

ПОРТЫ, ПОРТОВОЕ ХОЗЯЙСТВО И ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА

DOI: 10.24143/2073-1574-2019-2-118-126
УДК 05.22.19

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОПЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ МОРСКОГО ГРУЗОВОГО ФРОНТА СОВРЕМЕННЫХ ЭКСПОРТНЫХ УГОЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Н. В. Купцов¹, А. Л. Кузнецов²

¹ *ООО «Газпромнефть-Заполярье», Санкт-Петербург, Российская Федерация*

² *Государственный университет морского и речного флота
им. адмирала С. О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Рассматривается задача идентификации функционального содержания процессов, происходящих на морском грузовом фронте современных экспортных угольных терминалов, использующих машины непрерывного транспорта (конвейерную механизацию). Подходы глубинного анализа данных позволяют сформировать целостную картину о цикле производственных судопогрузочных операций и простоях, которые в российской нормативной базе технологического проектирования морских портов учитываются внутри коэффициентов «незнания». В настоящее время проектирование высокотехнологичных терминалов с применением коэффициентов «незнания» является архаизмом, снижающим расчётные значения пропускной способности угольных экспортных терминалов на 50–60 %. Основной задачей функционирования терминала является принцип экономической эффективности – необходимо в деталях понимать технологические процессы и выполнять судопогрузочные операции без превышения стальной нормы времени, чтобы избежать дополнительных расходов за демаредж. Для морских терминалов самостоятельной ценностью является выявление, глубокое понимание и управление факторами, скрытыми внутри указанных коэффициентов. Идентификация функциональной структуры процессов морского грузового фронта позволяет влиять на них, более эффективно эксплуатировать терминал и снижать диапазон неопределённостей, увеличивая пропускную способность морского грузового фронта с использованием принципов технического предела. Рассмотренная детализация процессов может использоваться в качестве инструментария для создания более точных методик расчёта пропускной способности морского грузового фронта, а также является содержательным описанием имитационных моделей. Использование детализированных параметрических вероятностных расчётных моделей позволит достичь прозрачности во взаимоотношениях «проектировщик – заказчик» и формировать результаты с точки зрения наиболее вероятных значений пропускной способности и потенциала увеличения грузооборота.

Ключевые слова: морские порты, угольные морские терминалы, морской грузовой фронт, судопогрузочные операции, технологическое проектирование морских портов.

Для цитирования: *Купцов Н. В., Кузнецов А. Л. Функциональная структура операционных процессов морского грузового фронта современных экспортных угольных терминалов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2019. № 2. С. 118–126. DOI: 10.24143/2073-1574-2019-2-118-126.*

Введение

Существующая нормативная база технологического проектирования морских портов СП 350.1326000.2018 «Нормы технологического проектирования морских портов» [1] была обновлена в 2018 г., однако не избавилась от существенных недостатков, которые перебазируются из прошлых редакций нормативов РД 31.3.05-97 и РД 31.3.01.01-93 [2].

В соответствии с [1] результат расчётов пропускной способности морского грузового фронта (МГФ) фиксируется детерминированной величиной, то есть одним численным значением. Полученный в таком виде результат зачастую сильно занижает возможности и потенциал экспортных терминалов, что провоцирует появление взаимного недоверия между научно-проектным сообществом (исполнитель) и промышленными корпорациями (заказчик). Во многом это связано с необходимостью использования коэффициентов «технического незнания» [3, 4]: простоя причала по метеорологическим факторам – $K_{мет}$, перехода от технической к эксплуатационной производительности – K_c , занятости причалов обработкой судов – $K_{зан}$.

Годовой объём перевалки грузов является основным коммерческим показателем для терминала, в связи с этим планирование и достижение высоких значений грузооборота является важнейшей задачей для заказчика. Операторы современных экспортных угольных терминалов, использующих конвейерную механизацию, владеют высокопроизводительным оборудованием, которое используется в ситуациях неопределённости. С одной стороны, существует значительная рыночная неопределённость (неравномерность поступления марок угля по железной дороге, необходимость равномерного контрактования судов-балкеров для судовых заходов, формирование достаточного количества судовых партий в складской зоне), с другой – возникают эксплуатационные сложности (синхронизация конвейерных маршрутов, минимизация производственных простоев).

