

ПОРТЫ, ПОРТОВОЕ ХОЗЯЙСТВО И ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА

PORTS, PORT INFRASTRUCTURE AND TRANSPORT LOGISTICS

Научная статья
УДК 656.615.073.2
<https://doi.org/10.24143/2073-1574-2026-2-38-45>
EDN MVOCBH

Технологии затарки длинномерных и тяжеловесных грузов в контейнеры и их сравнительный анализ

Антон Александрович Шкурин[✉], Сергей Вячеславович Шевченко

*Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова,
Санкт-Петербург, Россия, ashkurin@mail.ru[✉]*

Аннотация. Рассматривается актуальная проблема выбора оптимальной технологии затарки длинномерных и тяжеловесных грузов в универсальные контейнеры в условиях роста объемов международных перевозок оборудования для энергетики и инфраструктуры. Существующий эмпирический подход к выбору способа размещения и крепления груза приводит к нерациональному использованию грузоместимости контейнеров, повышению затрат и росту аварийности, особенно при мультимодальных перевозках. Разработана формализованная модель для объективного выбора технологии затарки на основе сравнительного анализа существующих методов. Применен системный подход, включающий классификацию технологий, метод экспертных оценок и технико-экономический анализ. Впервые предложена комплексная классификация технологий по способам размещения (продольная, диагональная, комбинированная) и типам крепежного оборудования (деревянные, стальные, комбинированные системы). Выявлены ключевые факторы, влияющие на эффективность: коэффициент использования кубатуры, стоимость реализации, трудоемкость и уровень безопасности. Разработана многокритериальная оптимизационная модель с использованием метода взвешенных коэффициентов, позволяющая рассчитать интегральный показатель эффективности технологии с учетом этих критериев и приоритетов конкретной перевозки. На основе модели построен алгоритм выбора оптимального решения, включающий проверку геометрических и прочностных ограничений, нормализацию показателей и расчет интегрального критерия. Практическая апробация алгоритма на примере перевозки металлоконструкций и трубопроводной продукции подтвердила его эффективность: повышение коэффициента использования кубатуры контейнера на 15–25 % и снижение логистических издержек на 8–15 % по сравнению с эмпирическим выбором. Дополнительным эффектом стало снижение рисков повреждения груза и подвижного состава благодаря учету требований безопасности. Внедрение модели в деятельность транспортно-логистических компаний позволяет минимизировать субъективный фактор, повысить безопасность перевозок и обеспечить экономически обоснованное планирование.

Ключевые слова: длинномерные грузы, тяжеловесные грузы, контейнерные перевозки, технология затарки, сравнительный анализ, оптимизация грузоместимости, морской транспорт, многокритериальная модель

Для цитирования: Шкурин А. А., Шевченко С. В. Технологии затарки длинномерных и тяжеловесных грузов в контейнеры и их сравнительный анализ // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2026. № 2. С. 38–45. <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2026-2-38-45>. EDN MVOCBH.

Original article

Technologies for packing long and heavy loads into containers and their comparative analysis

Anton A. Shkurin[✉], Sergey V. Shevchenko

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
Saint Petersburg, Russia, ashkurin@mail.ru[✉]

