

METHODOLOGY FOR PLANNING TRANSPORTATION AND CONTAINERIZED CARGO UNLOADING IN OFF-PORT CONDITIONS

V. S. Gorenkova

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

A methodology for planning the transportation and unloading of containerized cargo in off-port conditions, aimed at achieving the most labor-efficient result is presented in the paper. The effectiveness of using maritime transport facilities for transportation largely depends on the availability and technical condition of ports and port facilities. The study of ways to prepare an unequipped seashore for the organization of temporary transshipment points is of urgent importance due to the constant need to carry out supply transportation to Arctic destinations. In the specific conditions of the Russian Federation Arctic zone, a special transportation subsystem is formed by regular northern (expeditionary) delivery. Despite a significant amount of scientific research in the field of transport support, the specific tasks of scientific substantiation of transport and technological transportation systems in off-port conditions are currently insufficiently investigated. To solve the problem under consideration, it is necessary to develop new technical and technological solutions. Modern conditions for the cargo transportation implementation generally involve the use of two technological schemes for transporting containerized cargo units from the vessel hold to the coastal zone at each of the destinations by moving each individual unit using a pontoon or helicopter. To improve the transport and technological transportation system efficiency in off-port conditions, in addition to the existing ones, an alternative scheme based on the use of self-disassembling pontoons (lighters) when unloading cargo on an unequipped coast is proposed. The methodology for planning the transportation and unloading of containerized cargo in off-port conditions is based on the fact that the particular object of research is technological schemes for transporting certain volumes of batches of containerized cargo units of various categories, implemented within a given destination. The initial data and design characteristics used in the methodology implementation, as well as the structure of the developed methodology described in the form of a flowchart are presented in the paper. The methodology calculates a complex preference indicator for each technological scheme under consideration. The considered technique allows us to determine the most preferred technological scheme from a set of alternative schemes.

Keywords: off-port conditions, Arctic zone of the Russian Federation, transport and logistics system, sea transport, containerized cargo, unequipped coast, planning methodology, technological scheme, complex preference indicator, navigational delivery, roll-on equipment.

For citation:

Gorenkova, Victoria S. "Methodology for planning transportation and containerized cargo unloading in off-port conditions." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 16.1 (2024): 74–83. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-1-74-83.

УДК 51–74, 656.61

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗКИ И ВЫГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРИЗОВАННЫХ ГРУЗОВ ВО ВНЕПОРТОВЫХ УСЛОВИЯХ

В. С. Горенькова

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

В статье представлена методика планирования перевозки и выгрузки контейнеризованных грузов во внепортовых условиях, направленная на достижение наиболее эффективного по трудозатратам результата. Отмечается, что эффективность использования средств морского транспорта для обеспечения перевозок в значительной степени зависит от наличия и технического состояния портов и портовых сооружений. Исследование способов подготовки необорудованного морского побережья для организации временных перегрузочных пунктов имеет актуальное значение в связи с постоянной необходимостью осуществления снабженческих перевозок в арктические пункты назначения. В специфических условиях Арктической зоны Российской Федерации особую специальную подсистему перевозок формирует регулярный северный

(экспедиционный) завод. Подчеркивается, что несмотря на значительный объем научных исследований в области транспортного обеспечения частные задачи научного обоснования транспортно-технологических систем перевозок во внепортовых условиях в настоящее время исследованы недостаточно. Обоснована необходимость разработки новых технических решений для выполнения рассматриваемой задачи с учетом того, что современные условия реализации перевозок грузов предполагают в общем случае применение двух технологических схем транспортировки контейнеризованных грузовых единиц из трюма судна в прибрежную зону в каждом из пунктов назначения перемещением каждой отдельной единицы с использованием плашкоута или вертолета. Для повышения эффективности функционирования транспортно-технологической системы перевозок во внепортовых условиях в дополнение к существующим предлагается альтернативная схема, основанная на использовании саморазборных понтонов (лихтеров) при выгрузке грузов на необорудованное побережье. Отмечается, что методика планирования перевозки и выгрузки контейнеризованных грузов во внепортовых условиях базируется на том, что частным объектом исследования являются технологические схемы транспортировки определенных объемов партий контейнеризованных грузовых единиц различных категорий, реализуемые в рамках заданного пункта назначения. В статье представлены исходные данные и расчетные характеристики, используемые в процессе реализации методики, а также структура разработанной методики, описанной в виде блок-схемы. В предложенной методике выполнено вычисление комплексного показателя предпочтительности для каждой рассматриваемой технологической схемы. Рассматриваемая методика позволяет определить наиболее предпочтительную технологическую схему из набора альтернативных схем.

