

Международный научно-исследовательский журнал

«Прогрессивная экономика»

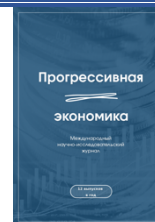
№ 8 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/ekonomicheskaya-model-vybora-multimodalnogo-transportnogo-koridora-dlya-skoroportyashhihsya-gruzov-konceptziya-porogovogo-kachestva/

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3

УДК 658.7:338.439

DOI: 10.54861/27131211_2026_8_302



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА ДЛЯ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ: КОНЦЕПЦИЯ ПОРОГОВОГО КАЧЕСТВА И ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ J_k

Барыкин С.Е., доктор экономических наук, профессор Высшей школы
сервиса и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9048-009X>
e-mail: sbe@list.ru

Арбильдо Прието К.А., Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический
университет имени Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия
195251, Санкт-Петербург, Политехническая улица, 29,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3780-143X>
e-mail: Alesh.arbildo@yandex.com

Аннотация. В данной статье представлена построена комплексная аналитическая модель для решения проблемы выбора мультимодального транспортного маршрута для доставки скоропортящихся товаров в случае, когда потери качества не могут быть компенсированы финансово из-за их необратимости. Основные новшества этой теоретической части заключаются в следующих трех аспектах: во-первых, определена экономическая категория (порог качества). В контексте бинарного санитарно-философского управления Россельхознадзор функция логистических потерь «холодовой цепи» имеет разрыв; следовательно, решение задачи оптимизации будет отличаться от модели ТСО. Во-вторых, введен интеграционный индекс J_k , который включает время в пути, общие транспортные издержки и коэффициент безопасности груза; определена рациональная экономическая нижняя граница для значения веса качества $w^w \geq 0,40$, основанная на необратимости потерь. В-третьих, разработан принцип классификации конкурентных преимуществ структурных и ситуационных коридоров. Методологическая обоснованность индекса J_k доказана с использованием анализа чувствительности на основе 180 наблюдений по трем конкурентным коридорам. Полученные результаты позволяют



сформулировать обоснованные практические рекомендации для логистических компаний и государственных органов при выборе стратегии доставки скоропортящихся товаров в арктическую зону Российской Федерации.

Ключевые слова: транспортная экономика, транзакционные издержки, институциональная экономика, мультимодальная логистика, транспортные коридоры, логистика холодовой цепи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Барыкин С.Е., Арбильдо Прието К.А. Экономическая модель выбора мультимодального транспортного коридора для скоропортящихся грузов: концепция порогового качества и интегральный показатель J_k // Прогрессивная экономика. 2026. № 8. С. 302–318. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_8_302.

Статья поступила в редакцию: 12.07.2026 г. Одобрена после рецензирования: 17.08.2026 г. Принята к публикации: 20.08.2026 г.

THE ECONOMIC MODEL OF CHOOSING A MULTIMODAL TRANSPORT CORRIDOR FOR PERISHABLE GOODS: THE CONCEPT OF THRESHOLD QUALITY AND INTEGRAL INDICATOR J_k

*Barykin S.E., Doctor of Economics, Professor at the Higher School
of Service and Trade, St. Petersburg Polytechnic University
Peter the Great, Saint Petersburg, Russia
195251, Saint Petersburg, Politechnicheskaya str., 29
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9048-009X>
e-mail: sbe@list.ru*

*Arbildo Prieto K.A., Postgraduate Student, Peter the Great Saint Petersburg
Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia
195251, Saint Petersburg, Polytechnic street, 29,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3780-143X>
e-mail: Alesh.arbildo@yandex.com*

