

**APPLICATION OF QUEUING THEORY  
IN THE ORGANIZATION OF BULK CARGO TRANSSHIPMENT  
AT A CONTAINER TERMINAL**

**O. A. Izotov, N. S. Polubotko, E. E. Marushkina**

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

*The study evaluates the effectiveness of integrating specialized transshipment equipment for handling railway rolling stock in the rear area of the marine terminal and during the loading of bulk cargo into the technological chains for processing large-capacity containers. It is noted that the problem requires a comparative assessment of operational characteristics and preliminary calculations of the performance of loading and unloading machines at the cargo fronts where they are employed. The technological process for handling fertilizers in large-capacity containers is proposed to be considered as two subsystems differing in work rhythm: ensuring transfer of cargo between the railway and the accumulation warehouse, as well as delivery for loading by internal terminal transport. To develop proposals for the optimal use of the selected type of transshipment equipment at the work fronts, a comparative analysis of the terminal's "bottlenecks," identified in the presented mathematical model, can be performed. It is emphasized that the proposed technology for handling bulk cargo at a sea container terminal differs from the traditional scheme for handling large-capacity containers in that the container is used only at the stage of fertilizer delivery to the ship. After the container is emptied, it must be transported through the terminal warehouse to the packing point at the manufacturing plant. Since the two processing subsystems identified in the course of the study at the marine fertilizer terminal in bulk containers require the creation of a different number of service channels for cargo flows, this case provides a classic example of solving a problem of a multi-channel queuing system with waiting, in order to calculate the number of unloading, loading, and reloading positions at each identified work front. The paper concludes that the reliability of assessing the capabilities of the terminal's transshipment equipment will make it possible to organize a queuing system without waiting, i. e., with a given service intensity.*

*Keywords: queuing theory, transshipment equipment, marine terminal, bulk cargoes, transport systems, transshipment processes, cargo delivery and handling, large-capacity containers.*

**For citation:**

Izotov, Oleg A., N. S. Polubotko and E. E. Marushkina. "Application of queuing theory in the organization of bulk cargo transshipment at a container terminal." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 17.4 (2025): 493–501. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-4-493-501.

**УДК 656.073.7**

**ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВАЛКИ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ  
НА КОНТЕЙНЕРНОМ ТЕРМИНАЛЕ**

**О. А. Изотов, Н. С. Подуботко, Е. Е. Марушкина**

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

*Темой исследования является оценка эффективности включения в технологические цепочки обработки большегрузных контейнеров специализированного перегрузочного оборудования для обработки подвижного состава железнодорожного транспорта в тыловой зоне морского терминала и в ходе погрузки судна насыпными грузами. Отмечается, что постановка задачи требует сравнительной оценки эксплуатационных характеристик и предварительных расчетов производительности погрузочно-разгрузочных машин на грузовом фронте их использования. Технологический процесс по обработке удобренных в большегрузных контейнерах предложено рассматривать как две отличающиеся по ритму работ*

подсистемы, обеспечивающие передачу груза между железной дорогой и складом накопления и подачу груза на погрузку внутртерминальным транспортом. В целях выработки предложений по поиску оптимального применения на фронтах работ выбранного типа перегрузочного оборудования может быть произведен сравнительный анализ «узких мест» терминала, обозначенных в представленной математической модели. Подчеркивается, что приведенная технология обработки насыпных грузов на морском контейнерном терминале отличается от традиционной схемы обработки большегрузных контейнеров тем, что контейнер применяется на этапе доставки удобрений только до борта судна — после высыпания груза он подлежит транспортировке через склад терминала до пункта затарки на завод-производитель. Поскольку выделенные в ходе исследования две подсистемы обработки на морском терминале удобрений в насыпных контейнерах требуют создания разного количества каналов обслуживания грузопотоков, в данном случае имеет место классический пример решения задачи многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием с целью расчета количества мест выгрузки, погрузки и перегрузки на каждом выявленном фронте работ. В работе сделан вывод о том, что достоверность оценки возможностей перегрузочного оборудования терминала позволит организовать систему массового обслуживания без ожидания обслуживания в очереди, т. е. с заданной интенсивностью.