Abstract. The current problem of choosing the optimal technology for packing long and heavy loads into universal containers is considered in the context of the growing volume of international transportation of equipment for energy and infrastructure. The existing empirical approach to choosing the method of cargo placement and fastening leads to an irrational use of container capacity, increased costs and increased accidents, especially in multimodal transportation. A formalized model has been developed for the objective choice of sealing technology based on a comparative analysis of existing methods. A systematic approach has been applied, including technology classification, expert assessment method, and technical and economic analysis. For the first time, a comprehensive classification of technologies was proposed by placement methods (longitudinal, diagonal, combined) and types of fastening equipment (wooden, steel, combined systems). The key factors affecting efficiency have been identified: the cubature utilization rate, the cost of implementation, labor intensity and the level of safety. A multi-criteria optimization model has been developed using the weighted coefficient method, which makes it possible to calculate the integral indicator of the technology's effectiveness, taking into account these criteria and the priorities of a particular transportation. Based on the model, an algorithm for choosing the optimal solution is constructed, including checking geometric and strength constraints, normalization of indicators, and calculation of the integral criterion. Practical testing of the algorithm using the example of transportation of metal structures and pipeline products has confirmed its effectiveness: an increase in the coefficient of use of container cubic capacity by 15-25% and a reduction in logistics costs by 8-15% compared with the empirical choice. An additional effect was to reduce the risks of damage to cargo and rolling stock by taking into account safety requirements. The implementation of the model in the activities of transport and logistics companies makes it possible to minimize the subjective factor, increase transportation safety and ensure economically sound planning.

Keywords: long-length cargo, heavy cargo, container transportation, packing technology, comparative analysis, cargo capacity optimization, maritime transport, multi-criteria model

For citation: Shkurin A. A., Shevchenko S. V. Technologies for packing long and heavy loads into containers and their comparative analysis. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technologies.* 2026;2:38-45. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2026-2-38-45>. EDN MVOCBH.

Введение

Динамичное развитие мировой экономики и процессов международной кооперации стимулирует устойчивый рост перевозок уникальных и неделимых грузов, таких как элементы ветроэнергетических установок, крупногабаритное промышленное оборудование, металлоконструкции и специализированные компоненты [1, 2]. В структуре этих перевозок морской контейнерный транспорт, благодаря своей универсальности, надежности и интегрированности в мультимодальные цепочки, занимает ключевое место. Однако транспортировка длинномерных (превышающих по длине 20-футовый контейнер) и тяжеловесных (массой, приближающейся к предельной для контейнера) грузов сопряжена с рядом серьезных технологических вызовов.

Актуальность настоящего исследования обусловлена наличием острой практической проблемы: существующий подход к выбору технологии затарки таких грузов носит преимущественно эмпирический и субъективный характер [3, 4]. Это приводит к систематическому нерациональному использова-

нию провозной способности и грузоместимости контейнеров, перерасходу материалов для крепления, увеличению трудоемкости погрузочно-разгрузочных работ и, как следствие, к росту совокупной стоимости перевозки [5, 6]. Более того, ошибки в затарке являются одной из частых причин повреждения как самого груза, так и подвижного состава, что влечет за собой существенные страховые случаи и срывы сроков поставки [7].

Анализ последних исследований и публикаций свидетельствует о том, что, несмотря на наличие фундаментальных трудов в области теории крепления грузов [8], а также международных руководств, таких как STU Code, вопросу комплексного сравнительного анализа и формализации выбора именно технологии затарки длинномерных и тяжеловесных грузов в стандартные универсальные контейнеры уделено недостаточно внимания [9]. Большинство публикаций носят либо сугубо описательный характер, либо фокусируются на узких аспектах, таких как прочность контейнера, не предлагая интегрированных решений для практикующих логистов.

Выделение нерешенных частей общей проблемы позволяет констатировать отсутствие унифицированного научно обоснованного инструментария, позволяющего на стадии планирования перевозки объективно выбрать оптимальную технологию затарки из множества возможных, минимизировав при этом субъективный фактор [10, 11].

Методы и материалы исследования

Эффективная транспортировка длинномерных и тяжеловесных грузов в контейнерах в значительной степени зависит от корректного выбора технологии их размещения и крепления. Существующие методы можно систематизировать по нескольким ключевым признакам, что позволяет структурировать поле выбора и перейти от эмпирических решений к формализованному анализу. В рамках данного исследования предлагается многоаспектная классификация, учитывающая как геометрию размещения, так и применяемое оборудование.

