает лишь контейнерные грузы, то в «сухом порту» все грузовые фронты принимают и отправляют все виды грузов: генеральные, грузеные и порожние контейнеры.

Кроме того, у морского контейнерного терминала четко прослеживается лидирующий вид транспорта (и, соответственно, грузопотоков) — морской, определяющий логику, дисциплину и логику его работы. У сухопутного терминала такого вида транспорта нет, поскольку и железная дорога, и автомобильный транспорт завозят все виды грузов. Кроме того, различные размеры железнодорожных отправок (вагоны, секции, составы) не во всех случаях реализуют его лидирующую роль по провозной способности.

Различна и принадлежность потоков через грузовые фронты «сухого порта»: часть из них связывает его с обслуживаемым хинтерлендом, а часть — с портом, через который осуществляется доступ к форленду. Как следствие указанные грузопотоки имеют разные приоритеты, структуру, объемы и ритмичность. Наконец, в функциональный спектр «сухих портов» входят самые разнообразные логистические услуги добавления стоимости, а именно: перетарка грузов, преобразование грузовых партий, доработка, изменение упаковки, маркировка, ремонт, взвешивание, сюрвейерские операции и многое другое.

Указанные особенности приводят к тому, что универсальная и параметризуемая модель морского порта, показанная на рис. 1, оказывается неадекватной и неэффективной для терминалов типа «сухой порт». Предпринятые для практических целей попытки ее адаптации и доработки не привели к успеху, что заставило полностью пересмотреть структуру модели. Результатом этого явилась функциональная модель, структура которой показана на рис. 2.

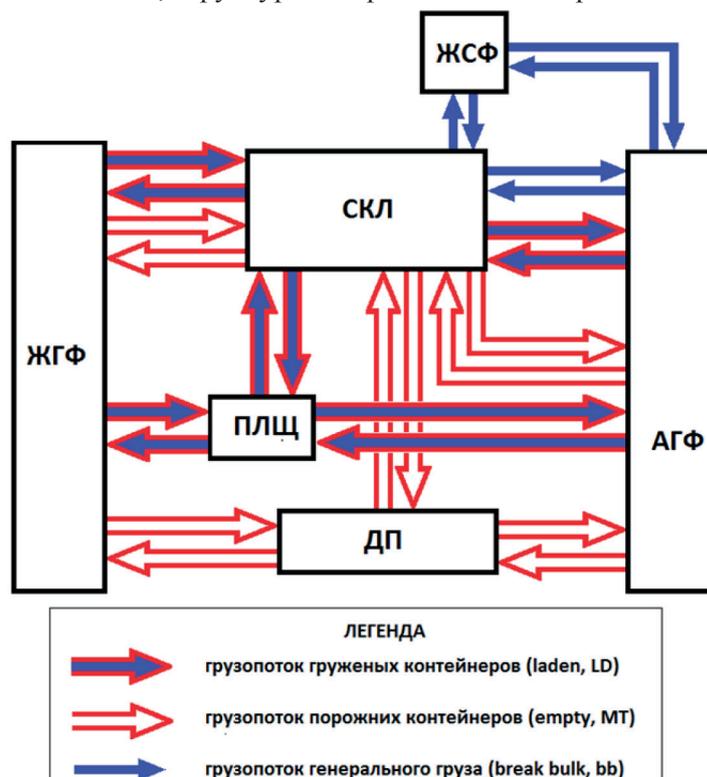


Рис. 2. Общая функциональная модель терминала типа «сухой порт»

Элементами функциональной модели являются железнодорожный грузовой фронт для контейнерных платформ (ЖГФ), железнодорожный складской фронт (ЖСФ) для генеральных грузов, автомобильный грузовой фронт (АГФ) для всех грузов, включая порожние контейнеры, площадку

открытого хранения контейнеров (ПЛЩ), склад комплектации (СКЛ), депо порожних контейнеров. Функциональными связями элементов являются внутренние грузопотоки между ними.

Кроме указанных на рис. 2 внутренних грузопотоков, в свою очередь индуцированных внешними грузопотоками терминала с целью их преобразования, имеют место специальные грузопотоки, определяемые необходимостью проведения различных видов инспекций, досмотров и ремонтных процедур. Каждая функциональная связь модели, выраженная своим внутренним грузопотоком, представляет отдельную операцию. Все операции пронумерованы и обладают своим уникальным идентификатором (рис. 3).