*Ключевые слова:* теория массового обслуживания, перегрузочное оборудование, морской терминал, насыпные грузы, транспортные системы, перегрузочные процессы, доставка и обработка грузов, крупнотоннажные контейнеры.

#### **Для цитирования:**

Изотов О. А. Применение аппарата теории массового обслуживания при организации перевалки насыпных грузов на контейнерном терминале / О. А. Изотов, Н. С. Полуботко, Е. Е. Марушкина // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2025. — Т. 17. — № 4. — С. 493–501. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-4-493-501. — EDN CLEZQY.

### **Введение (Introduction)**

Оценка эффективности включения в технологические цепочки перемещения большегрузных контейнеров того или иного перегрузочного оборудования при обработке железнодорожного подвижного состава и на морском терминале требует сравнительной оценки эксплуатационных характеристик и расчета производительности механизмов на грузовом фронте их применения. На основе выявленных показателей формируется логистический подход учета возможностей такого оборудования и процесс совершенствования погрузочно-разгрузочных работ, что становится наиболее востребованным при планировании обработки нетрадиционных для морского контейнерного терминала грузов [1].

Современные терминалы оснащены разнообразными видами перегрузочного оборудования, а именно: фронтальными перегружателями для обработки судов, козловыми кранами и погрузчиками для формирования складских зон, внутренним транспортом для подачи грузов на грузовые фронты перевалки и т. д. Все это оборудование включено в единые технологические процессы перемещения крупнотоннажных контейнеров как между видами транспорта, так и по штабелированию на складах [2].

Целью работы является обоснование потребного количества перегрузочного оборудования на грузовых фронтах терминала, позволяющих сформировать  $n$  каналов обслуживания в описанной системе массового обслуживания и выявить зависимости скорости обработки грузопотока от эксплуатационных характеристик рассматриваемых элементов инфраструктуры терминала.

### **Методы и материалы (Methods and Materials)**

При обработке на морском терминале удобрений в насыпных контейнерах рассматриваемый технологический процесс целесообразно разделить на две подсистемы:

- ежедневная обработка поступающих железнодорожным транспортом грузов (рис. 1);
- периодическая работа с грузопотоком по мере подачи под обработку морских судов (рис. 2).



Рис. 1. Схема обработки грузов на железнодорожном грузовом фронте

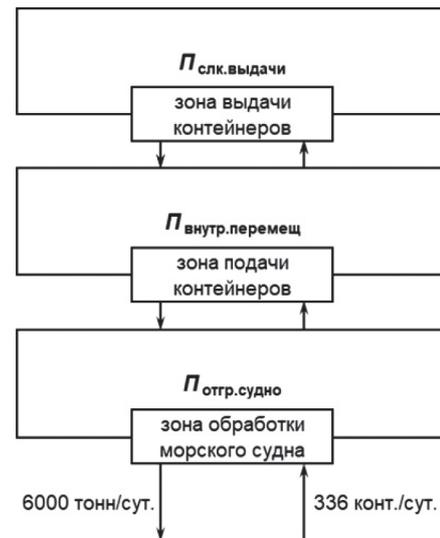


Рис. 2. Схема обработки грузов на морском грузовом фронте

При обработке грузов первая подсистема призвана построить схему расстановки механизмов, обеспечивающих соблюдение следующего условия:

$$П_{ж/д ст} \leq П_{ж/д гр. фронта} \leq П_{скл.отгр}.$$

Здесь  $П_{ж/д ст}$  — пропускная способность предпортовой железнодорожной станции обеспечить подачу подвижного состава с большегрузными контейнерами в тыловую зону терминала, зону железнодорожных платформ или конт./сут;  $П_{ж/д гр. фронта}$  — суммарная производительность оборудования обеспечивающего обработку поступающих контейнеров и подачу их на склад хранения, конт./сут;  $П_{скл.отгр}$  — суммарная производительность оборудования обеспечивающего отгрузку на железнодорожный транспорт порожних контейнеров, конт./сут.