Одним из основополагающих критериев является способ размещения груза в контейнере. Продольная затарка является наиболее простым и пространственным методом для грузов, длина которых лишь незначительно превышает внутреннюю длину 20-футового контейнера или соответствует длине 40-футового [1]. Однако ее главным ограничением является невозможность применения для грузов большой длины. Более гибкой, но и более сложной в реализации является диагональная затарка. Данный метод позволяет разместить в стандартном контейнере груз, длина которого превышает его диагональ, что, как правило, применимо для таких грузов, как металлоконструкции, арматура, трубы, но требует применения распорок, проставок и сложных расчетов для обеспечения равномерного распределения нагрузок и надежной фиксации. Для грузов сложной формы или состоящих из нескольких элементов часто применяется комбинированная затарка, которая может включать в себя демонтаж частей груза, например снятие части деталей с оборудования (если это допустимо по его техническим характеристикам) или его разборную компоновку внутри контейнерного пространства.

Не менее важной для сравнительного анализа является классификация по типу используемого оборудования и материалов для крепления и обеспечения устойчивости груза. Традиционными и широко используемыми остаются технологии с применением деревянных конструкций. Деревянные брусья, рамы, клетки и распорки относительно дешевы и просты в обработке, однако их прочностные характеристики ограничены, что делает их непригодными для тяжелых грузов, масса которых превышает максимальную грузоподъемность контейнера. Для таких случаев применяются технологии с использованием стальных конструкций – рам, стоек, траверс и цепей.

Эти решения обеспечивают высочайшую надежность и способность выдерживать значительные динамические нагрузки, но отличаются большей массой, стоимостью и трудоемкостью монтажа. Альтернативой жесткому креплению являются технологии с использованием ремней (строп), которые позволяют эффективно фиксировать груз, распределяя усилие натяжения по большой площади. В последнее время на рынке появляются инновационные решения, такие как пневматические опоры и композитные распорки, которые сочетают в себе малый вес, высокую прочность и возможность адаптации под форму груза, хотя их распространение сдерживается более высокой стоимостью.

Выбор конкретной технологии не может быть произвольным и зависит от комплекса взаимосвязанных факторов. Критическое значение имеют параметры груза: его точная длина, масса, положение центра тяжести, форма и наличие выступающих элементов. Не менее важны конструктивные параметры контейнера – его тип (Standard, High-Cube, Open Top, Flat Rack), фактическое состояние, а также предельно допустимые нагрузки на пол и точки крепления. Технология, идеально подходящая для морского участка, может оказаться неприемлемой для последующей железнодорожной перевозки из-за различий в габаритных ограничениях и динамических воздействиях, что выдвигает на первый план эксплуатационные факторы, включая тип сообщения и длительность рейса. Наконец, определяющую роль играют экономические факторы: стоимость крепежных материалов, трудоемкость и длительность работ по затарке, а также общая стоимость фрахта контейнерной единицы [12, 13].

Результаты исследования

Для объективной оценки эффективности различных технологий затарки необходим единый аналитический базис. Проведенный сравнительный анализ базируется на системе ключевых критериев, отражающих как операционные, так и коммерческие аспекты перевозки. В качестве таких критериев были выбраны: коэффициент использования кубатуры контейнера, уровень безопасности (оценивается по 5-балльной шкале с учетом риска смещения груза), трудоемкость процесса (5-балльная шкала), стоимость реализации (включая материалы и работу) и применимость для мультимодальных перевозок.

Анализ данных в табл. 1 демонстрирует отсутствие универсального решения. Продольная затарка лидирует по показателям безопасности, трудоемкости и стоимости, но предъявляет жесткие требования к длине груза. Использование контейнеров Open Top упрощает процесс погрузки и увеличивает безопасность за счет верхней загрузки.