Для морских терминалов самостоятельной ценностью является выявление, глубокое понимание и управление факторами, скрытыми внутри указанных коэффициентов. Идентификация функциональной структуры процессов МГФ позволяет влиять на них, более эффективно эксплуатировать терминал и снижать диапазон неопределённостей, увеличивая пропускную способность МГФ с использованием принципов технического предела [5].

Методы и материалы исследования

Для идентификации функциональной структуры процессов, выполняемых на МГФ современных экспортных угольных терминалов, нами были использованы следующие подходы:

- 1) синтез принципов и методологий, включающих:
 - российскую нормативную базу СП 350.1326000.2018 [1];
 - рекомендации справочника UNCTAD [6] по проектированию морских портов в развивающихся странах;
 - справочник по судопогрузочным операциям с судами-балкерами [7];
 - исследования об экспортных навалочных терминалах А. Клейнхееренбринка [8] и Т. Ван Вианена [9];

- 2) глубинный всесторонний анализ (data mining) производственной статистики, таймшитов и проектной документации существующих и перспективных угольных экспортных терминалов в РФ: АО «Ростерминалуголь», АО «Дальтрансуголь», специализированный угольный комплекс «Восточный», универсальный производственно-перегрузочный комплекс «Север», «Гаманский терминал навалочных грузов».

В рамках судопогрузочных операций МГФ целесообразно опираться на понятия времязатрат из торгового судоходства [10], которые направлены на функционирование терминала по принципу экономической эффективности, выполняя судопогрузочные операции без превышения сталийного времени, чтобы избежать дополнительных расходов.

Сталийное время – срок, в течение которого терминал обязуется выполнить стивидорные операции с гарантированной производительностью (для навалочных терминалов измеряется в т/сут.). Обычно сталийное время начинает отсчитываться через день после подачи уведомления о готовности судна. В сталийное не включается время, в течение которого погрузка не производилась по причинам непреодолимой силы и гидрометеорологическим условиям.

Контрсталийное время – дополнительное время погрузки или ожидания погрузки в очереди, если терминал не успевает обслужить судно в течение сталийного времени. За контрсталийное время терминал выплачивает судовладельцу штрафную плату (демередж). Согласно общепринятому правилу, однажды начавшись, контрсталийное время течёт непрерывно – в него включаются официально установленные выходные дни, простои по причинам непреодолимой силы и гидрометеорологическим условиям.

Универсальный цикл операций МГФ морских терминалов в терминах торгового судоходства представлен на рис. 1.

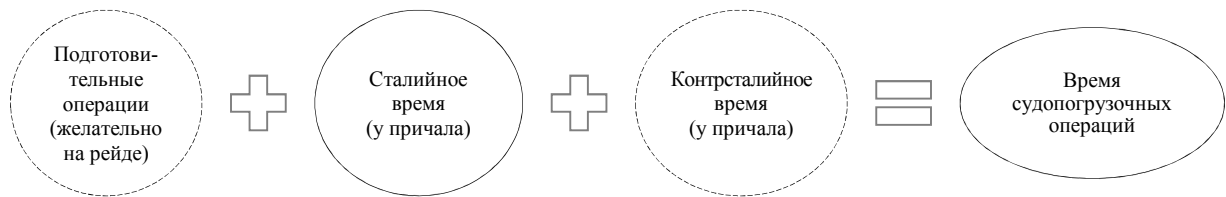


Рис. 1. Полный цикл судопогрузочных операций

Теоретически максимальный результат для пропускной способности МГФ достигается тогда, когда все операции распланированы и выполняются точно вовремя: в таком случае терминал будет выполнять операции в отведённое сталийное время. На практике это маловероятно, поскольку на результат влияют внешние возмущающие факторы [11], которые замедляют производство и снижают итоговый результат. Для МГФ морского терминала классификация потерь от действия указанных факторов приведена на рис. 2.