В целях обеспечения бесперебойной обработки железнодорожного подвижного состава суммарная производительность оборудования терминала должна превышать или быть равной пропускной способности предпортовой железнодорожной станции.

При обработке грузопотоков вторая подсистема призвана построить схему расстановки механизмов, обеспечивающих соблюдение следующего условия:

$$П_{скл.выдачи} \geq П_{внутр.перемещ} \geq П_{отгр.судно}.$$

Здесь  $П_{скл.выдачи}$  — суммарная производительность оборудования, обеспечивающего выдачу большегрузных насыпных контейнеров с удобрениями внутреннему транспорту терминала, конт./сут;  $П_{внутр.перемещ}$  — суммарная провозная способность внутреннего транспорта терминала обеспечивающего подачу контейнеров на морской грузовой фронт, конт./сут;  $П_{отгр.судно}$  — суммарная производительность оборудования, обеспечивающего отгрузку удобрений из большегрузных насыпных контейнеров в морское судно, т или конт./сут.

В целях обеспечения бесперебойной обработки морского судна производительность оборудования, осуществляющего выдачу большегрузных насыпных контейнеров с удобрениями, и суммарная провозная способность внутреннего транспорта терминала должны превышать или быть равными суммарной производительности оборудования, осуществляющего отгрузку удобрений из большегрузных насыпных контейнеров в судно [3, 4].

Оптимизация применения того и иного типа перегрузочного оборудования на фронтах работ требует сравнительного анализа «узких мест» терминала, выявленных в представленной математической модели. Задачи в такой постановке могут решаться с применением аппарата теории массового обслуживания. Приведенный практический пример отличается от традиционной

схемы обработки большегрузных контейнеров на морском терминале тем, что контейнер применяется на этапе доставки удобрений только до борта судна и после высвобождения от груза подлежит обратной транспортировке через склад терминала железнодорожным транспортом до пункта затарки на завод-производитель.

Таким образом, с железнодорожной станции одновременно из поездной партии под выгрузку загруженных контейнеров и обратную отгрузку порожних контейнеров может быть подано *n* платформ, т. е. это является классической задачей *многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием* [5]. Применение того или иного вида оборудования для обработки контейнеров будет являться частным (непринципиальным в постановке задачи) случаем, главное, что при этом задействован один из каналов обслуживания поданной в виде вагона заявки.

Количество одновременно подаваемых под обработку железнодорожных платформ на терминалах зависит от длины приемных путей, т. е. является *случайной величиной*. Обслуживание партий вагонов должно производиться в строго определенных временных параметрах, призванных задать ритмичность всего процесса [6, 7].

Неравномерную загрузку системы массового обслуживания при равномерной подаче вагонов может определять время цикла перегрузочного оборудования (ричстакера), от производительности которого будет зависеть также потребность в таких механизмах (табл. 1).

Таблица 1

**Зависимость потребности в перегрузочном оборудовании от времени цикла погрузчика как основного параметра системы массового обслуживания**

<i>Динамика изменений эксплуатационных характеристик железнодорожной станции</i>						
Объем подачи ж/д платформ в поезде	ж/д плат. / сут	56	56	56	56	
Объем подачи контейнеров	конт. / сут	112	112	112	112	
Количество вагонов в одной подаче	вагон / подача	8	8	8	8	
Количество подач вагонов	подача / сут	7	7	7	7	
Время подачи-уборки одной партии вагонов	ч	3,4	3,4	3,4	3,4	
<i>Оценка эксплуатационных характеристик железнодорожного грузового фронта терминала</i>						
Время цикла ричстакера по выгрузке и погрузке контейнера	мин	16	18	20	22	
Производительность ричстакера в час	конт. / ч	3,8	3,3	3	2,7	
Производительность ричстакера в сутки (7 ч)	конт. / сут	26,3	23,3	21,0	19,1	
Количество ричстакеров для обработки поезда	ед.	4,3	4,8	5,3	5,9	

Неравномерную загрузку системы массового обслуживания при равном времени цикла перегрузочного оборудования (ричстакера) могут задавать различные партии подаваемых под обработку вагонов, что приведет к сокращению количества подач вагонов на терминал и, как следствие, к сокращению времени их обработки<sup>1</sup> и росту потребности в перегрузочном оборудовании (табл. 2).