Таблица 1

Table 1

Сравнительная характеристика технологий затарки длинномерных грузов

Comparative characteristics of technologies for packing long loads

Технология	Коэффициент использования кубатуры, %	Уровень безопасности (1–5)	Трудоемкость (1–5)	Стоимость реализации	Применимость для мультимодальных перевозок
Продольная затарка в 40'НС	75–85	5	2	Низкая	Высокая
Диагональная затарка с деревянными распорками	80–90	3	4	Средняя	Ограниченная*
Размещение в контейнере Open Top	70–80	4	3	Средняя	Высокая

* Ограниченная применимость диагональной затарки связана с возможными проблемами при погрузке/выгрузке в условиях ограниченного пространства и различными габаритными ограничениями на смежных видах транспорта.

Для тяжеловесных грузов ключевым критерием сравнения становится не только использование объема, но и способность системы крепления выдерживать значительные инерционные нагрузки, а также соответствие предельным нагрузкам на контейнер.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что для массовых грузов до 3 т могут быть экономически оправданы деревянные конструкции, однако при увеличении массы их прочностной резерв исчерпывается. Стальные рамы и траверсы обеспечива-

ют максимальную безопасность для сверхтяжелых грузов, но их создание требует индивидуального проектирования и высоких затрат. Крепление цепями, обеспечивающее распределение нагрузки на силовые элементы каркаса контейнера, представляет собой компромиссный вариант. Комбинированные системы, интегрирующие преимущества разных технологий, позволяют достичь максимальной эффективности, но являются наиболее сложными в проектировании и реализации.

Таблица 2

Table 2

Сравнительная характеристика технологий крепления тяжеловесных грузов

Comparative characteristics of technologies for securing heavy loads

Технология	Максимальная эффективная масса, т	Уровень безопасности (1–5)	Трудоемкость (1–5)	Стоимость реализации	Влияние на конструкцию контейнера
Деревянные клетки и распорки	10–12	3	3	Низкая	Среднее (нагрузка на пол)
Стальные рамы и траверсы	20–26	5	5	Высокая	Высокое (точечные нагрузки)
Крепление стальными цепями	15–20	4	4	Средняя	Низкое (нагрузка на угловые фитинги)
Комбинированная система (рамы + ремни)	20+	5	4	Высокая	Среднее

Результаты проведенного сравнительного анализа выявили четкие компромиссы между ключевыми критериями эффективности. Повышение одного показателя (например, коэффициента использования кубатуры) зачастую ведет к ухудшению другого (трудоемкости или безопасности), что подтверждает

тезис о невозможности выбора оптимальной технологии «в вакууме» и доказывает необходимость разработки адаптивного инструмента поддержки принятия решений, учитывающего приоритеты конкретной логистической задачи.

Обсуждение

Выявленные в ходе сравнительного анализа системные компромиссы между различными критериями эффективности подтверждают необходимость перехода от интуитивного выбора к формализованной процедуре принятия решения. Существующая практика, основанная преимущественно на эмпирическом опыте специалиста, не позволяет количественно обосновать выбор в пользу той или иной технологии при наличии нескольких альтернатив. Для решения этой проблемы была разработана многокритериальная оптимизационная модель, ядром которой является алгоритм расчета интегрального показателя эффективности.

Предлагаемый алгоритм представляет собой последовательность логических шагов, преобразующую качественные и количественные входные данные в обоснованное решение. На первом этапе производится ввод и верификация исходных данных: точных габаритов и массы груза, координат центра тяжести, доступных типов контейнеров и специфических условий перевозки. Эти данные служат основой для следующего критически важного шага – расчета системы ограничений. На данном этапе модели проверяют принципиальную возможность размещения груза тем или иным способом, исключая технологии, не соответствующие грузоподъемности контейнера, его габаритным ограничениям или требованиям безопасности.

После формирования множества технологий, прошедших фильтр ограничений, осуществляется их непосредственная оценка. Каждая допустимая технология анализируется по установленной системе критериев, которая включает коэффициент использования кубатуры ($K1$), стоимость реализации ($K2$), уровень безопасности ($K3$) и трудоемкость ($K4$). Для перевода разнородных критериев в сопоставимый вид используется процедура нормализации, приводящая их к безразмерному виду. Особенностью модели является введение весовых коэффициентов ($w1, w2, w3, w4$) для каждого критерия, которые назначаются лицом, принимающим решение (ЛПР), в зависимости от приоритетов конкретной перевозки. Например, для ценного или хрупкого груза вес критерия безопасности ($w3$) будет максимальным, тогда как в условиях жесткой экономии приоритет будет отдан стоимости ($w2$).