Abstract. This article presents a comprehensive analytical model for solving the problem of selecting a multimodal transport route for the delivery of perishable goods in cases where quality losses cannot be financially compensated due to their irreversibility. The main innovations in this theoretical part lie in the following three aspects: first, an economic category (quality threshold) has been defined. In the context of the binary sanitary and philosophical management of Rosselkhoznadzor, the function of logistics losses in the “cold chain” has a discontinuity; therefore, the solution to the optimization problem will differ from the TCO model. Secondly, an integration index J_k has been introduced, which includes travel time, total transport costs, and the cargo safety factor; a rational economic lower limit for the quality weight value $w^w \geq 0.40$ has been determined, based on the irreversibility of losses. Thirdly, a principle for classifying the



competitive advantages of structural and situational corridors has been developed. The methodological validity of the J_k index has been proven using sensitivity analysis based on 180 observations across three competitive corridors. The results obtained make it possible to formulate well-founded practical recommendations for logistics companies and government agencies when choosing a strategy for delivering perishable goods to the Arctic zone of the Russian Federation.

Keywords: transport economy, transaction costs, institutional economics, multimodal logistics, transport corridors, cold chain logistics.

JEL classification: D23, R41, O18, F14.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Barykin S. E, Arbildo Prieto K.A. (2026). Ehkonomicheskaya model' vybora multimodal'nogo transportnogo koridora dlya skoroporyashchikhsya gruzov: kontsepsiya porogovogo kachestva i integral'nyi pokazatel' J_k [The economic model of choosing a multimodal transport corridor for perishable goods: the concept of threshold quality and integral indicator J_k]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 8, 302–318. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_8_302. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 12/07/2026. Approved after review: 17/08/2026. Accepted for publication: 20/08/2026.

Введение

Но уже в феврале 2022 года российские международные торгово-логистические отношения пережили полный и беспрецедентный сбой: вынужденную переформатирование географии товарных потоков в рамках новой экономической географии [1]. В частности, крупные контейнерные перевозчики Maersk, MSC и CMA CGM прекратили деятельность в этих направлениях, а стоимость перевозки рефрижераторных контейнеров значительно возросла. Такой разрыв наблюдается в условиях арктической территории Российской Федерации [17].

В то же время ситуация в странах-экспортерах парадоксальна. Хотя российский рынок испытывает серьезный дефицит продукции, которую Перу может поставлять в избытке, Перу, мировой лидер по производству черники, авокадо и столового винограда, осознала, что ее традиционные маршруты доставки через западноевропейские порты больше не актуальны. Открытие глубоководного порта Чанкай в ноябре 2024 года [24].

Учитывая все вышеупомянутые факторы, основная цель данного исследования – определить, какие критерии и инструменты отбора следует применять при выборе многофункционального коридора для скоропортящихся продуктов. Однако решение этой проблемы оказывается сложнее, чем может показаться на первый взгляд. Модели, основанные на концепции общей стоимости владения (ТСО), сводят все факторы к денежному эквиваленту и, следовательно, неявно опираются на предположение об обратимости потерь; то есть, что потери могут быть

измерены в денежном эквиваленте, но не влияют на себестоимость производства. Однако при работе со скоропортящимися продуктами это предположение неверно, поскольку партия, не прошедшая фитосанитарный контроль, в любом случае не может быть продана.

Обзор литературы

Исследования, связанные с выбором транспортно-логистических коридоров, можно объединить в три направления. Первое направление представлено оценкой логистических издержек и трансформацией цепей поставок. Д. Иванов и А. Долгуй рассматривают устойчивость цепей поставок и возможности их адаптации к внешним нарушениям, в том числе за счёт цифровых инструментов управления [2; 4]. Применительно к российской экономике Д.Д. Бухалкин и В.Н. Костров исследуют изменение рынка транспортно-логистических услуг в условиях перестройки глобальных цепей поставок [13], а Г.П. Быкова и Ф.Д. Венде систематизируют проблемы, возникшие вследствие санкционных ограничений [14]. Представленные работы доказывают, что изменение привычных маршрутов сопровождается ростом издержек и усложнением организации перевозок. Однако стоимостная оценка не позволяет в полной мере учитывать специфику скоропортящейся продукции, для которой нарушение условий перевозки может привести к полной потере коммерческой ценности груза.