Таблица 2

**Зависимость потребности в перегрузочном оборудовании от партии одновременно подаваемых под обработку вагонов как основного параметра системы массового обслуживания**

<i>Динамика изменений эксплуатационных характеристик железнодорожной станции</i>						
Объем подачи ЖД платформ в поезде	ж/д платформа / сут	56	56	56	56	
Объем подачи контейнеров	конт. / сут	112	112	112	112	
Количество вагонов в одной подаче	вагон / подача	8	10	12	14	
Количество подач вагонов	подача / сут	7	5,6	4,7	4	
Время подачи-уборки одной партии вагонов	ч	3,4	4,3	5,1	6,0	

<sup>1</sup> В расчетах принята норма обработки партии вагонов в 1 час.

Таблица 2  
 (Окончание)

<i>Оценка эксплуатационных характеристик железнодорожного грузового фронта терминала</i>					
Время цикла ричстакера по выгрузке и погрузке контейнера	мин	20	20	20	20
Производительность ричстакера в час	конт./ч	3	3	3	3
Производительность ричстакера в сутки (от количества подач)	конт./сут	21,0	16,8	14,0	12,0
Количество ричстакеров для обработки поезда	ед.	5,3	6,7	8,0	9,3

Время подачи-уборки вагонов на терминал обработки приводит к сокращению суммарного времени на их обработку в силу недопущения появления необработанных заявок, что может привести к перегрузке системы обслуживания и нарушению ритма обработки (56 платформ в сутки). В результате изменится также потребность в количестве каналов обслуживания подвижного состава (рис. 3).



Рис. 3. Влияние партии вагонов в одной подаче на потребное количество каналов их обслуживания

При обработке морского судна время цикла фронтального перегружателя зависит от его эксплуатационных характеристик, т. е. является случайной величиной. При этом именно от времени цикла зависит потребное количество перегружателей, призванных задать ритмичность всего процесса.

Неравномерную загрузку системы массового обслуживания при изменении времени цикла перегружателя можно компенсировать увеличением количества буксировщиков контейнеров на причал (табл. 3).

Таблица 3

**Зависимость потребности в перегрузочном оборудовании от времени цикла фронтального перегружателя как основного параметра системы массового обслуживания**

<i>Оценка эксплуатационных характеристик морского грузового фронта терминала</i>					
Грузоподъемность судна	т	6000	6000	6000	6000
Время цикла портального перегружателя	мин	10	12	14	16
Производительность портального перегружателя в час	конт. / ч	6,0	5,0	4,3	3,8
Производительность портального перегружателя в сутки (21 ч)	конт. / сут	126,0	105,0	90,0	78,8
Количество портальных перегружателей для обработки судна	ед.	2,6	3,2	3,7	4,2
Время обработки судна	сут	1	1	1	1

Таблица 3  
 (Окончание)

<i>Динамика изменений эксплуатационных характеристик внутреннего транспорта</i>					
Время цикла подачи контейнера на причал буксировщиком	мин	30	30	30	30
Производительность внутреннего транспорта	конт. / ч	2	2	2	2
Производительность внутреннего транспорта (21 ч)	конт. / сут	42	42	42	42
Потребное количество буксировщиков на один перегружатель	ед.	3	2,5	2,1	1,9
Потребное количество буксировщиков на причал	ед.	7,9	7,9	7,9	7,9

Неравномерную загрузку системы массового обслуживания при подаче под обработку морских судов различной грузоподъемности можно компенсировать увеличением количества фронтальных перегружателей и обслуживающих их работу буксировщиков контейнеров на причал (табл. 4).