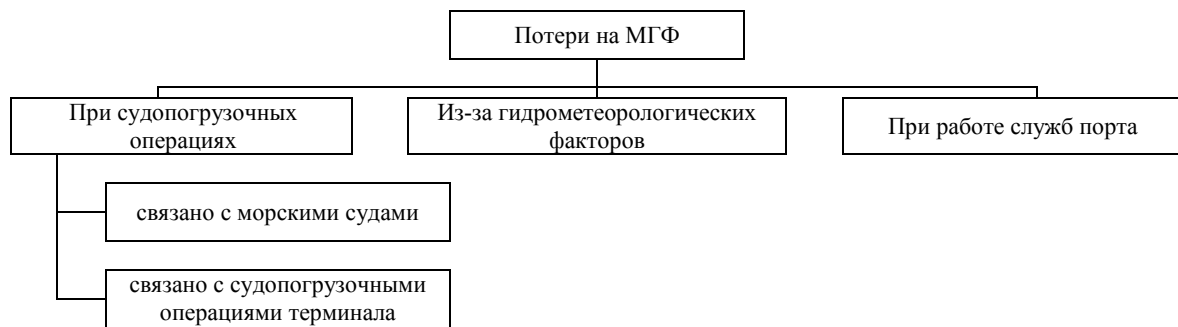


Рис. 2. Классификация потерь МГФ для морского терминала

Очевидно, что терминал заинтересован в максимизации судопогрузочной производительности и минимизации занятости причала судном. В связи с этим целесообразно подготовительные операции выполнять на рейдовой стоянке, а для операций в рамках сталийного времени не допускать превышений. Детализация процессов МГФ в соответствии с терминологией торгового судоходства приведена в табл. 1.

Таблица 1

Детализация процессов МГФ для угольных экспортных терминалов

Подготовительные операции (на рейде)	Сталийное время	Контрсталийное время
1. Заход судна в порт, постановка на якорную стоянку на рейде; 2. Получение разрешений от служб порта: таможенной, санитарной; 3. Подача уведомления о готовности на терминал (notice of readiness)	<i>Управляемые простои:</i> (А) коммерческие: 1. Отсутствие груза на складе; (Б1) производственные плановые: 1. Плановые ремонты и техническое обслуживание оборудования; (Б2) производственные внеплановые и аварийные: 1. Аварийные ремонты оборудования; 2. Внеплановые остановки конвейеров; 3. Перегрев магнитных сепараторов; 4. Зачистка оборудования от наледи в зимний период; 5. Сползание угля при низких температурах	Дополнительное время погрузочных операций, включая простои по причинам непредвидимой силы и гидрометеорологическим факторам

Подготовительные операции (на рейде)	Стальнойное время	Контрстальнойное время
	<p><i>Цикл судопогрузочных операций:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подход судна к причалу от рейдовой стоянки; 2. Швартовка у причала; 3. Выполнение судопогрузочных операций с соблюдением карго-плана, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> – открытие/закрытие трюмов, – подготовка и смены конвейерных маршрутов, – смена трюмов, – изменение режимов работы судопогрузочных машин (СПМ): обычная производительность, снижение производительности для судов с ограниченной погрузкой, тримминг; 4. Пересменки и обед операторов СПМ; 5. Остановки на слив балласта (в случае, если насосы судна работают медленнее производительности СПМ); 6. Измерение судовой осадки после завершения судопогрузочных операций; 7. Оформление отхода портнадзором и стивидорных завершающих документов (statement of facts); 8. Отход судна от причала 	
	<p>Нестальнойное время</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Из-за метеорологических факторов (ветер, ледовая обстановка, волна); 2. Отсутствие флота 	

С целью детализации и расшифровки операций далее выполнен анализ и идентификация функциональных процессов и потерь, входящих в коэффициенты «незнания».

Процессы и потери вне цикла судопогрузочных операций

Процессы и потери вне цикла судопогрузочных операций во многом связаны с одним из главных коэффициентов «незнания», характеризующим простой причала по метеорологическим факторам, – $K_{мет}$. При этом существует ряд подготовительных процессов (табл. 2), которые происходят на рейде, не занимая причальных мощностей, в связи с этим их традиционно не включают в расчёт пропускной способности терминала, хотя их своевременное выполнение существенно влияет на экономическую рентабельность терминала вследствие выставления штрафов за демередж.