Ключевые слова: внепортовые условия, транспортно-логистическая система, морской транспорт, контейнеризованный груз, необорудованное побережье, методика планирования, технологическая схема, комплексный показатель, зона предпочтительности, северный (экспедиционный) завод, накатная техника.

Для цитирования:

Горенькова В. С. Методика планирования перевозки и выгрузки контейнеризованных грузов во внепортовых условиях / В. С. Горенькова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2024. — Т. 16. — № 1. — С. 74–83. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-1-74-83.

Введение (Introduction)

Большое количество грузополучателей в Арктической зоне Российской Федерации находится вне доступности наземных магистральных видов транспорта. Исторически их комплексное обеспечение осуществляется морским и внутренним водным транспортом. Однако географическое положение требуемых пунктов выгрузки не совпадает и не может совпадать с существующими и развивающимися морскими портами. Таким образом, выгрузка снабженческих грузов для так называемых «точек» вынужденно выполняется во внепортовых условиях — с морских рейдов — различными способами на пляжи или на ледовый припай. Вместе с тем значимость подобных перевозок является критичной, так как именно от них полностью зависит жизнеспособность пунктов снабжения, как и возможность реализации в этих малых, но достаточно многочисленных пунктах, а также их деятельности по предназначению^{1,2,3}.

Освоение Арктики — последовательный и многоэтапный процесс, предусматривающий выполнение ряда инфраструктурных и технологических задач, от реализации которых в ближайшей перспективе зависит дальнейшее развитие региона. Эффективность использования средств морского транспорта для обеспечения перевозок в значительной степени зависит от наличия и технического состояния в том числе пунктов внепортовой выгрузки судов. Исследование способов подготовки необорудованного морского побережья для организации временных перегрузочных пунктов имеет актуальное значение⁴, так как особую специальную подсистему перевозок формирует

¹ Указ Президента РФ от 31.07.2022 № 512 «Об утверждении Морской доктрины Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/xBBH7DL0RicfdtdWPo132UekiLMTAycW.pdf> (дата обращения: 15.01.2024).

² Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (дата обращения: 15.01.2024).

³ Распоряжение Правительства РФ от 01.08.2022 № 2115-р (ред. от 28.04.2023) «Об утверждении Плана развития Северного морского пути на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/StA6ySKbBceANLRA6V2sF6wbOKSyxNzw.pdf> (дата обращения: 15.01.2024).

⁴ Федеральный закон «О северном завозе» от 04.08.2023 № 411-ФЗ (последняя редакция) (документ не вступил в силу) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_453883/ (дата обращения: 15.01.2024).

регулярный «северный (экспедиционный) завод» — комплекс ежегодных государственных мероприятий по обеспечению пунктов, расположенных на территории Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и Европейской части Российской Федерации, основными жизненно важными товарами в преддверии зимнего сезона в соответствии с действующими указами и распоряжениями Правительства РФ.

Анализ современных исследований в области выгрузки доставки контейнеризированных грузов в Арктической зоне РФ показывает, что данная тема недостаточно разработана и требует модернизации устоявшихся способов доставки и выгрузки подвижной техники. Кроме того, во внепортовых условиях погрузка / выгрузка грузов на морском транспорте существующими методами влечет за собой большие временные и материальные затраты на обработку судна [1]. Так, увеличение необходимости производства выгрузок именно контейнеризованных грузов на необорудованное побережье Арктической зоны РФ в связи с объективной тенденцией развития общей контейнеризации обосновано в монографиях [2], [3]. Там же проанализированы используемые внепортовые технологии. Однако они не предусматривают применение специализированных контейнерных судов, поскольку имеется возможность необходимые технологические средства доставлять, сгружать и принимать обратно только традиционными универсальными судами с грузовым вооружением. Выполненный анализ методов и моделей транспортно-технологических систем перевозок в Арктической зоне РФ показал, что в области изучения процессов выгрузки судов во внепортовых условиях выполнены актуальные исследования [4]–[10] и др.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Настоящая разработка направлена на первичную оценку эффективности технологических средств, предложенных в патентах [11], [12]. Выполненный анализ доступных отечественных и зарубежных источников показывает отсутствие прямых технологических аналогов исследуемого подхода. Так, в исследовании [13] проанализирована рентабельность морских операций при выполнении контейнерных перевозок в рамках гарантируемого *Actual Annual Transits via the Arctic Northeast Passage* (NEP). На основе указанных наблюдений с помощью моделирования методом Монте-Карло получено распределение прибыли за один рейс по NEP для судов различных ледовых классов (Arc4 и Arc7) при различных режимах судоходства (прямой режим и режим перевалки). Исследование показало, что влияние различных стоимостных факторов, рассмотренных в процессе анализа, имеет существенные различия в зависимости от видов перевозок и ледовых классов контейнеровозов. Прямой режим имеет большую прибыльность, чем режим перевалки, а судно класса Arc4 — более высокую рентабельность, чем судно класса Arc7 при разумных условиях. Установлено, что перевозки по NEP станут прибыльными лишь тогда, когда ставка контейнерных перевозок по NEP увеличится на 60 % по сравнению с традиционными маршрутами.