Второе направление включает исследования устойчивости и жизнеспособности цепей поставок. Д. Иванов связывает жизнеспособность цепи поставок со способностью сохранять основные функции и адаптировать структуру к длительным нарушениям [2]. К. Кацалиаки, П. Галетси и С. Кумар рассматривают основные подходы к устойчивости цепей поставок и направления дальнейших исследований в этой области [8]. М.Ю. Малкина и Р.В. Балакин анализируют структурные изменения российской экономики под воздействием новых санкционных ограничений [15], а Н.С. Степанов рассматривает проблемы и перспективы развития Северного морского пути [16]. Вместе с тем в этих исследованиях вопрос сравнительного выбора международных логистических коридоров на стратегическом горизонте трёх – пяти лет с учётом изменяющихся институциональных условий специально не рассматривается.

Третье направление связано с транспортной инфраструктурой Арктики и условиями развития арктических маршрутов. А.М. Фадеев, С.Е. Калязина, А.С. Дубгорн и А.И. Левина исследуют состояние цифровой и логистической инфраструктуры Арктической зоны и направления её дальнейшего развития [1]. А.В. Тебекин рассматривает особенности развития логистики в северных и арктических регионах [6], А.Н. Пилясов и А.В. Котов – долгосрочные траектории социально-экономического развития российской Арктики [17]. Н.С. Степанов анализирует инфраструктурные и организационные ограничения Северного морского пути [16], тогда как P. Zhao, Y. Li, C. Zhang

и соавторы оценивают возможное влияние расширения арктических морских маршрутов на глобальные перевозки [3]. Эти исследования формируют основу для оценки инфраструктурных возможностей арктического направления, однако не предлагают инструмент сравнительного выбора международного транспортного маршрута применительно к конкретной категории скоропортящейся продукции.

В результате существующая литература позволяет отдельно оценивать логистические издержки, устойчивость цепей поставок и инфраструктурные условия развития арктических маршрутов. Недостаточно разработанным остаётся вопрос их совместного учёта при стратегическом выборе международного транспортного коридора, когда наряду со стоимостью и продолжительностью перевозки необходимо учитывать сохранность скоропортящейся продукции и характер институциональных рисков.

Актуальность настоящего исследования ТСО заключается в сравнительном анализе трех маршрутов. В отличие от других исследований ТСО, разработанная здесь методология напрямую учитывает необратимый характер потери качества: эффект основан на определении индикатора J_k пороговым значением веса качества $w^w \geq 0,40$. В отличие от исследований адаптации к потрясениям, данное исследование фокусируется на стратегическом временном интервале и рассматривает предсказуемость институционального риска как независимую переменную. Наконец, в отличие от литературы по арктической инфраструктуре, анализ фокусируется на международных экспортных маршрутах как экономических институтах, влияющих на благосостояние.

Коридор можно рассматривать как устойчивую экономическую структуру, в которой связаны договорные отношения между перевозчиками, портовая инфраструктура, регулирование в транзитных странах и требования грузовладельцев. В рамках теории трансакционных издержек выбор коридора связан с использованием специфических активов, включая холодильное оборудование и долгосрочные договоры на терминальное обслуживание. Переход на другой маршрут может сопровождаться потерей части вложений и необходимостью перестраивать сложившиеся договорные связи, что снижает готовность участников рынка к смене коридора [21]. На Севере параметры таких сделок и уровень издержек во многом зависят от институциональной среды [22].