Таблица 2

Детализация подготовительных операций на рейде

Порядок операций	Подготовительные операции (на рейде)	Закономерность/длительность	Наличие информации в СПИ 350.1326000.2018 [1]
1	Заход судна в порт, постановка на якорную стоянку на рейде	Суда прибывают в порт с соответствии с контрактными обязательствами. По прибытии судно подаёт уведомления о готовности (notice of readiness) обработки на терминале	Нет
2	Ожидание прибытия служб порта на судно	Зависит от занятости служб	
3	Получение разрешений от служб порта: таможенной, санитарной	Типовая проверка и оформление документации (1–2 ч)	
4	Ожидание свободного причала для судопогрузочных операций	Зависит от наличия свободных причальных и судопогрузочных мощностей	
5	После выполнения судопогрузочных операций – мониторинг азиатской расы непарного шелкопряда (AGM)	В зависимости от направления плавания (Северная Америка и др.) необходима фитосанитарная инспекция об отсутствии на борту спор шелковистого непарного шелкопряда	

К потерям из-за гидрометеорологических факторов относятся часы, во время которых терминал не может осуществлять навигацию или судопогрузочные операции МГФ в связи с неблагоприятными погодными условиями. К ним относятся следующие факторы, для которых правила порта определяют граничные значения:

- скорость ветра (обычно разрешены судопогрузочные операции при скорости ветра до 15, швартовые операции – до 14 м/с);
- ледовая обстановка (в зависимости от толщины сплошного ледяного покрова и допускаемых судов категории Ice/Arc);
- плотность тумана (обычно навигация разрешена при видимости более 100 м);
- превышение допустимой температуры наружного воздуха, при которой требуются перемены для обогрева рабочих;
- волнение в акватории (обычно разрешены швартовые операции и стоянка судов у причала при высоте волны до 1–1,5 м).

В нормативной базе СП 350.1326000.2018 [1] для различных портов приведены усредненные значения $K_{мет}$, в который включены первые четыре фактора, но при этом коэффициент не учитывает простои из-за недопустимого волнения на акватории.

Проведённый нами анализ установил, что для типового терминала «Дальтрансуголь» нормативные значения $K_{мет}$ весьма консервативны и приводят к заниженным результатам. В табл. 3 приведено сравнение нормативного $K_{мет}$ для порта Ванино с фактическим $K_{мет}$, который был зафиксирован на терминале «Дальтрансуголь» и учитывал все простои по гидрометеорологическим факторам.

Таблица 3

Сравнение нормативного и фактического $K_{мет}$ для терминала «Дальтрансуголь» (порт Ванино)

Источник для $K_{мет}$	Средние значения $K_{мет}$ при перегрузке навалочных грузов												
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Итого
Порт Ванино в СП [1]	0,80	0,75	0,80	0,85	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	0,85	0,75	0,70	0,80
Факт 2016 г. «Дальтрансуголь»	0,98	0,98	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00	0,98	0,99	0,98	0,98	100	0,98

Для формирования зависимостей по фактическому $K_{мет}$ требуется более длительная статистическая выборка, но по результатам 2016 г. становится очевидным, что расчёты в соответствии с СП 350.1326000.2018 [1] могут занижать пропускную способность МГФ на 18–20 %, что соответствует перевалке 4–5 млн т угля в год.

Процессы и потери при судопогрузочных операциях

Процессы и потери при судопогрузочных операциях учитываются двумя поправочными значениями: коэффициентом перехода от технической к эксплуатационной производительности судопогрузочных машин K_c и коэффициентом занятости причалов обработкой судов $K_{зан}$. Для специализированных угольных терминалов, использующих конвейерную схему механизации, в нормативных документах рекомендовано использовать значения $K_{зан} = 0,5–0,6$ и $K_c = 0,7–0,75$. Применение этих коэффициентов значительно (на 40–50 %) снижает расчётное значение пропускной способности МГФ.

Для определения функциональной структуры процессов был выполнен анализ цикла судопогрузочных операций. В табл. 4 приведены численные значения, оцененные в соответствии с практиками терминала «Дальтрансуголь».