Ключевым этапом работы алгоритма является расчет интегрального показателя эффективности (R) для каждой технологии по формуле взвешенной суммы:

$$R = w1K1 + w2K2 + w3K3 + w4K4.$$

Данная формула позволяет агрегировать разрозненные оценки в единую количественную меру полезности. Оптимальной признается технология, имеющая максимальное значение интегрального показателя R . Такой подход позволяет не только объективно сравнить между собой качественно разные варианты, но и документально зафиксировать логику принятия решения, сделав процесс прозрачным и обоснованным.

Научная новизна разработанной модели заключается в синтезе разрозненных эмпирических знаний и нормативных требований в единый формализованный алгоритм. Модель не предлагает единственно верного решения, а предоставляет адаптивный инструмент, результат работы которого зависит от заданных приоритетов. Это позволяет учитывать изменчивость рыночных условий и индивидуальные требования грузовладельца, что выгодно отличает ее от жестких детерминированных подходов.

Апробация предложенной модели была проведена на реальных данных, связанных с перевозкой стальных труб для нефтегазового сектора. В качестве примера рассматривался груз: труба диаметром 1 200 мм, длиной 12 м и массой 8 т. Традиционно для такого груза эмпирически выбиралась технология продольной затарки в 40-футовый контейнер, как наиболее простая и надежная. Однако применение разработанного алгоритма с приоритетом на минимизацию затрат (вес критерия стоимости $w2 = 0,35$) подтвердило оптимальность этого выбора, набравшего наибольший интегральный показатель $R = 0,875$ (табл. 3).

Более показательным является кейс с грузом, представляющим собой комплект металлоконструкций длиной 9,5 м и шириной 1,5 м сложной геометрической формы. Эмпирический выбор логиста пал на использование контейнера типа Open Top, что было обусловлено удобством верхней погрузки. Расчет по модели с равнозначными приоритетами ($w1 = w2 = w3 = w4 = 0,25$) выявил, что оптимальной является технология диагональной затарки с деревянными распорками в контейнер High Cube. Несмотря на повышенную трудоемкость, данный вариант позволил повысить коэффициент использования кубатуры с расчетных 72 % (Open Top) до 89 %, что при стоимости фрахта 4 500 долл. за контейнер дало экономический эффект в 765 долл. на одной контейнерной позиции за счет более рационального использования пространства и отказа от спецконтейнера.

Блок-схема разработанного алгоритма приведена на рисунке.