В традиционной логистике логистические характеристики скоропортящихся товаров показывают, что задержки приводят к увеличению затрат, но при этом отгрузка остается коммерчески выгодной. В логистике пищевой цепи верно обратное, поскольку любое нарушение температурного режима запускает процесс биохимического разложения, который часто невозможно остановить, и приводит к потере потребительских качеств продукции. [18] Фитосанитарная проверка по своей сути является бинарной,

поскольку отгрузка либо приобретает, либо теряет свою коммерческую ценность, независимо от стоимости транспортировки. Функция потерь в этом случае дискретна, и стратегия экономии на транспортных расходах при одновременном риске потери качества часто финансово неэкономична.

Коридорные модели и экономические последствия их функционирования. Существуют две основные модели: модель «центр и периферия» и коридорная модель, или модель «точка-точка», которые различаются не только количеством перевалок, но и своей экономической логикой. В «центральной» модели экономия достигается за счет масштаба в транспортировке товаров, но за счет перевалки, хранения и, следовательно, дополнительного риска «холодовой цепи». Коридорная модель, в свою очередь, минимизирует количество перевалок и поэтому больше подходит для грузов, требующих безопасности [19]. Воздействие санкций 2022 года показало типичную рыночную неэффективность, поскольку рациональные действия отдельных агентов, как правило, приводили к неоптимальному решению и социальным издержкам, демонстрируя важность государства в создании координирующих институтов (межгосударственные соглашения, тарифные стимулы, фитосанитарная совместимость) [20; 23]

Уровни принятия решений в логистике. В транспортной экономике принято различать три уровня принятия решений: стратегический, тактический и оперативный [10; 11]. Данное исследование фокусируется только на стратегическом уровне принятия решений, где выбор маршрута рассматривается как долгосрочное решение в отношении инфраструктуры, а предсказуемость риска является экономическим фактором.

В результате влияния санкций в 2022 году возникает необходимость создания совершенно нового подхода к маршрутам. Были разработаны три маршрута для доставки скоропортящихся продуктов из Латинской Америки в страны ЕС; они отличаются по экономической эффективности (см. таблицу 2).

Первый маршрут – Чанчай (Китай)–Мерлен (Франция). Данный маршрут стал активно использоваться с 2022 года после введения ограничений ЕС некоторые поставки перенаправляются через третьи страны, где возможен реэкспорт продовольствия. На маршруте транзитным звеном, через которое может осуществляться часть перевозок при мультимодальных логистических цепочках, включая перегрузку грузов в турецких транспортных хабах и последующее их направление в Европу, выступает Турция. Использование уже сложившихся торговых и логистических связей делает маршрут Чанчай – Мерлен коммерчески доступным, однако дополнительные перегрузки и смена перевозчиков увеличивают стоимость доставки. Для охлажденной продукции дополнительные перегрузки и смена перевозчиков повышают риск нарушения температурного режима. Сохраняется и зависимость от российско-турецких отношений: их ухудшение способно осложнить действующие транзитные схемы [5].

Второй маршрут проходит через порт Джабаль-Али в ОАЭ, который используется как крупный транзитный узел. Политические ограничения для этого направления менее выражены, однако перевозка скоропортящейся продукции требует дополнительных расходов. Высокая температура в районе Персидского залива увеличивает затраты на охлаждение, промежуточное хранение и перегрузку. В связи с особенностями климата, преимущества развитой портовой инфраструктуры частично сокращаются за счёт расходов на поддержание холодной цепи.

Третий маршрут Шанхай-Китай-Шанхайский проходит через Тихий океан с выходом на арктические морские трассы. В 2024 году развитие портовой инфраструктуры позволило расширить возможности прямых поставок из Южной Америки в арктическом направлении, за счёт чего уменьшается количество промежуточных перегрузок и операций с грузом. Для скоропортящейся продукции следование данным маршрутом снижает затраты на транзитное хранение и риск нарушения температурного режима, что делает маршрут более экономически привлекательным по сравнению с перевозками через крупные транзитные узлы.