Выполнение перегрузок контейнеров во внепортовых условиях Северо-Западного прохода признано нерентабельным. Подобные результаты получены в работе [14], в которой авторами обобщена доступная информация по теме арктических портов и выполняемых ими функций в качестве пунктов выгрузки и перевалочных узлов для полярных маршрутов. Следуя методологии систематического обзора литературы и используя конфигурационный синтез, в работе проанализирована выборка из 47 рецензируемых статей, проиндексированных в академических базах данных для разносторонней оценки эксплуатационных и конструктивных особенностей перевалочных терминалов, геополитических и управленческих требований, связанных с развитием глубоководных перегрузочных терминалов, а также возможностей финансирования процессов эксплуатации перегрузочных терминалов и развития портовой сети в интересах всего Арктического региона [14]. При этом в данном исследовании вопросы технологий работы пунктов внепортовой обработки судов не рассматривались. В работе [15] рассмотрена перспективная роботизированная система выгрузки контейнеров, основанная на применении так называемых *цифровых двойников операторов*. Однако данная высокотехнологичная система применима в условиях

специализированных терминалов, а кроме того, предлагаемые решения касаются непосредственно работы операторов. В данном случае технологии перемещения груза остались за границами исследования.

Несмотря на значительный объем научных исследований в области транспортного обеспечения комплекс задач научного обоснования транспортно-технологической системы (ТТС) перевозок во внепортовых условиях в настоящее время изучен недостаточно. Для решения выбранной частной задачи необходимо численно оценить разработанные технические и технологические решения. ТТС доставки грузов на побережье, где отсутствует портовая инфраструктура, представляет собой совокупность транспортных средств и путей сообщения, а также погрузочно-выгрузочного оборудования, систем анализа, планирования и управления процессами подготовки и доставки грузов. Под контейнеризированными грузовыми единицами (КГЕ) в настоящей работе понимаются отдельные грузовые места, приведенные в соответствие с установленными габаритами и снабженные стандартными узлами крепления, соответствующими грузовым контейнерам ISO.

Современные условия реализации перевозок грузов предполагают в общем случае применение двух технологических схем транспортировки КГЕ из трюма судна в прибрежную зону в каждом из пунктов назначения перемещением каждой отдельной КГЕ с использованием плашкоута или вертолета [7]. Для повышения эффективности функционирования ТТС перевозок во внепортовых условиях, в дополнение к существующим технологическим схемам транспортировки КГЕ из трюма судна в прибрежную зону, предлагается альтернативная схема, основанная на использовании саморазборных понтонов (лихтеров) при выгрузке грузов на необорудованное побережье.

Методика планирования погрузки / выгрузки контейнеризованных грузов во внепортовых условиях базируется на том, что частным объектом исследования являются технологические схемы транспортировки определенных объемов партий КГЕ различных категорий (контейнеров и единиц техники 1-й и 2-й категорий: тяжелой (10 т и более)) и легкой (до 10 т) соответственно, реализуемые в рамках заданного пункта назначения.

Обоснование состава ТТС перевозок во внепортовых условиях сводится к оперативно решаемой общей задаче смешанного целочисленного линейного программирования и служит основой для расчета оптимальных вариантов каждого временного перегрузочного пункта в условиях конкретных операций. При наличии временных возможностей на этапе планирования модель может быть решена параметрически с дополнительным анализом разброса значений целевой функции. Остальные компоненты предназначены для моделирования процесса адаптации исходной версии к изменяющимся условиям выполнения задач и интерпретации результатов моделирования. Задача выбора лучшего варианта структуры ТТС во внепортовых условиях, применяемого ко всем возможным (неоднозначным) условиям функционирования, является элементом теории принятия решений в условиях неопределенности, решаемой ее методами. При этом главное значение имеет критерий выбора. В рассматриваемых условиях оптимальным является вариант технологической схемы выгрузки, обладающий минимальными суммарными затратами.