Цикл судопогрузочных операций экспортного угольного терминала, использующего механизацию непрерывного транспорта (конвейеры)

Порядок операций	Цикл судопогрузочных операций	Закономерность/практика терминала «Дальтрансуголь»	Длительность, ч	К какому коэффициенту в соответствии с [1] относится
1	Подход к причалу	После получения разрешений санитарной и таможенной служб судно поднимает якорь, отходит с рейдовой стоянки и выполняет подход к причалу с помощью буксиров	0,6–1,0	$K_{зан}$
2	Швартовка судна у причала	Судно швартуют к швартовым тумбам, находящимся на причале	0,3–0,6	$K_{зан}$
3	Замер осадки судна (пустого, без груза)	Выполняется замер осадки судна (пустого, без груза) по грузовым маркам на корпусе судна	0,8–1,2	$K_{зан}$
4	Судопогрузочные операции у причала	Производственные операции СПМ: – с обычной производительностью конвейерной линии; – с малой производительностью для целей тримминга с выравниванием концов судна (когда в трюмах остаётся 3–5 % свободного пространства)	Исходя из производительности СПМ и судовой партии	K_c
		Непроизводственные операции СПМ при переходах между трюмами: – остановки/запуски конвейерных маршрутов; – раскрепление/закрепление СПМ; – переезды между трюмами	Исходя из количества трюмов, длины конвейерных линий	
		Простои в связи с нуждами операторов СПМ: – пересменка (7:30–8:00, 19:30–20:00); – обеденное время (0:00–0:30, 12:00–12:30)	2 пересменки × 0,5 ч/день 2 обеда × 0,5 ч/день	
		Потери времени в связи со сливом балласта для судов с устаревшей системой насосов и судов с ограниченной погрузкой	Особые случаи	
		Внеплановые простои: – аварийные ремонты СПМ и конвейеров; – внеплановые остановки конвейеров (некорректный ход ленты, перегревы, перекос ленты, сработал тяговый шнур); – перегрев магнитных сепараторов; – в зимний период зачистка от наледи (барабанов и др.); – остановки в связи со сползанием угля на складе при низких температурах; – остановки в связи пылением угля в дневное время в зимний период; – отсутствие груза на складе	Особые случаи	
5	Замер осадки судна (в грузу)	Выполняется замер осадки судна (в грузу) по грузовым маркам на корпусе судна. Оформление отчёта (draft survey report)	0,8–1,2	$K_{зан}$
6	Оформление документов для отхода судна	Оформление документов для судовладельца: – акт стояночного времени судна (statement of facts); – грузовой план заполненности трюмов (cargo stowage plan); – коносамент (bill of lading) для оформления права собственности на груз; – штурманская расписка о приёме груза (mate's receipt); – грузовой манифест (cargo manifest) с данными о грузах на борту	0,8–1,2	$K_{зан}$
7	Отшвартовка	Судно отшвартовывают	0,3–0,6	$K_{зан}$
8	Отход судна	Судно по операционной акватории выходит из границ терминала	0,1–0,2	$K_{зан}$

Рассмотренная детализация процессов может использоваться в качестве инструментария для создания более точных методик расчёта пропускной способности МГФ, а также является содержательным описанием для моделей (имитационных, параметрических). Использование детализированных расчётных моделей позволит достичь прозрачности во взаимоотношениях «проектировщик – заказчик» и формировать результаты с точки зрения наиболее вероятных значений пропускной способности и потенциала увеличения грузооборота.

Выводы

1. В современных реалиях проектирование высокотехнологичных терминалов с применением коэффициентов «незнания» является архаизмом, снижающим расчётные значения пропускной способности угольных экспортных терминалов на 50–60 %.

2. Коммерческая устойчивость и конкурентоспособность транспортных терминалов во многом зависит от правильного выбора значений технологических параметров, расчёт которых должен производиться новыми методами с таким инструментарием, как гибкие вероятностные вычисления и имитационные технологии.

3. Интерпретация конечных результатов технологического проектирования требует от заказчиков изменения отношений к результатам расчётов, а от проектировщиков – изменения принципов их получения.