Таблица 4

**Зависимость потребности в перегрузочном оборудовании от грузоподъемности подаваемых под обработку морских судов как основного параметра системы массового обслуживания**

<i>Оценка эксплуатационных характеристик морского грузового фронта терминала</i>					
Грузоподъемность судна	т	6000	6500	7000	7500
Время цикла портального перегружателя	мин	10	12	14	16
Производительность портального перегружателя в час	конт./ч	6,0	5,0	4,3	3,8
Производительность портального перегружателя в сутки (21 ч)	конт./сут	126,0	105,0	90,0	78,8
Количество портальных перегружателей для обработки судна	ед.	2,6	3,4	4,3	5,3
Время обработки судна	сут	1	1	1	1
<i>Динамика изменений эксплуатационных характеристик внутреннего транспорта</i>					
Время цикла подачи контейнера на причал буксировщиком	мин	30	30	30	30
Производительность внутреннего транспорта	конт./ч	2	2	2	2
Производительность внутреннего транспорта (21 ч)	конт./сут	42	42	42	42
Потребное количество буксировщиков на один перегружатель	ед.	3	2,5	2,1	1,9
Потребное количество буксировщиков на причал	ед.	7,9	8,6	9,3	9,9

При неизменном количестве фронтальных перегружателей неравномерную загрузку системы массового обслуживания может задать время их цикла при погрузке судна (табл. 5).

Таблица 5

**Зависимость времени обработки морского судна от времени цикла контейнерного перегружателя как основного параметра системы массового обслуживания**

<i>Оценка эксплуатационных характеристик морского грузового фронта терминала</i>					
Грузоподъемность судна	т	7000	7000	7000	7000
Время цикла портального перегружателя	мин	10	12	14	16
Производительность портального перегружателя в час	конт./ч	6,0	5,0	4,3	3,8
Производительность портального перегружателя в сутки (21 ч)	конт. / сут	126,0	105,0	90,0	78,8
Количество портальных перегружателей для обработки судна	ед.	3,0	3,0	3,0	3,0
Время обработки судна	сут	1,0	0,8	0,7	0,6
<i>Динамика изменений эксплуатационных характеристик внутреннего транспорта</i>					
Время цикла подачи контейнера на причал буксировщиком	мин	30	30	30	30
Производительность внутреннего транспорта	конт / ч	2	2	2	2
Производительность внутреннего транспорта (21 ч)	конт / сут	42	42	42	42
Потребное количество буксировщиков на один перегружатель	ед.	3	2,5	2,1	1,9
Потребное количество буксировщиков на причал	ед.	9,0	7,5	6,4	5,6

Таким образом, при неизменном количества каналов обслуживания морского судна даже увеличение объемов подачи контейнеров на причал приведет к сокращению времени погрузки (рис. 4).

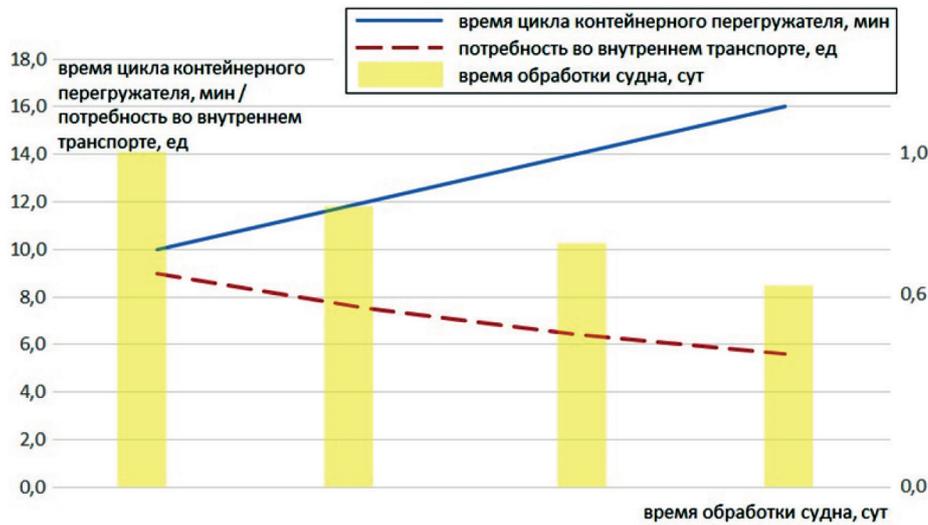


Рис. 4. Влияние продолжительности цикла контейнерного перегружателя на время обработки морского судна