Результаты (Results)

Объективная оценка предпочтительности технологической схемы количественно определяется значением комплексного показателя предпочтительности, прямо пропорциональным значению каждой ключевой его характеристики. При этом в качестве соответствующего коэффициента пропорциональности рассматривается количественная характеристика — коэффициент значимости указанной характеристики. По результатам объективной оценки предпочтительности технологических схем может быть определена в общем случае единственная наиболее приоритетная технологическая схема, которой будет соответствовать максимальное значение комплексного показателя предпочтительности.

Исходные данные и расчетные характеристики, используемые в процессе реализации методики, приведены в табл. 1 и 2 соответственно. В математических обозначениях этих таблиц использованы технологические схемы: для саморазборных понтонов (лихтеров), для плашкоута, для вертолета.

Таблица 1

Исходные данные для реализации разработанной методики

№ пп.	Наименование элемента исходных данных	Ед. изм.	Обозначение / выражение
1	Основные исходные данные		
1.1	Количество рассматриваемых технологических схем	Ед.	z
1.2	Количество расчетных характеристик предпочтительности технологической схемы	Ед.	m
1.3	Значение каждой расчетной характеристики i ($i = 1, 2, \dots, m$) предпочтительности для каждой рассматриваемой технологической схемы r ($r = 1, 2, \dots, z$) ^{1,2}	Различные	q_i^r
2	Индексы		
2.1	Индекс технологической схемы	–	$r = 1, 2, \dots, z$
2.2	Индекс расчетной характеристики предпочтительности технологической схемы	–	$i = 1, 2, \dots, m$
3	Дополнительные исходные данные		
3.1	Множество индексов расчётных характеристик предпочтительности технологической схемы, соответствующих ключевым категориям	–	I
3.2	Коэффициент значимости влияния каждой отдельной ключевой характеристики i ($i \in I$) на предпочтительность технологической схемы ³	–	α_i

¹Диапазоны изменения индексов определяются пп. 2.1 и 2.2 таблицы.

²Для предложенных технологических схем значения вычисляются с использованием выражений, представленных в математических моделях пп. 1–3 блок-схемы.

³Значения элементов исходных данных должны удовлетворять следующим условиям: $\alpha_i \geq 0$, $i \in I$; $\sum_{i \in I} \alpha_i = 1$.