4. Формирование параметрических моделей позволяет получать прозрачные результаты наиболее вероятно достижимых значений пропускной способности МГФ, сравнение которых с фактическими результатами эксплуатации может позволить эволюционно реализовывать потенциал пропускной способности благодаря более эффективному планированию, внедрению современных технологических решений, устранению простоев.

5. Первым шагом в этом направлении должно стать коренное изменение норм проектирования с предоставлением возможности формирования вероятностных моделей, базирующихся на статистических распределениях, сформированных по результатам интерпретации данных о деятельности современных портовых перегрузочных комплексов в РФ и за рубежом.

6. Актуальная информация о производственных процессах и простоях должна вноситься в параметрическую модель судопогрузочных операций МГФ с целью поступательного увеличения годового грузооборота в соответствии с принципами технического предела, который используется в смежных промышленных областях и приносит значительный экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *СП 350.1326000.2018*. Нормы технологического проектирования морских портов. М.: Стандартинформ, 2018. 218 с.
2. *Купцов Н. В.* Разработка методики расчёта оптимальной производительности морского грузового фронта для терминалов по экспортной перевалке угля на ранних стадиях проектирования // Вестн. Гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. 2017. Т. 9. № 5. С. 925–940. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-925-940.
3. *Кузнецов А. Л., Щербакова-Слюсаренко В. Н.* Интерпретация расчётов технологических параметров портов // Морские порты. 2017. № 5. URL: <http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=68633> (дата обращения: 01.04.2018).
4. *Валькова С. С.* Вероятностно-статистический метод расчёта вместимости склада морского порта // Вестн. Гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. 2018. Т. 10. № 3. С. 507–519. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-507-519.
5. *Погадаев С. В., Соболев А. О., Карсаков В. А., Кулаков К. В.* «Технический предел» – проект повышения эффективности бурения // Нефтяное хозяйство. 2015. № 12. С. 28–29.
6. *Port Development*. A handbook for planners in developing countries. N.Y.: UNCTAD, 1985. 227 p.
7. *Isbester J.* Bulk carrier practice. London: The Nautical Institute, 2010. 540 p.
8. *Kleinheerenbrink A. J. A.* A Design Tool for Dry Bulk Terminals. Delft University of Technology, 2012. 142 p.
9. *Van Vianen T. A.* Simulation-integrated Design of Dry Bulk Terminals. Delft University of Technology, 2015. 247 p. DOI: 10.4233/uuid:d707f257-307a-4fd0-9ee6-160f507a42a8.
10. *Кодекс* торгового мореплавания Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 30.04.1999 № 81-ФЗ. URL: https://www.mchs.gov.ru/law/Federalnie_zakoni/item/33422340/ (дата обращения: 01.04.2018).
11. *Имаи М.* Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний. М.: Альпина Паблишер, 2011. 280 с.

Статья поступила в редакцию 08.04.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Купцов Николай Владимирович – Россия, 191024, Санкт-Петербург; ООО «Газпромнефть-Заполярье»; руководитель направления по инвестициям; kuptsov.nikolay@gmail.com.

Кузнецов Александр Львович – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; г-р техн. наук, доцент; профессор кафедры портов и грузовых терминалов; kaf_pgt@gumrf.ru.



FUNCTIONAL STRUCTURE OF OPERATING PROCESSES AT MARINE LOADING COMPLEX OF MODERN EXPORT COAL TERMINALS

N. V. Kuptsov¹, A. L. Kuznetsov²

¹“Gazpromneft’-Zapolyarye”, LLC, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract. The article focuses on the problem of identifying the functional structure of the processes occurring on marine cargo handling area with modern export coal terminals using machines of continuous transporting (conveyor mechanization). Methods of data analysis and data mining allow to form a complete picture of the cycle of ship-loading operations and downtime, which are taken into account within the “ignorance” coefficients in the Russian regulatory framework of technological design of seaports. Today, designing high-tech terminals using “ignorance” ratios is found as archaism, because it reduces the calculated results of the throughput capacity of coal export terminals by 50-60%. The main purpose of the terminal functioning is the principle of economic efficiency: it is necessary to understand in detail the technological processes and to perform ship loading operations without exceeding the lay time to avoid additional costs for demurrage. For marine terminals it is important to identify, deeply understand and manage the factors hidden behind these coefficients. Identification of the functional structure of the marine side processes allows to influence on them, more efficiently operate the terminal and reduce the range of uncertainties, increasing the throughput of the marine side using the principles of the technical limit. Considered detailing the processes can be used as a toolkit for creating more accurate methods of calculating the throughput capacity of the maritime side, as well as being an informative description of simulation models. The use of detailed parametric probabilistic design models will allow achieving transparency in the relationships “a design engineer – a client” and generating results in terms of the most probable amounts of throughput and the potential for increasing freight turnover.