Материалы и методы

Чтобы сравнить результаты, мы вводим интегративный показатель J_k в качестве процедурной формулы для легитимной институциональной логики. Уильямсон объясняет [21], что изменение коридора в концепции теории транзакционных издержек связано с потерей качественных активов и столкновением с последствиями закрытия (lock in); Аналогичным образом, для одной партии скоропортящихся товаров в холодильной цепи необратимый характер проявляется аналогичным образом, поскольку потеря качества не компенсируется денежной корректировкой ставки фрахта. Именно это качественное различие между стоимостью доставки во времени и необратимостью потери качества оправдывает включение компонентов $(1 - Q_k)$ в рецептуру J_k в качестве постоянного показателя само по себе.

Каждый путь J_k характеризуется тремя параметрами:

T_k – стандартное транзитное время (сутки), которое отражает как стоимость замораживания товарного капитала, так и совокупный биологический риск ухудшения качества.

C_k – стандартная общая стоимость доставки (долл./т) включает в себя фрахтовые сборы, портовые сборы, транспортировку грузов и хранение в транзитном центре.

Q_k – индекс сохранности продукции $[0;1]$, который рассчитывается как доля стоимости партии, которая сохранила свою рыночную стоимость с учетом требований Россельхознадзора.

Интегральный показатель определяется с помощью взвешенной суммы:

$$J_k = w^T \cdot \tilde{T}_k + w^c \cdot \tilde{C}_k + w^w \cdot (1 - Q_k), w^T + w^c + w^w = 1$$



Центральным методологическим решением здесь является минимальный вес компонента качества $w^w \geq 0,40$. Вес может отличаться от стандартного ТСО подхода, основанного на общей стоимости владения, тем, что подход ТСО стремится сгруппировать все в единое денежное измерение и, таким образом, предполагает возможность обмена между потерями. Но в случае фитосанитарного отказа речь идет не о частичном увеличении затрат, а о полной потере коммерческой ценности груза. Если $w^w < 0,40$, охранность груза практически ставится в один ряд с ценовыми параметрами, и это не соответствует экономической сути вопроса.

Минимальный уровень был $w^w \geq 0,40$ специально выведен из-за нереальности этой необратимости; при её соблюдении модель коридора с низкой нагрузкой и наименьшим количеством перегрузок обладает значительными структурными возможностями, которые превосходят конфигурацию системы, основанную на (Хаб-и-Спрук), независимо, среди прочего, от допущений.

Экспериментальная база включает в себя сто восемьдесят просмотров (по шестьдесят просмотров для каждого из трех треков) за период с первого квартала 2022 года по четвертый квартал 2024 года. Модуль просмотра отображает всю транзитную операцию рефрижераторного контейнера в рамках мультимодальной логистики и в соответствии с требованиями региональной и отраслевой экономики в течение календарного квартала; значения T_k , C_k и Q_k извлекаются из каждой такой операции.

Источники данных по каждому показателю различаются. Значения T_k , характеризующие продолжительность перевозки, определяются на основе коммерческой аналитики Maersk и MSC. Показатель C_k , отражающий совокупную стоимость доставки, рассчитывается по ежеквартальным тарифам платформы Xeneta с учётом портовых сборов и расходов на хранение груза. Значение Q_k , характеризующее сохранность продукции, определяется с учётом требований Россельхознадзора к скоропортящимся грузам. Геополитический риск по каждому маршруту оценивается по методологии Carnegie Endowment [5].

Ледовые и навигационные данные Северного морского пути (СМП) основаны на материалах специализированных гидрометеорологических служб и Арктико-Антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) в рамках исследований экономики транспорта. Каждая запись была проверена путем перекрестного сравнения по крайней мере между двумя независимыми источниками; просмотр исключался, если расхождение превышало 15%.

Данные по маршрутам 1 и 2 (120 наблюдений) были оперативно проверены и отражены на реальных коммерческих рейсах через Мерсин и Джебель-Али, соответственно. Что касается маршрута 3, то здесь задача сложнее: порт Чанкай был введен в эксплуатацию только в ноябре 2024 года.