Таблица 2

Расчетные характеристики, используемые при реализации методики

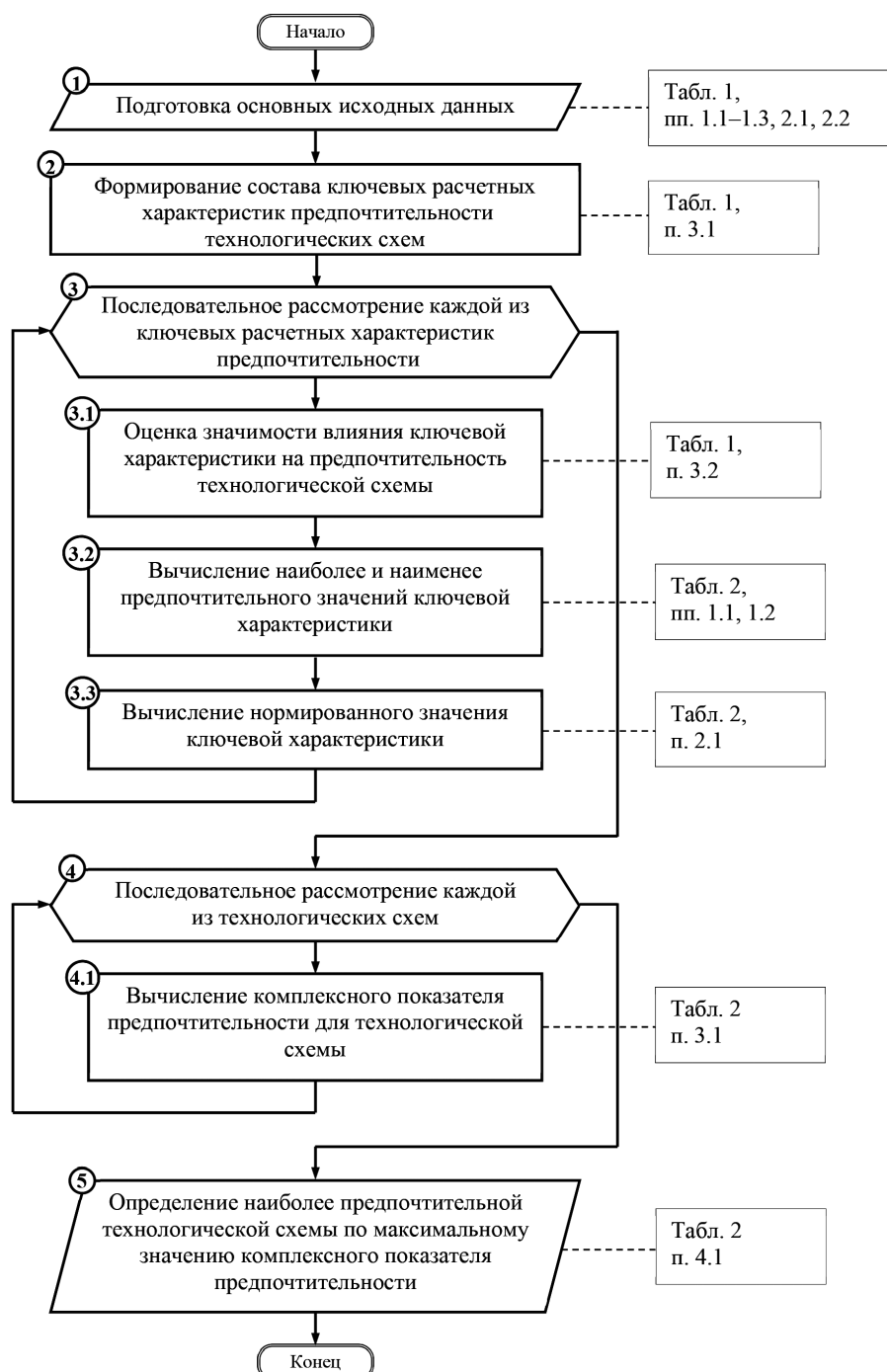
№ пп.	Наименование элемента исходных данных	Единица изм.	Формульный вид
1	Расчетные характеристики, определяемые для каждой ключевой характеристики предпочтительности технологических схем i ($i \in I$)		
1.1	Наиболее предпочтительное значение ключевой характеристики	Различные ¹	$q_i^{\text{best}} = \begin{cases} \max_r \{q_i^r\}, & \text{если увеличение характеристики} \\ & \text{определяет повышение} \\ & \text{предпочтительности схемы;} \\ \min_r \{q_i^r\} - & \text{в противном случае} \end{cases}$
1.2	Наименее предпочтительное значение ключевой характеристики	Различные	$q_i^{\text{worst}} = \begin{cases} \min_r \{q_i^r\}, & \text{если увеличение характеристики} \\ & \text{определяет повышение} \\ & \text{предпочтительности схемы;} \\ \max_r \{q_i^r\} - & \text{в противном случае} \end{cases}$
2	Расчетные характеристики, определяемые для каждой ключевой характеристики предпочтительности i ($i \in I$) в рамках каждой рассматриваемой технологической схемы r ($r = 1, 2, \dots, z$)		
2.1	Нормированное значение ключевой характеристики ²	–	$q_i^{rN} = \begin{cases} \frac{q_i^r - q_i^{\text{worst}}}{q_i^{\text{best}} - q_i^{\text{worst}}}, & \text{если } q_i^{\text{best}} \neq q_i^{\text{worst}}; \\ 0 - & \text{в противном случае.} \end{cases}$
3	Расчетные характеристики, определяемые для каждой рассматриваемой технологической схемы r ($r = 1, 2, \dots, z$)		
3.1	Комплексный показатель предпочтительности технологической схемы	–	$\Psi_r = \sum_{i \in I} \alpha_i \cdot q_i^{rN}$

Окончание табл. 2

4	Обобщенные расчетные характеристики		
4.1	Индекс (порядковый номер) наиболее предпочтительной технологической схемы	—	$r^* : \Psi_{r^*} = \max_r \{\Psi_r\}$

¹Единицы измерения расчетных характеристик предпочтительности в общем случае имеют различную природу, определяемую назначением каждой отдельной характеристики.

²При выполнении условия $q_i^{\text{best}} = q_i^{\text{worst}}$ нормированные значения ключевой характеристики i для каждой из рассматриваемых технологических схем принимают значение $q_i^{r^*} = 0$, $r = 1, 2, \dots, z$, что определяет отсутствие учета указанной характеристики при расчете комплексного показателя предпочтительности каждой технологической схемы.