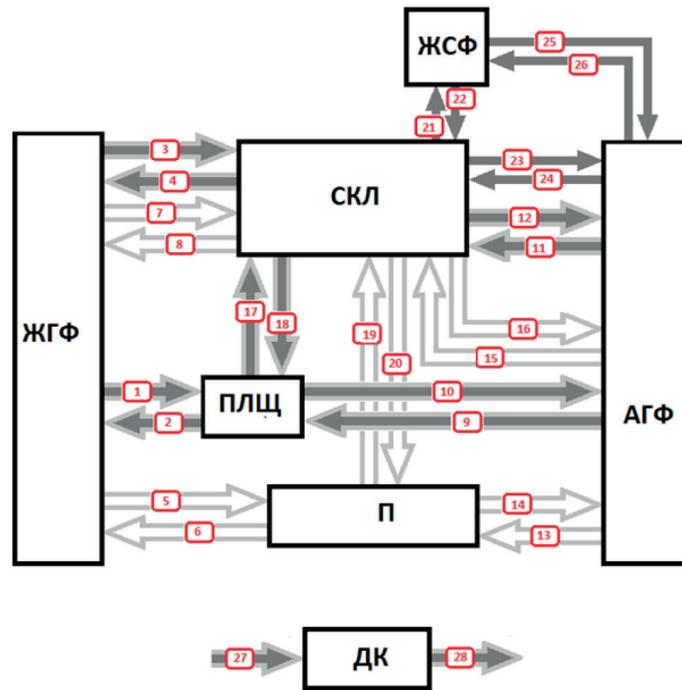


Рис. 3. Идентификация операций терминала

Реализация каждой операции требует определенных ресурсов: технологического оборудования, персонала, горюче-смазочных материалов, электроэнергии, площадей открытых складов, производственных зданий и сооружений. Основополагающей «независимой переменной» — ресурсом, во многом определяющим требования к остальным (зависимым) ресурсам, является именно технологическое оборудование, необходимое для выполнения операций. Приведем описание методики оценки потребности оборудования для выполнения указанных операций.

Использование функциональной модели терминала для оценки требований к ресурсам

С точки зрения исследования операций технологическое оборудование является самым динамичным и комплексным ресурсом, необходимым для выполнения всех операций, показанных на рис. 2 и 3. Спектр основного технологического оборудования, которое может быть использовано при выполнении операций контейнерного терминала типа «сухой порт», представлен на рис. 4.



Рис. 4. Основное технологическое оборудование

Каждая технологическая операция в общем случае состоит из перемещения контейнера из одной точки пространства (начальной позиции) в другую (конечную позицию). В этом смыс-

ле каждая операция может быть разбита на несколько универсальных элементарных движений: выбор контейнера из его начального положения и помещение на поверхность терминала, подъем контейнера с поверхности терминала и помещение его на транспортное средство, перемещение контейнера транспортным средством к месту назначения, снятие контейнера с транспортного средства и помещение его на поверхность терминала, подъем контейнера с поверхности терминала и помещение его в конечную позицию (рис. 5).

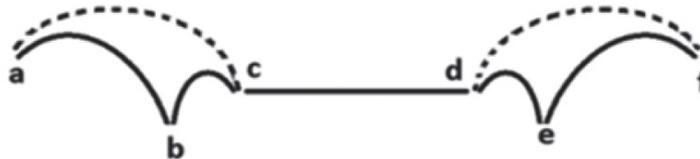


Рис. 5. Элементарные составные движения операции

Исходя из этого, каждая операция, показанная на рис. 3, может быть описана в терминах используемого в ней оборудования, приведенного на рис. 4. Некоторые виды оборудования позволяют совмещать элементарные движения, вплоть до выполнения ими всей операции. С учетом указанных особенностей, операции задаются прямым перечислением оборудования, которое выполняет входящее в нее элементарное движение. Иными словами, это описание приобретает вид строго формальной кодировки, пример которой для конкретного терминала приведен в табл. 1.