Метод прогнозирования с поправкой на видимость был использован для 60 наблюдений, когда операции проводились через порты Кальял и Паита (Перу) в направлении Перу- Китай - Северный морской путь в качестве прокси с тремя наборами корректировок:

- 1) Сокращено время стыковки на 24 часа в соответствии с проектными требованиями порта Чанкай [24];
- 2) Сниженная C_k обусловлено влиянием размера (масштабного разнообразия) судов класса ULCV.
- 3) снижение количество расчетных перегрузок благодаря прямому сообщению между Чанкай и Шанхаем.

Все прогнозные оценки для маршрута 3 характеризуются условностью и требуют аудита с накоплением оперативных данных порта. В таблице 1 представлены результаты анализа чувствительности индекса (J_k) для трёх сценариев распределения весовых коэффициентов, включая вариант с повышенным приоритетом сохранности груза. В таблице 2 показана структура экспериментальной базы по годам и трекам, а шкала J_k была установлена в диапазоне 0–10, где наилучшее значение отражает наилучший результат.)

Таблица 1

Анализ чувствительности: значения J_k по трём сценариям весовых коэффициентов

Table 1

Sensitivity analysis: values of J_k according to three scenarios of weighting coefficients

Сценарий / веса (w^T ; w^c ; w^w)	J_k M1	J_k M2	J_k M3 (оптимум)	Лидер
Базовый (0,25; 0,35; 0,40)	5,8	6,7	3,2	M3
Приоритет качества (0,15; 0,25; 0,60)	6,4	7,4	2,8	M3
Равновзвешенный / ТСО-логика (0,33; 0,33; 0,33)	4,9	5,8	3,7	M3

Стандартная норма показателя J_k стандартизирована по шкале от 0 до 10; Меньшее значение указывает на лучший результат. Во всех трех сценариях, принятых для распределения весов, дорожка 3 занимает первое место по значению J_k , что исключает интерпретацию наблюдаемого результата как статистической погрешности (ложного эффекта) или как результата определенных допущений о весе.

Источник: составлено авторами по данным [3; 6; 13]

Source: compiled by the authors based on data from [3; 6; 13]

Таблица 2

Структура эмпирической базы (n = 180) по маршрутам и годам

Table 2

Structure of the empirical base (n = 180) by routes and years

Маршрут / характер данных	2022	2023	2024	Итого	Тип данных
М1: Чанкай–Мерсин (хаб-и-споук)	19	20	21	60	Операционные записи коммерческих рейсов
М2: Чанкай–Джебел-Али (хаб-и-споук)	19	20	21	60	Операционные записи коммерческих рейсов
М3: Чанкай–Китай–СМП (коридорная)*	19	20	21	60	Аналогово-скорректированные оценки (Кальяо/Паита)
Итого по году	57	60	63	180	

* Виды маршрута М3 построены в соответствии с изотопно-модифицированным методом оценки, основанным на рейсах Перу-Китай-СМП через порты Кальял и Паита, скорректированных с учетом технических характеристик порта Чанкай.

Источник: составлено авторами по данным [3; 6; 13]

Source: compiled by the authors based on data from [3; 6; 13]

Результаты и обсуждение

При использовании изометрического среднего значения

$$w^T = w^c = w^w = 0,33,$$

которое наиболее близко к стандартной логике расчета общей стоимости владения (ТСО), Маршрут 1 выглядит вполне конкурентоспособным благодаря относительно низким тарифам. Но при таком подходе, по-видимому, упускается из виду дискретный характер потерь при нарушении теплового режима холодильной цепи поставок: Например, единичный инцидент в транзитном центре, таком как Мерсин, не только увеличивает стоимость доставки, но и напрямую сводит к нулю коммерческую ценность отправления. Комбинаторная линейная модель с равными весами не в состоянии смоделировать это качественное изменение в функции потерь.