Укрупненная блок-схема методики планирования процессов погрузки / выгрузки контейнеризованных грузов во внепортовых условиях

Структура разработанной методики, определяемая блок-схемой, приведенной на с. 79, предполагает последовательное выполнение следующих основных этапов:

1-й этап — подготовка основных исходных данных (пп. 1 блок-схемы) [13], в том числе в части состава рассматриваемых технологических схем транспортировки КГЕ из трюма грузового судна в место назначения в прибрежной зоне, состава расчетных характеристик предпочтительности технологических схем и предварительно вычисленных значений указанных характеристик.

2-й этап — формирование состава ключевых расчетных характеристик предпочтительности технологических схем (пп. 2 блок-схемы) — определяется на основе соблюдения следующих основных принципов:

- ключевые характеристики должны по возможности вычисляться в рамках каждой из рассматриваемых технологических схем;
- значение каждой из ключевых характеристик не должно быть взаимосвязано явным образом (прямо или обратно пропорционально) со значением любой другой ключевой характеристики.

Обсуждение (Discussion)

Следует отметить, что в качестве альтернативы указанному ранее перечню ключевых характеристик предпочтительности технологических схем можно использовать совокупность всех остальных (кроме указанных ранее) расчетных характеристик, однако в этом случае возможно уменьшение адекватности результатов реализации методики ввиду невозможности вычисления большинства ключевых расчетных характеристик по отношению к каждой из рассматриваемых технологических схем.

Оценка значимости влияния каждой ключевой характеристики на предпочтительность технологической схемы (пп. 3.1 блок-схемы) в использовании метода прямого оценивания, методов экспертных оценок, попарных сравнений и т. д. Необходимо отметить, что полученные по результатам выполнения этапа значения коэффициентов значимости должны быть *долевыми*, т. е. удовлетворяющими условиям, указанным в примечаниях к табл. 1.

Вычисление наиболее и наименее предпочтительных значений для каждой соответствующей ключевой характеристики технологических схем (пп. 3.2 блок-схемы) выполняется в соответствии с выражениями пп. 1.1 и 1.2 табл. 2. Следует отметить, что при наличии идентичных друг другу значений ключевой характеристики для всех технологических схем при вычислении наиболее предпочтительного значения необходимо использовать дополнительный параметр разброса ϵ в соответствии с указаниями, приведенными в примечаниях к табл. 1. Вычисление нормированного значения для каждой ключевой характеристики предпочтительности технологических схем (пп. 3.3 блок-схемы) выполняется в соответствии с выражением пп. 2.1 табл. 2 с целью перехода от исходных единиц измерения ключевой характеристики к безразмерным, что позволит определять агрегированный показатель на базе полученных нормированных (безразмерных) значений ключевых характеристик. Вычисление комплексного показателя предпочтительности для каждой рассматриваемой технологической схемы (пп. 4.1 блок-схемы) выполняется в соответствии с пп. 3.1 табл. 2 с последующим определением наиболее предпочтительной технологической схемы по максимальному значению указанного комплексного показателя (пп. 5 блок-схемы) в соответствии с пп. 4.1 табл. 2.

По результатам реализации методики в частном случае могут иметь место несколько технологических схем, каждая из которых будет удовлетворять условию, соответствующему пп. 4.1 табл. 2. В этом случае определение единственной наиболее предпочтительной технологической схемы осуществляется лицом, решающим задачу, на основе дополнительных (в том числе качественных, т. е. не выраженных числовыми значениями) характеристик предпочтительности, не учитываемых в разработанной методике.

Заключение (Conclusion)

В работе обоснована необходимость разработки новых технических решений для выполнения процессов перевозки и выгрузки КГЕ во внепортовых условиях, а именно предложена альтернативная

транспортно-технологическая схема, основанная на использовании саморазборных понтонов (лихтеров). В представленной методике выполнено вычисление комплексного показателя предпочтительности для трех рассматриваемых технологических схем, одной альтернативной и двух действующих, соответственно с использованием саморазборных понтонов (лихтеров), плашкоута и вертолета.