Таблица 1

Кодировка операций в терминах технологического оборудования

№ п/п.	Содержание операции	$a - b$	$b - c$	$c - d$	$d - e$	$e - f$
1	Груженный контейнер ЖГФ – ПЛЩ	RS		TT		RTG
2	Груженный контейнер ПЛЩ –ЖГФ	RTG		TT		RS
3	Груженный контейнер ЖГФ – СКЛ			RS		
4	Груженный контейнер СКЛ – ЖГФ			RS		
5	Порожний контейнер ЖГФ – ДП	RS		TT		ECH
6	Порожний контейнер ДП –ЖГФ	ECH		TT		RS
7	Порожний контейнер ЖГФ – СКЛ			RS		
8	Порожний контейнер СКЛ – ЖГФ			RS		
9	Груженный контейнер АГФ – ПЛЩ			RTG		
10	Груженный контейнер ПЛЩ –АГФ			RTG		
11	Груженный контейнер АГФ – СКЛ					
12	Груженный контейнер СКЛ – АГФ					
13	Порожний контейнер АГФ – ДП			ECH		
14	Порожний контейнер ДП –АГФ			ECH		
15	Порожний контейнер АГФ – СКЛ			ECH		
16	Порожний контейнер СКЛ – АГФ			ECH		
17	Груженные ПЛЩ – СКЛ			RS		
18	Груженные СКЛ – ПЛЩ			RS		
19	Порожние ДП – СКЛ			ECH		
20	Порожние СКЛ – ДП			ECH		
21	Генгрузы СКЛ – ЖСК					
22	Генгрузы ЖСК – СКЛ					
23	Генгрузы СКЛ – АГФ					
24	Генгрузы АГФ – СКЛ					
25	Генгрузы ЖСК – АГФ					
26	Генгрузы АГФ – ЖСК					
27	Доставка на досмотр			RS		
28	Доставка с досмотра			RS		

Коды операций на рис. 3 соответствуют порядковым номерам табл. 1. На основании этой кодировки может быть сформирована матрица участия технологического оборудования в технологических операциях, пример которой дан в табл. 2.

Таблица 2

Матрица использования оборудования в операциях

№ п/п.	Содержание операции	Коды оборудования для описания операций терминала								
		<i>RMG</i>	<i>RTG</i>	<i>SC</i>	<i>SH</i>	<i>RS</i>	<i>ECH</i>	<i>TT</i>	<i>TL</i>	<i>rRMG</i>
		Матрица участия оборудования в операции								
1	Груженный контейнер ЖГФ – ПЛЩ	0	1	0	0	1	0	1	0	0
2	Груженный контейнер ПЛЩ – ЖГФ	0	1	0	0	1	0	1	0	0
3	Груженный контейнер ЖГФ – СКЛ	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	Груженный контейнер СКЛ – ЖГФ	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	Порожний контейнер ЖГФ – ДП	0	0	0	0	1	1	1	0	0
6	Порожний контейнер ДП – ЖГФ	0	0	0	0	1	1	1	0	0
7	Порожний контейнер ЖГФ – СКЛ	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	Порожний контейнер СКЛ – ЖГФ	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	Груженный контейнер АГФ – ПЛЩ	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	Груженный контейнер ПЛЩ – АГФ	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	Груженный контейнер АГФ – СКЛ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Груженный контейнер СКЛ – АГФ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Порожний контейнер АГФ – ДП	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14	Порожний контейнер ДП -АГФ	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	Порожний контейнер АГФ – СКЛ	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	Порожний контейнер СКЛ – АГФ	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17	Груженные ПЛЩ – СКЛ	0	0	0	0	1	0	0	0	0
18	Груженные СКЛ – ПЛЩ	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19	Порожние ДП – СКЛ	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20	Порожние СКЛ – ДП	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21	Генгрузы СКЛ – ЖСК	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Генгрузы ЖСК – СКЛ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Генгрузы СКЛ – АГФ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Генгрузы АГФ – СКЛ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Генгрузы ЖСК – АГФ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Генгрузы АГФ – ЖСК	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Доставка на досмотр	0	0	0	0	1	0	0	0	0
28	Доставка с досмотра	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Внутренние грузопотоки морского терминала относительно просто и адекватно описываются долями импорта и экспорта в полном грузообороте, соотношением груженых и порожних контейнеров в морском и сухопутном направлении, долей их растарки и затарки на складе терминала, относительными объемами завоза и вывоза смежным транспортом.