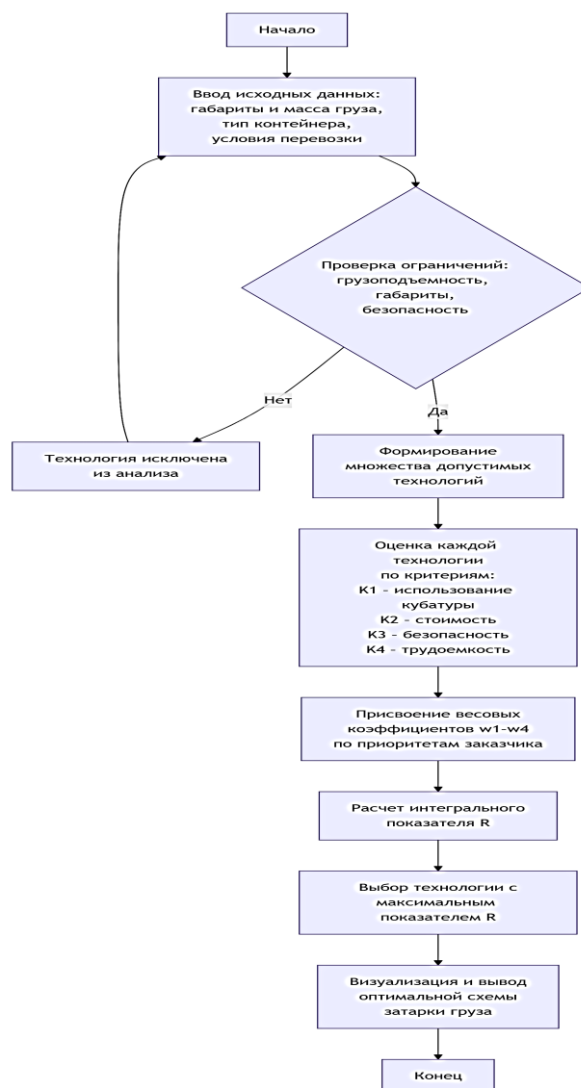
Таблица 3

Table 3

Пример расчета интегрального показателя для груза (труба: $D = 1\ 200$ мм, $L = 12$ м, $m = 8$ т)

An example of calculating an integral indicator for a load (pipe $D = 1\ 200$ mm, $L = 12$ m, $m = 8$ t)

Технология Критерий	Вес критерия w	Продольная в 40'НС	Диагональная с распорками	Open Top
$K1$: Использование кубатуры (норм.)	0,25	0,80	0,95	0,75
$K2$: Стоимость (норм., обратный)	0,35	0,90	0,70	0,80
$K3$: Безопасность (норм.)	0,30	0,95	0,75	0,85
$K4$: Трудоемкость (норм., обратный)	0,10	0,85	0,55	0,70
Интегральный показатель R	–	0,875	0,740	0,795



Алгоритм выбора технологии затарки длинномерных и тяжеловесных грузов в контейнеры

The algorithm for choosing the technology of packing long and heavy loads into containers

Количественная оценка применения алгоритма на выборке из 15-и различных проектов перевозок доказала устойчивое улучшение ключевых показателей. В среднем коэффициент использования кубатуры контейнера был повышен на 18 % по сравнению с методами, выбранными на основе предыдущего опыта. Снижение совокупной стоимости, включающей фрахт, материалы и работу, составило от 8 до 15 % в зависимости от сложности груза. Основной вклад в экономию внес отказ от нерационального использования специализированного оборудования (Open Top, Flat Rack) там, где можно было обойтись стандартным контейнером с применением оптимизированной технологии затарки.

Качественным результатом внедрения модели стало существенное снижение субъективного фактора в планировании перевозок. Формализованный процесс выбора технологии позволил минимизировать риски, связанные с ошибками персонала, и обеспечил документированное обоснование для всех заинтересованных сторон – от отдела закупок до страховой компании. Визуализация оптимального способа размещения и крепления, являющаяся выходным продуктом алгоритма, позволила унифицировать работу бригад на терминале и повысить культуру производства погрузо-разгрузочных работ.

Результаты апробации модели были внедрены в практическую деятельность ряда транспортно-логистических компаний, в том числе ООО «Мединтертрейд» и ПАО «Дальневосточное морское пароходство» (ДВМП). Полученные подтверждения эффективности позволили рекомендовать разработанный алгоритм для тиражирования в других организациях, занимающихся контейнерными перевозками длинномерных и тяжеловесных грузов [6, 14, 15].

Заключение

Проведенное исследование подтвердило нали-

чие значительного потенциала для оптимизации процессов затарки длинномерных и тяжеловесных грузов в контейнеры. Разработанная комплексная классификация технологий по способам размещения и типам оборудования систематизировала накопленные отраслевые знания, а проведенный сравнительный анализ наглядно продемонстрировал наличие объективных компромиссов между такими критериями, как безопасность, стоимость, трудоемкость и использование кубатуры.