При этом важно отметить, что выделенные в начале исследования две подсистемы, необходимые для обработки на морском терминале удобрений в насыпных контейнерах, в силу отличного друг от друга ритма работ требуют создания разного количества каналов обслуживания грузопотоков [8]. Таким образом, необходимо организовать определенное количество мест выгрузки, погрузки и перегрузки на каждом выявленном фронте работ. Общая интенсивность работ на терминале при этом задается возможностью подачи платформ с железнодорожной станции и морского судна под погрузку [9, 10].

### Заключение (Conclusion)

Расчет требуемого количества перегрузочного оборудования на грузовых фронтах терминала позволяет сформировать  $n$  каналов обслуживания в описанной системе массового обслуживания и выявить зависимости скорости обработки грузопотока от эксплуатационных характеристик предпортовой железнодорожной станции, фронтального перегружателя, средств механизации технологических операций по складированию и внутритерминальному перемещению большегрузных контейнеров. Достоверная оценка возможностей перегрузочного оборудования терминала дает возможность организовать систему массового обслуживания без ожидания обслуживания в очереди, т. е. с заданной интенсивностью, что позволяет не затрагивать вопросы расчета вероятности простоя системы массового обслуживания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изотов О. А. Обоснование возможности обработки контейнеризированных навалочных грузов на морском терминале / О. А. Изотов, Н. С. Полуботко // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2025. — Т. 17. — № 2. — С. 208–215. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-2-208-215. — EDN HRYNBC.
2. Кузнецов А. Л. Оценка времени доставки в сложных цепях поставки с помощью моделирования / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2021. — Т. 13. — № 3. — С. 372–383. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-3-372-383. — EDN TNLNKM.

3. Жендарева Е. С. Методические особенности оценки эффективности организации транспортного процесса доставки нерудных строительных материалов / Е. С. Жендарева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2012. — № 1. — С. 122–125. — EDN PBMUYR.

4. Изотов О. А. Моделирование схем обработки насыпных контейнеров на морском терминале / О. А. Изотов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2025. — Т. 17. — № 3. — С. 331–339. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-3-331-339.

5. Зимин А. В. Повышение гибкости управления предприятием за счет современных средств математического моделирования и визуализации данных / А. В. Зимин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. — 2015. — Т. 15. — № 1. — С. 69–74. — EDN TGZUNV.

6. Забненков В. С. Концептуальный подход к созданию логистического центра в пунктах взаимодействия железнодорожного и водного транспорта / В. С. Забненков // Речной транспорт (XXI век). — 2011. — № 6(54). — С. 64–69. — EDN RUKBXX.

7. Шибзухов Т. А. Складская логистика: история, структура, проблемы и пути решения / Т. А. Шибзухов, К. Д. Савельева, Н. Л. Галиева, А. В. Еричев // Экономика и социум. — 2021. — № 6–2(85). — С. 660–669. DOI: 10.46566/2225-1545\_2021\_2\_85\_660. — EDN BIWWWH.

8. Ветрова Е. Н. Методические подходы к локализации промышленного производства на современном этапе / Е. Н. Ветрова, Г. С. Азирова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. — 2023. — № 1. — С. 3–12. DOI: 10.17586/2310-1172-2023-16-1-3-12. — EDN QYCLSD.

9. Калентьева Ю. Н. Проблема применения системного подхода и системного анализа в принятии управленческих решений / Ю. Н. Калентьева // Экономика, управление, финансы: материалы IX Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–23 октября 2018 года. — Санкт-Петербург: Свое издательство, 2018. — С. 44–46. — EDN YLEEVV.

10. Балашова И. В. Системы поддержки принятия решений / И. В. Балашова, Т. А. Терещенко // The Scientific Heritage. — 2021. — № 79–4(79). — С. 3–7. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-79-4-3-7. — EDN VBGSEN.