В случае терминала типа «сухой порт» подобное представление получить достаточно сложно. Для решения этой проблемы грузооборот терминала, который планируется осваивать в течение того или иного планируемого периода времени, формируется как совокупность отдельных клиентских потоков, заданных или предполагаемых: входящих на терминал, проходящих через него и покидающих терминал своими собственными маршрутами. Технологические маршруты клиентских грузопотоков, или процессы терминала, кодируются в терминах операций, необходимых для их реализации. Пример описания процессов терминала на основе кодировки клиентских

потоков, формирующих годовой грузооборот, приведен в табл. 3, откуда видно, что задание частных грузопотоков позволяет сформировать представление о полном грузопотоке контейнеров через исследуемый терминал (371 тыс. TEU в данном примере), равно как и об объеме их перевалки (общего количества их перемещений при прохождении терминала, в данном случае 515 тыс. TEU).

Таблица 3

Матрица частных процессов терминала

№ пп.	Содержание операции	Поток 1	Поток 2	Поток 3	Поток 4	Поток 5	Поток 6
		43680	43680	40000	60000	40000	40000
1	Груженный контейнер ЖГФ – ПЛЩ	1		1			
2	Груженный контейнер ПЛЩ – ЖГФ						
3	Груженный контейнер ЖГФ – СКЛ						
4	Груженный контейнер СКЛ – ЖГФ						
5	Порожний контейнер ЖГФ – ДП						
6	Порожний контейнер ДП – ЖГФ		1	1			
7	Порожний контейнер ЖГФ – СКЛ						
8	Порожний контейнер СКЛ – ЖГФ						
9	Груженный контейнер АГФ – ПЛЩ				1		
10	Груженный контейнер ПЛЩ – АГФ	1					
11	Груженный контейнер АГФ – СКЛ						
12	Груженный контейнер СКЛ – АГФ						
13	Порожний контейнер АГФ – ДП		1				
14	Порожний контейнер ДП -АГФ						
15	Порожний контейнер АГФ – СКЛ						
16	Порожний контейнер СКЛ – АГФ				1		
17	Груженные ПЛЩ – СКЛ			1	1		
18	Груженные СКЛ – ПЛЩ						
19	Порожние ДП – СКЛ						
20	Порожние СКЛ – ДП			1			
21	Генгрузы СКЛ – ЖСК						
22	Генгрузы ЖСК – СКЛ						
23	Генгрузы СКЛ – АГФ						
24	Генгрузы АГФ – СКЛ						
25	Генгрузы ЖСК – АГФ						
26	Генгрузы АГФ – ЖСК						
27	Доставка на досмотр						
28	Доставка с досмотра						

Математическая процедура получения указанных данных достаточно проста и компактна. Объемы частных клиентских потоков в количестве n или процессы терминала составляют вектор-столбец (вторая строка матрицы на рис. 8):

$$\overline{Q_{n \times 1}^p} = \{q_1^0, q_2^0, \dots, q_n^0\} = \{43680, 43680, 40000, 60000, 40000, 40000\}.$$

Введем в рассмотрение матрицу частных процессов терминала M^{pr} с размерностью $m \times n$, где m — число технологических операций. Ее общий элемент $M_{m \times n}^{pr} = m_{i,j}$ равен единице, если процесс j требует участия операции i , и нулю, если такой операции не требуется. Векторное умножение слева матрицы на вектор-столбец $M_{m \times n}^{pr} \cdot \overline{Q_{n \times 1}^p} = \overline{Q_{1 \times n}^o}$ дает вектор-столбец требуемого объема каждой операции (последний столбец табл. 4).

Таблица 4

Расчет требуемого числа операций

№ пп.	Поток 1	Поток 2	Поток 3	Поток 4	Поток 5	Поток 6	Год. объем
	43680	43680	40000	60000	40000	40000	
1	1		1				83680
2							
3							
4							
5							
6		1	1				83680
7							
8							
9				1			60000
10	1						43680
11							
12							
13		1					43680
14							
15							
16				1			60000
17			1	1			100000
18							
19							
20			1				40000
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

Каждая операция имеет свой график выполнения, определяемый отведенным для ее реализации временем и расписанием. Например, операции обработки железнодорожного транспорта могут выполняться круглогодично и круглосуточно (7/24), склад комплектации может работать в две смены без выходных, таможенный досмотр производится в одну смену по рабочим дням и т. д. Отсюда средняя часовая интенсивность двух операций может быть различна при одном и том же требуемом годовом объеме и определяться доступным для ее выполнения рабочим временем. Пример подобного расчета приведен в табл. 5.