Но в базовом дистрибутиве

$$w^T = 0,25; w^c = 0,35; w^w = 0,40$$

и в сценарии, где доминирует качество ($w^w = 0,60$), Маршрут 3 остается справедливо и стабильно лидирующим. Более того, после всестороннего систематического изучения совместимости различных весовых коэффициентов с помощью анализа чувствительности, Маршрут показывает наилучшее значение J_k с 87.4% случаев, что указывает на комбинацию, обусловленную составом инфраструктуры, а не временным ситуационным преимуществом. Именно эта согласованность результатов подтверждает методологическую обоснованность введения порогового значения (минимума) для компонента качества, связанного с концепцией порогового качества.



Полученные результаты позволяют с четкой точностью различать два типа конкурентных преимуществ не только для ситуации, выявленной в ходе исследования, но и для оценки транспортных коридоров в целом, а именно структурные преимущества и ситуационные преимущества.

Структурная централизация проистекает из физических характеристик транспортного коридора, таких как количество и тип грузовых узлов, технологический уровень портовой инфраструктуры и сама пространственная геометрия маршрута. Преимущества зависят от качественных и труднодоступных инвестиций, таких как портовые мощности и инфраструктура охлаждения, в рамках исследований в области экономики транспорта и мультимодальной логистики и меняются очень медленно; их нейтрализация требует огромных и долгосрочных инвестиций, таких как строительство нового порта или изменение схемы морского судоходства. Маршрут 3 обладает структурным преимуществом благодаря минимальной перегрузке и прямому соединению.

Ситуационные преимущества возникают под влиянием текущей рыночной и институциональной конъюнктуры. К ним относятся временное снижение ставок фрахта, изменение валютных курсов, перебои на альтернативных направлениях и изменение условий транзита через отдельные страны. Такие факторы способны сделать маршрут экономически привлекательным в краткосрочном периоде, однако не формируют устойчивой основы для решений на горизонте 3–5 лет. В рассматриваемых маршрутах это особенно заметно там, где доступность перевозки зависит от политических отношений между транзитными странами и возможности сохранения действующих схем реэкспорта. Поэтому благоприятные тарифы могут временно компенсировать часть дополнительных издержек, но высокая чувствительность маршрута к институциональным изменениям снижает его надёжность для долгосрочного планирования [5].

Для грузовика со скоропортящимися товарами в холодильной цепочке критерием выбора маршрута должна быть предсказуемость соблюдения теплового режима и стабильность транзитного времени, а не минимальная стоимость перевозки как таковая. Зависимость от ситуативных ценовых сигналов в этом секторе противоречит принципам экономической рациональности с точки зрения институциональной экономики и увеличивает риски неоптимальных коллективных результатов.

Наконец, институциональные риски различаются не только по своему уровню, но и по своей природе: риски, связанные с первым направлением, могут проявляться быстро и непредсказуемо, как только ухудшаются двусторонние отношения, в то время как риск, связанный с третьим направлением, заложен в долгосрочных международных соглашениях и обычно проявляется в более широком контексте. предсказуемым и постепенным образом [16]. Для принятия инвестиционных решений с

временным горизонтом от трех до пяти лет в рамках региональной и отраслевой экономики предсказуемость институциональных рисков не менее важна, чем их абсолютная величина. Волатильность операционных показателей сама по себе является главным экономическим фактором; она напрямую отражается на стоимости гарантий и страхового покрытия в интересах грузовладельцев, что увеличивает скрытые издержки управления неопределенностью.

Оценка маршрута 3 основана на скорректированных данных по сопоставимым перевозкам, поскольку достаточная эксплуатационная статистика по порту Чанкай отсутствует. Поэтому полученные результаты требуют последующей проверки по мере накопления фактических данных. Кроме того, предложенный подход разработан применительно к скоропортящимся товарам, для которых нарушение условий перевозки может привести к необратимой потере качества. Возможность его применения к другим категориям грузов требует отдельной проверки.