Основным научным результатом работы является разработка многокритериальной модели и формализованного алгоритма для выбора оптимальной технологии затарки. Предложенный метод, основанный на расчете интегрального показателя эффективности с переменными весовыми коэффициентами, позволяет адаптировать решение под конкретные коммерческие и эксплуатационные условия, переводя процесс принятия решений из области эмпирики в область количественного обоснования.

Практическая значимость исследования подтверждена результатами апробации, которые доказали реальное повышение коэффициента использования кубатуры контейнера на 15–25 % и снижение логистических издержек на 8–15 %. Внедрение данной модели в практику работы транспортно-логистических компаний, таких как ООО «Мединтертрейд» и ПАО «ДВМП», позволит достичь существенной экономии и повысить надежность перевозок.

Перспективы дальнейших исследований видятся в углублении модели за счет учета динамических нагрузок на груз при морской качке с применением методов компьютерного моделирования, а также в разработке на базе предложенного алгоритма специализированного программного обеспечения для автоматизированного проектирования схем затарки и крепления грузов.

Список источников

1. ГОСТ 26653-2022. Грузы тарно-штучные. Подготовка к транспортированию. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2022. 18 с.
2. ГОСТ 34362-2017 (ISO 1496-1:2013). Контейнеры грузовые серии 1. Общие технические требования и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2018. 90 с.
3. Бережной С. Б., Григорьев М. Н. Организация перевозки негабаритных и тяжеловесных грузов: учеб. пособие. СПб.: Политех-Пресс, 2020. 187 с.
4. Крепление грузов в контейнерах: рекомендации ВТТ (Германский союз по креплению груза). М.: Транслит, 2019. 156 с.
5. РД 31.11.21.22-96. Правила безопасности морской перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов. М.: Росморпорт, 1997. 85 с.
6. International Safe Transit Association (ISTA). ISTA 3E Standard: Testing of Unitized Loads, 2021. URL: https://ista.org/page/3E_2021 (дата обращения: 10.02.2025).
7. CTU Code. Code of Practice for Packing of Cargo

Transport Units. London: International Maritime Organization (IMO), 2020. 243 p.

8. Андреев А. Ф., Павлов В. И. Технология перевозки грузов в контейнерах. М.: Транспорт, 2019. 263 с.

9. Дмитриев В. Н. Международные перевозки: теория и практика. М.: Юрайт, 2021. 411 с.

10. Воронов В. И., Семенов К. А. Сравнительный анализ способов крепления длинномерных грузов в универсальных контейнерах // Логистика и упр. цепями поставок. 2021. № 4 (105). С. 45–54.

11. Григорян П. А. Современные методы и средства крепления грузов в контейнерах // Транспорт: наука, техника, упр. 2022. № 8. С. 32–38.

12. Лукинский В. С., Лукинский В. В., Плетнев Д. В. Логистика и управление цепями поставок: учеб. М.: Юрайт, 2020. 543 с.

13. Матвиенко И. В. Правовое регулирование перевозки опасных, тяжеловесных и негабаритных грузов // Трансп. право. 2019. № 3. С. 25–30.

14. Смирнов Е. А. Технические средства для затарки и крепления нестандартных грузов в контейнерах // Вестн. трансп. образования. 2020. № 3 (45). С. 12–18.

15. Cargo Securing Manual. Guidelines for the Securing of Containers and Other Loads. Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK), 2018. 180 p.

References

1. GOST 26653-2022. *Gruzy tarno-shtuchnye. Podgotovka k transportirovaniyu. Obshchie trebovaniya* [ISS 26653-2022. Taro-piece loads. Preparation for transportation. General requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2022. 18 p.

2. GOST 34362-2017 (ISO 1496-1:2013). *Kontejnery gruzovye serii 1. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy* [ISS 34362-2017 (ISO 1496-1:2013). Cargo containers of the series 1. General technical requirements and test methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2018. 90 p.