Таблица 5

Расчет требуемой средней часовой интенсивности операций

Годовой объем	Средняя часовая интенсивность операций			
	дн. / нед.	ч / сут	ч / год	движ. / ч
83 680	7	8	2920	28,7
	7	8	2920	
	5	18	4693	

Таблица 6
 (Окончание)

3		5	18	4693										
4		5	18	4693										
5		6	18	5631										
6	83 680	6	18	5631	14,9				14,9	14,9	14,9			
7		6	18	5631										
8		6	18	5631										
9	60 000	6	18	5631	10,7		10,7							
10	43 680	6	18	5631	7,8		7,8							
11		5	8	2086										
12		5	8	2086										
13	43 680	5	8	2086	20,9					20,9				
14		5	8	2086										
15		6	18	5631										
16	60 000	6	18	5631	10,7					10,7				
17	100 000	6	18	5631	17,8				17,8					
18		6	18	5631										
19		6	18	5631										
20	40 000	6	18	5631	7,1									
21		7	24	8760										
22		7	24	8760										
23		7	24	8760										
24		7	24	8760										
25		7	24	8760										
26		7	24	8760										
27		7	24	8760										
28		7	24	8760										
29			<i>N</i> движений				47,1		61,3	53,6	43,5			
30			<i>P_ч</i> (часовая производительность)			15	12	15	15	10	15	10	15	15
31			<i>N</i> машин				4			7	4	5		
32						<i>RMG</i>	<i>RTG</i>	<i>SC</i>	<i>SH</i>	<i>RS</i>	<i>ECH</i>	<i>TT</i>	<i>TL</i>	<i>rRMG</i>

Рассмотренные действия с матрицами и векторами полностью описывают все вычислительные процедуры, исключая необходимость приводить рутинные алгоритмы реализации указанных операций. Все эти методы реализованы в виде вычислительных модулей, результаты работы которых представлены экранными формами на рисунках, иллюстрирующих примеры, приведенные ранее по ходу изложения. Аналогичным образом может быть выполнена оценка не только технологического оборудования, но и иных операционных ресурсов: персонала, задействованного в выполнении операций, потребности в топливно-энергетических ресурсах, площадях технологических зданий и сооружений.

Разработанный метод прошел апробацию на нескольких работающих контейнерных терминалах (рассматриваемый по тексту статьи пример является одним из них). С помощью подобных экспериментов была доказана адекватность предлагаемой модели, что позволило использовать ее в практике планирования работы и финансово-экономического обоснования различных проектов.

Выводы

1. В статье обоснована актуальность моделирования в практике проектирования, ввода в строй и эксплуатации контейнерных терминалов типа «сухой порт».
2. Авторами изучены существующие функциональные модели морских контейнерных портов, эффективность использования которых доказана на практике, и установлены ограничения, не позволяющие использовать их для объектов выбранного класса.
3. На основании этого в статье предложена новая функциональная модель контейнерного терминала типа «сухой порт», обладающая постулированным свойством универсальности и структурной параметризуемостью.
4. Предложены формализованные процедуры оценки требуемых операционных ресурсов терминала изучаемого типа, основанные на предложенной модели.
5. Теоретические модели и процедуры доведены до практической реализации, что позволило доказать их эффективность и адекватность.
6. Сформулированы общие черты методики расчета технологических параметров и оценки требований к операционным ресурсам, основанной на предложенном авторами подходе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ветренко Л. Д.* Организация и технология перегрузочных процессов в морских портах / Л. Д. Ветренко, В. З. Ананьина, А. В. Степанец. — М.: Транспорт, 1989. — 270 с.
2. *Port development.* — New York: UNCTAD, 1985. — 228 p.
3. *Романовский Ф. Д.* Контейнерные перевозки (технические средства) / Ф. Д. Романовский. — М.: Знание, 1982. — 64 с.
4. *Watanabe I.* Container Terminal Planning — A Theoretical Approach / I.Watanabe. — WCN Publishing, 2004. — 245 p.
5. *Кузнецов А. Л.* Методология технологического проектирования современных контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов. — СПб.: Изд-во «Феникс», 2008. — 132 с.
6. *Басов Е. А.* К определению стратегии хранения груза на терминале / Е. А. Басов // Транспортное дело России. — 2013. — № 6 – 2. — С. 58–60.
7. *Погодин В. А.* Мощность портового контейнерного терминала как фактор конкурентоспособности / В. А. Погодин // Научно-технические проблемы проектирования, строительства и эксплуатации объектов водного транспорта: сб. науч. тр. — СПб.: Судостроение, 2005. — С. 156–167.
8. *Кузнецов А. Л.* Генезис моделей развития портов в современной транспортной науке / А. Л. Кузнецов, А. В. Галин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 2 (30). — С.141–153. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-2-141-153.
9. *Кузнецов А. Л.* Морские и сухопутные порты в новой мировой системе грузораспределения / А. Л. Кузнецов // Эксплуатация морского транспорта. — 2009. — № 1. — С. 9–12.
10. *Кузнецов А. Л.* Моделирование сетей контейнерного грузораспределения / А. Л. Кузнецов, С. С. Павленко, В. Н. Щербакова-Слюсаренко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 5 (33). — С. 33–42. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-5-33-42.