Рассмотренная в работе методика позволяет определить наиболее предпочтительную технологическую схему из набора альтернативных схем при наличии определенного количества пунктов назначения в рамках единого транспортного маршрута грузового судна с ограничением по времени выполнения технологических операций выгрузки КГЕ или другим расчетным характеристикам технологических схем. Использование данной методики может быть некорректным в части соответствия полученных результатов указанным в работе ограничениям, где для недопущения этого применяется оптимизационная модель обоснования характеристик ТТС перевозок во внепортовых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экономическая безопасность российской Арктики: особенности и проблемы обеспечения: монография / под науч. ред. В. С. Селина, Т. П. Скуфьиной, Е. П. Башмаковой, М. В. Ульченко. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2018. — 103 с.
2. Технология и безопасность транспортных операций. Обработка судов в необорудованных пунктах российской Арктики: монография / О. А. Изотов, А. В. Кириченко, С. В. Латухов, В. А. Никитин; под ред. А. В. Кириченко, В. М. Ушакова. — СПб.: Островитянин, 2013. — 308 с.
3. Кузнецов А. Л. Морские контейнерные перевозки: монография / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, О. В. Соляков, А. Д. Семёнов. — М.: Моркнига, 2019. — 412 с.
4. Тезиков А. Л. Исследование факторов, влияющих на продолжительность навигации в акватории Северного морского пути / А. Л. Тезиков, Е. О. Ольховик // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 734–744. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-734-744.
5. Кравец Ю. Д. Организация перевозки колесной, гусеничной техники и грузов снабжения по Северному морскому пути (по опыту Министерства обороны Российской Федерации) / Ю. Д. Кравец, А. А. Давыденко // Портоориентированная логистика — 2018: Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. 1–2 ноября 2018 г. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова, 2018. — С. 111–116.
6. Зайкин Д. А. Планирование работы флота обеспечения морской ледостойкой стационарной платформы методами имитационного моделирования грузораспределения: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.19 / Дмитрий Аркадьевич Зайкин. — СПб., 2019. — 183 с.
7. Исаулова К. Я. Исследование маршрутов движения крупнотоннажных судов в Восточном секторе акватории Северного морского пути / К. Я. Исаулова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 726–733. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-726-733.
8. Горенькова В. С. Технология комплексного подхода к планированию перевозок и выгрузки колесной и гусеничной техники в Арктической зоне Российской Федерации / В. С. Горенькова, Ю. Д. Кравец // Транспорт: наука, техника, управление: научный информационный сборник. — 2020. — № 8. — С. 42–50. DOI: 10.36535/0236-1914-2020-08-7.
9. Могилевский В. И. Разработка методики оптимизации морского комплекса транспортных средств доставки грузов в пункты с необорудованным берегом: дис. ... канд. техн. наук: 05.08.03 / Валерий Иосифович Могилевский. — СПб., 2005. — 275 с.
10. Попов А. С. Совершенствование организации завоза грузов на территорию Республики Саха (Якутия) через воднотранспортные узлы: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.19 / Александр Степанович Попов. — Новосибирск, 2005. — 143 с.
11. Пат. 196342 Российская Федерация, МПК В63В 35/44, В65G 67/60. Плавпричал из лихтеров для погрузки и выгрузки грузов во внепортовых условиях / Ю. Д. Кравец, Д. Ю. Кравец, А. В. Кириченко, В. С. Горенькова; заяв. и патентообл. Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. — № 2019137687; заявл. 21.11.2019, опубл. 26.02.2020, Бюл. № 6.

12. Пат. 2716381 Российская Федерация, МПК B63B 35/36, B63B 35/44, B65G 67/60, E02B 3/06, E01D 15/14. Способ формирования плавпричала на необорудованном побережье при помощи саморазборных понтонов / Ю. Д. Кравец, Д. В. Шувалов, Д. Ю. Кравец, А. В. Кириченко, А. Л. Кузнецов; заяв. и патентообл. Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. — № 2019122002; заявл. 09.07.2019, опубл. 11.03.2020, Бюл. № 8.

13. Jiang M. Profitability of container shipping via the Arctic Northeast passage: A simulation and regression analysis / M. Jiang, M. Hu, M. Leibrecht // *Marine Policy*. — 2021. — Vol. 133. — Pp. 104738. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104738.

14. Hermann R. R. Arctic transshipment hub planning along the Northern Sea Route: A systematic literature review and policy implications of Arctic port infrastructure / R. R. Hermann, N. Lin, J. Lebel, A. Kovalenko // *Marine Policy*. — 2022. — Vol. 145. — Pp. 105275. DOI: 10.1016/j.marpol.2022.105275.

15. Petzoldt C. Control architecture for digital twin-based human-machine interaction in a novel container unloading system / C. Petzoldt, J. Wilhelm, N. H. Hoppe, L. Rolfs, T. Beinke, M. Freitag // *Procedia manufacturing*. — 2020. — Vol. 52. — Pp. 215–220. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.11.037.