## REFERENCES

1. Izotov, O. A. and N. S. Polubotko. “Justification of the possibility of processing containerized bulk cargoes at a marine terminal.” *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova* 17.2 (2025): 208–215. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-2-208-215.

2. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko and A. D. Semenov. “Evaluating lead-time in complex supply chains by simulation technique.” *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova* 13.3 (2021): 372–383. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-3-372-383.

3. Zhendareva, E. S. “Methodical features of the transport process of evaluating the effectiveness of delivery of non-metallic construction materials.” *Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka* 1 (2012): 122–125.

4. Izotov, Oleg A. “Modeling of bulk container handling schemes at the marine terminal.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 17.3 (2025): 331–339. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-3-331-339.

5. Zimin, A. V. “Agility increase of enterprise management by modern methods of mathematical modelling and data visualisation.” *Bulletin Of The South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics* 15.1 (2015): 69–74.

6. Zabnenkov, V. S. “Kontseptual'nyy podkhod k sozdaniyu logisticheskogo tsentra v punktakh vzaimodeystviya zheleznodorozhnogo i vodnogo transporta.” *Rechnoy transport (XXI vek)* 6(54) (2011): 64–69.

7. Shibzukhov, T. A., K. D. Savel'eva, N. L. Galieva and A. V. Eriчев. “Warehouse logistics: history, structure, problems and solutions.” *Ekonomika i sotsium* 6–2(85) (2021): 660–669. DOI: 10.46566/2225-1545\_2021\_2\_85\_660.

8. Vetrova, E. N. and G. S. Azirov. “Methodological approaches to the localization of industrial production at the present stage.” *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment* 1 (2023): 3–12. DOI: 10.17586/2310-1172-2023-16-1-3-12.

9. Kalent'eva, Yu. N. “Problema primeneniya sistemnogo podkhoda i sistemnogo analiza v prinyatii upravlencheskiykh resheniy.” *Ekonomika, upravlenie, finansy: materialy IX Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 20–23 oktyabrya 2018 goda*. Sankt-Peterburg: Svoe izdatel'stvo, 2018: 44–46.

10. Balashova, I. V. and T. A. Tereshchenko. “Decision support systems.” *The Scientific Heritage* 79–4(79) (2021): 3–7. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-79-4-3-7.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Изотов Олег Альбертович** —

доктор технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С. О. Макарова»  
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [iztv65@rambler.ru](mailto:iztv65@rambler.ru), [kaf\\_pgt@gumrf.ru](mailto:kaf_pgt@gumrf.ru)

**Полуботко Никита Сергеевич** — аспирант

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С. О. Макарова»  
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [nipolubotko@inbox.ru](mailto:nipolubotko@inbox.ru)

**Марушкина Екатерина Евгеньевна** —

инженер-технолог 2 категории  
ООО «СПКБ», специалист  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени  
адмирала С. О. Макарова» 198035,  
Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [marushkina\\_ee@mail.ru](mailto:marushkina_ee@mail.ru)

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Izotov, Oleg A.** —

Dr. of Technical Sciences, associate professor  
Admiral Makarov State University of Maritime  
and Inland Shipping  
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,  
Russian Federation  
e-mail: [iztv65@rambler.ru](mailto:iztv65@rambler.ru), [kaf\\_pgt@gumrf.ru](mailto:kaf_pgt@gumrf.ru)

**Polubotko, Nikita S.** — postgraduate student

Admiral Makarov State University of Maritime  
and Inland Shipping  
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,  
Russian Federation  
e-mail: [nipolubotko@inbox.ru](mailto:nipolubotko@inbox.ru)

**Marushkina, Ekaterina E.** —

2nd category engineer-technologist  
of SPKB LLC, expert  
Admiral Makarov State University  
of Maritime and Inland Shipping  
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg,  
198035, Russian Federation  
e-mail: [marushkina\\_ee@mail.ru](mailto:marushkina_ee@mail.ru)

*Статья поступила в редакцию 02 июня 2025 г.*

*Received: June 02, 2025.*