REFERENCES

1. *Vetrenko, L. D., V. Z. Anan'ina, and A. V. Stepanets.* *Organizatsiya i tekhnologiya peregruzochnykh protsessov v morskikh portakh.* M.: Transport, 1989.
2. *Port development.* New York: UNCTAD, 1985.
3. *Romanovskii, F. D.* *Konteinernye perevozki (tekhnicheskie sredstva).* M.: Znanie, 1982.
4. *Watanabe I.* *Container Terminal Planning – A Theoretical Approach.* WCN Publishing, 2004.
5. *Kuznetsov, A. L.* *Metodologiya tekhnologicheskogo proektirovaniya sovremennykh konteinernykh terminalov.* SPb.:Izdatel'stvo «Feniks», 2008.
6. *Basov, E.* “To selection of the storage strategy on the terminal.” *Transport business of Russia* 6-2 (2013): 58–60.

7. Pogodin, V. A. “Moshchnost’ portovogo konteiner’nogo terminala kak faktor konkurentosposobnosti.” *Nauchno-tekhnicheskie problem proektirovaniya, stroitel’sтва i ekspluatatsii ob’ektov vodnogo transporta: Sbornik nauchnykh trudov*. SPb.: Sudostroenie, 2005: 156–167.

8. Kuznetsov, A. L., and A. V. Galin. “The genesis of port development models in modern transportation science.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 2(30) (2015): 141–153. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-2-141-153.

9. Kuznetsov, A. L. “Sea and dry ports in the new world cargo distribution system.” *Expluatatsiya morskogo transporta* 1 (2009): 9–12.

10. Kuznetsov, Alexander Lvovitch, Sergei Sergeevich Pavlenko, and Victoria Nickolaevna Scherbackova-Slyusarenko. “Container distribution networks modeling.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 5(33) (2015): 33–42. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-5-33-42.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Щербакова-Слюсаренко Виктория Николаевна — кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Логистический Парк «Янино» Российская Федерация, Ленинградская область, Всеволожский район, д. Янино-1, Торгово-логистическая зона «Янино-1», № 1 e-mail: victorysch@mail.ru

Погодин Владимир Алексеевич — кандидат технических наук, технический директор ООО «Морстройтехнология» 195220, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, дом 21, корпус 2, лит. А e-mail: pva@morproekt.ru

Ткаченко Андрей Станиславович — директор по развитию и управлению рисками ООО «Логистический Парк «Янино» Российская Федерация, Ленинградская область, Всеволожский район, д. Янино-1, Торгово-логистическая зона «Янино-1», № 1 e-mail: atkcs1@ya.ru

Shcherbakova-Slyusarenko, Victoria N. — PhD, Chief Executive Officer Yanino Logistics Park LLC Vsevolozhsky District, Yanino-1 village, Trade and logistics zone Yanino-1, No. 1, Leningrad Region, Russian Federation e-mail: victorysch@mail.ru

Pogodin, Vladimir A. — PhD, Technical director Mostroytechnology LLC 21 Gzhatskaya Str., building 2, lit. “A”, St. Petersburg, 195220, Russian Federation e-mail: pva@morproekt.ru

Tkachenko, Andrei S. — Development director Yanino Logistics Park LLC Vsevolozhsky District, Yanino-1 village, Trade and logistics zone Yanino-1, No. 1, Leningrad Region, Russian Federation e-mail: atkcs1@ya.ru

Статья поступила в редакцию 16 января 2017 г.
Received: January 16, 2017.