Key words: seaports, marine coal terminals, marine loading complex, ship loading operations, seaport technological design.

For citation: Kuptsov N. V., Kuznetsov A. L. Functional structure of operating processes at marine loading complex of modern export coal terminals. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*. 2019;2:118-126. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-1574-2019-2-118-126.

REFERENCES

1. SP 350.1326000.2018. *Normy tekhnologicheskogo proektirovaniia morskikh portov* [SR 350.1326000.2018. Norms of technological design of seaports]. Moscow, Standartinform Publ., 2018. 218 p.
2. Kuptsov N. V. Razrabotka metodiki rascheta optimal'noi proizvoditel'nosti morskogo gruzovogo fronta dlia terminalov po eksportnoi perevalke uglia na rannikh stadiiakh proektirovaniia [Developing methods for calculating the optimal performance of the marine loading complexes with export coal transshipment terminals in the early stages of design]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova*, 2017, vol. 9, no. 5, pp. 925-940. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-925-940.
3. Kuznetsov A. L., Shcherbakova-Sliusarenko V. N. Interpretatsiia raschetov tekhnologicheskikh parametrov portov [Interpretation of analysis of port technological parameters]. *Morskie porty*, 2017, no. 5. Available at: <http://www.morvesti.ru/analytics/detail.php?ID=68633> (accessed: 01.04.2018).
4. Val'kova S. S. Veroiatnostno-statisticheskii metod rascheta vmestimosti sklada morskogo porta [Probabilistic-statistical method for calculating the seaport warehouse capacity]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova*, 2018, vol. 10, no. 3, pp. 507-519. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-507-519.

5. Pogadaev S. V., Sobolev A. O., Karsakov V. A., Kulakov K. V. «Tekhnicheskii predel» – proekt povysheniia effektivnosti bureniia [Technological limit' as a project of increasing efficiency of well-boring]. *Neftianoe khoziaistvo*, 2015, no. 12, pp. 28-29.
6. *Port Development. A handbook for planners in developing countries*. New York, UNCTAD Publ., 1985. 227 p.
7. Isbester J. *Bulk carrier practice*. London, The Nautical Institute, 2010. 540 p.
8. Kleinheerenbrink A. J. A. *A Design Tool for Dry Bulk Terminals*. Delft University of Technology, 2012. 142 p.
9. Van Vianen T. A. *Simulation-integrated Design of Dry Bulk Terminals*. Delft University of Technology, 2015. 247 p. DOI: 10.4233/uuid:d707f257-307a-4fd0-9ee6-160f507a42a8.
10. Kodeks torgovogo moreplavaniia Rossiiskoi Federatsii [Merchant Shipping Code of the Russian Federation]. *Federal'nyi zakon RF ot 30.04.1999 № 81-FZ*. Available at: https://www.mchs.gov.ru/law/Federalnie_zakoni/item/33422340/ (accessed: 01.04.2018).
11. Imai M. *Kaidzen. Kliuch k uspekhu iaponskikh kompanii* [Kaizen: A key to success of Japanese companies]. Moscow, Al'pina Pabliisher, 2011. 280 p.

The article submitted to the editors 08.04.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kuptsov Nikolay Vladimirovich – Russia, 191024, Saint-Petersburg; “Gazpromneft’-Zapolar’ye”, LLC; Lead Investment Specialist; kuptsov.nikolay@gmail.com.

Kuznetsov Alexander Lvovich – Russia, 198035, Saint-Petersburg; Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping; Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Ports and Cargo Terminals; kaf_pgt@gumrf.ru.