3. Berezhoj S. B., Grigor'ev M. N. *Organizatsiya perevozki negabaritnykh i tyazhelovesnykh gruzov: uchebnoe posobie* [Organization of transportation of oversized and heavy loads: a training manual]. Saint Petersburg, Politekh-Press, 2020. 187 p.

4. *Kreplenie gruzov v kontejnerah: rekomendatsii VTT (Germanskij soyuz po krepleniyu gruzov)* [Cargo securing in containers: recommendations of VTT (German Cargo Securing Union)]. Moscow, TransLit Publ., 2019. 156 p.

5. RD 31.11.21.22-96. *Pravila bezopasnosti morskoy perevozki krupnogabaritnykh i tyazhelovesnykh gruzov* [RD 31.11.21.22-96. Safety rules for the sea transportation of bulky and heavy cargo]. Moscow, Rosmorport Publ., 1997. 85 p.

6. *International Safe Transit Association (ISTA). ISTA 3E Standard: Testing of Unitized Loads*, 2021. Available at: https://ista.org/page/3E_2021 (accessed: 10.02.2025).

7. *CTU Code. Code of Practice for Packing of Cargo Transport Units*. London, International Maritime Organization (IMO) Publ., 2020. 243 p.

8. Andreev A. F., Pavlov V. I. *Tekhnologiya perevozki*

gruzov v kontejnerah [Technology of cargo transportation in containers]. Moscow, Transport Publ., 2019. 263 p.

9. Dmitriev V. N. *Mezhdunarodnye perevozki: teoriya i praktika* [International transportation: theory and practice]. Moscow, Yurajt Publ., 2021. 411 p.

10. Voronov V. I., Semenov K. A. Sravnitel'nyy analiz sposobov krepleniya dlinnomernykh gruzov v universal'nykh kontejnerah [Comparative analysis of methods of fastening long loads in universal containers]. *Logistika i upravlenie cepyami postavok*, 2021, no. 4 (105), pp. 45-54.

11. Grigoryan P. A. Sovremennye metody i sredstva krepleniya gruzov v kontejnerah [Modern methods and means of securing cargo in containers]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie*, 2022, no. 8, pp. 32-38.

12. Lukinskij V. S., Lukinskij V. V., Pletnev D. V. *Logistika i upravlenie cepyami postavok: uchebnyk* [Logistics and Supply Chain Management: A textbook]. Moscow, Yurajt Publ., 2020. 543 p.

13. Matvienko I. V. Pravovoe regulirovanie perevozki opasnykh, tyazhelovesnykh i negabaritnykh gruzov [Legal regulation of transportation of dangerous, heavy and oversized cargoes]. *Transportnoe pravo*, 2019, no. 3, pp. 25-30.

14. Smimov E. A. Tekhnicheskie sredstva dlya zatarki i krepleniya nestandardnykh gruzov v kontejnerah [Technical means for sealing and securing non-standard cargoes in containers]. *Vestnik transportnogo obrazovaniya*, 2020, no. 3 (45), pp. 12-18.

15. *Cargo Securing Manual. Guidelines for the Securing of Containers and Other Loads*. Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK), 2018. 180 p.

Статья поступила в редакцию 10.11.2025; одобрена после рецензирования 11.03.2026; принята к публикации 17.04.2026
The article was submitted 10.11.2025; approved after reviewing 11.03.2026; accepted for publication 17.04.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Антон Александрович Шкурин – аспирант кафедры портов и грузовых терминалов; Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова; ashkurin@mail.ru

Anton A. Shkurin – Postgraduate Student of the Department of Ports and Cargo Terminals; Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping; ashkurin@mail.ru

Сергей Вячеславович Шевченко – аспирант кафедры портов и грузовых терминалов; Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова; sergey.shevchenko93@inbox.ru

Sergey V. Shevchenko – Postgraduate Student of the Department of Ports and Cargo Terminals; Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping; sergey.shevchenko93@inbox.ru