REFERENCES

1. Selin, V. S., T. P. Skuf'ina, E. P. Bashmakova, and M. V. Ul'chenko, eds. *Ekonomicheskaya bezopasnost' rossiiskoi Arktiki: osobennosti i problemy obespecheniya*. Apatity: Izd-vo KNTs RAN, 2018.

2. Izotov, O. A., A. V. Kirichenko, S. V. Latukhov, and V. A. Nikitin. *Tekhnologiya i bezopasnost' transportnykh operatsii. Obrabotka sudov v neoborudovannykh punktakh rossiiskoi Arktiki: monografiya*. Edited by A. V. Kirichenko, V. M. Ushakov. SPb.: Ostrovityanin, 2013.

3. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, O. V. Solyakov, and A. D. Semenov. *Morskie konteynernye перевозки: monografiya*. M.: Morkniga, 2019.

4. Tezikov, Aleksandr L., and Evgeniy O. Ol'khovik. "Studying the factors affecting the duration of navigation in the Northern Sea Route water area." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.4 (2020): 734–744. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-734-744.

5. Kravets, Yu. D., and A. A. Davydenko. "Organizatsiya perevozki kolesnoi, gusenichnoi tekhniki i грузов snabzheniya po Severnomu morskому puti (po opytu Ministerstva oborony Rossiiskoi Federatsii)." *Porto-orientirovannaya logistika — 2018: Materialy 2-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. admirala S. O. Makarova, 2018. 111–116.

6. Zaikin, D. A. Planirovanie raboty flota obespecheniya morskoi ledostoikoі statsionarnoi platformy metodami imitatsionnogo modelirovaniya gruzoraspredeleniya PhD diss. SPb., 2019.

7. Isaulova, Kristina Ya. "Research of traffic routes of the large-tonnage vessels in the eastern sector of the Northern Sea Route." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.4 (2020): 726–733. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-726-733.

8. Gorenkova, V. S., and Yu. D. Kravets. "Technology of an integrated approach to planning transportation and unloading of wheeled and tracked vehicles in the Arctic zone of the Russian Federation." *Transport: science, equipment, management (Scientific Information Collection)* 8 (2020): 42–50.

9. Mogilevskii, V. I. Razrabotka metodiki optimizatsii morskogo kompleksa transportnykh sredstv dostavki грузов v punkty s neoborudovannym beregom. PhD diss. SPb., 2005.

10. Popov, A. S. Sovershenstvovanie organizatsii zavoza грузов na territoriyu Respubliki Sakha (Yakutiya) cherez vodnotransportnye uzly. PhD diss. Novosibirsk, 2005.

11. Kravets, Yu. D., D. Yu. Kravets, A. V. Kirichenko, and V. S. Goren'kova. RU 196342 U1, IPC B63B 35/44, B65G 67/60. Plavprichal iz likhterov dlya pogruzki i vygruzki грузов vo vneportovykh usloviyakh. Russian Federation, assignee. Publ. 26 Feb. 2020.

12. Kravets, Yu. D., D. V. Shuvalov, D. Yu. Kravets, A. V. Kirichenko, and A. L. Kuznetsov. RU 2716381 C1, IPC B63B 35/36, B63B 35/44, B65G 67/60, E02B 3/06, E01D 15/14. Sposob formirovaniya plavprichala na neoborudovannom poberezh'e pri pomoshchi samorazbornykh pontonov. Russian Federation, assignee. Publ. 11 March 2020.

13. Jiang, Miaomiao, Maixiu Hu, and Markus Leibrecht. "Profitability of container shipping via the Arctic Northeast passage: A simulation and regression analysis." *Marine Policy* 133 (2021): 104738. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104738.

14. Hermann, Roberto Rivas, Ning Lin, Julien Lebel, and Alina Kovalenko. “Arctic transshipment hub planning along the Northern Sea Route: A systematic literature review and policy implications of Arctic port infrastructure.” *Marine Policy* 145 (2022): 105275. DOI: 10.1016/j.marpol.2022.105275.

15. Petzoldt, Christoph, Jasper Wilhelm, Nils Hendrik Hoppe, Lennart Rolfs, Thies Beinke, and Michael Freitag. “Control architecture for digital twin-based human-machine interaction in a novel container unloading system.” *Procedia manufacturing* 52 (2020): 215–220. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.11.037.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Горенькова Виктория Сергеевна — ассистент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация,
г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
e-mail: gorenkovavs@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Gorenkova, Victoria S. — Assistant
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: gorenkovavs@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 29 января 2024 г.

Received: January 29, 2024.