В заключение следует отметить, что развитие транспортно-логистических коридоров в Арктическом регионе открывает большие возможности для совершенствования международных логистических цепочек, поскольку это требует комплексного подхода, учитывающего факторы структурных инвестиций, цифровой трансформации и геополитики. Инвестиции, направленные на развитие цифровой инфраструктуры и логистики в Арктике, закладывают основу для более комплексной координации транспортных компонентов и оперативного управления, в то время как быстрое расширение возможностей использования Северного морского пути радикально трансформирует географию морских перевозок, сокращает расстояния в области мультимодальной логистики [7; 9].

Рекомендации, направленные на укрепление цепочки поставок и цепочек поставок хладагентов, основаны на практическом опыте, накопленном в ходе процессов восстановления после серьезных сбоев, таких как пандемия Covid-19, а также на последних тенденциях в цифровизации цепочек поставок. Технология "двойной цифровой" модели и прогнозного анализа может быть использована для быстрого реагирования на системные сбои и повышения гибкости логистического сектора [2; 4; 8].

В свете санкций и ограничений, введенных во внешнюю торговлю, диверсификация партнеров и маршрутов цепочки поставок, а также развитие национальной и транзитной логистики стали очень важной и уникальной задачей [5; 14]. На уровне оперативного управления важное значение имеет учет специфики транспортных операций, включая перевозку скоропортящихся грузов, и понимание обоснованности выбора режимов аутсорсинга логистических функций на основе разработанных подходов и практик управления рисками в рамках транспортной экономики [10; 11; 12; 18; 19]. Для достижения устойчивого развития арктических маршрутов требуется

поэтапное совершенствование береговой инфраструктуры, систем поддержки морского судоходства и долгосрочного межрегионального планирования в соответствии с требованиями региональной и отраслевой экономики [13; 15; 16; 17].

Заключение

Проведённое исследование показало, что при выборе маршрута перевозки скоропортящейся продукции недостаточно учитывать только стоимость и продолжительность доставки. Если нарушение условий холодовой цепи приводит к необратимой утрате товарной ценности груза, сохранность продукции должна рассматриваться как самостоятельный критерий логистического решения. Для совместной оценки этих факторов предложен индекс J_k , объединяющий транзитное время, совокупные транспортные издержки и показатель сохранности продукции; анализ чувствительности на 180 наблюдениях подтвердил устойчивость полученных результатов при различных сочетаниях весовых коэффициентов.

Сопоставление трёх маршрутов также позволило разграничить структурные преимущества, связанные с конфигурацией коридора и инфраструктурой, и ситуационные преимущества, зависящие от текущих тарифных и институциональных условий. Авторский подход может использоваться при стратегическом выборе маршрутов доставки скоропортящихся грузов в Арктическую зону Российской Федерации.

Вклад авторов

Барыкин С.Е. – разработка концепции исследования, теоретическое и методологическое руководство. Арбиљдо Прието К.А – постановка научной проблемы, конструирование и обоснование функции J_k , формирование базы данных, сравнительный анализ маршрутов, подготовка текста статьи.

Литература

1. Фадеев А.М., Калязина С.Е., Дубгорн А.С., Левина А.И. Цифровая и логистическая инфраструктуры Арктической зоны: современное состояние исследований и пути развития // Арктика и Север. 2024. № 56. С. 128–145. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.128>.
2. Иванов Д. Обеспечение жизнеспособности цепей поставок и пандемия COVID-19 // International Journal of Production Research. 2021. Т. 59. № 12. С. 3535–3552. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1890852>.
3. Zhao P., Li Y., Zhang C. et al. Arctic Sea Route access reshapes global shipping carbon emissions // Nature Communications. 2025. Vol. 16. Art. 8431. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-64437-4>.
4. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0 // Production Planning & Control. 2021. Vol. 32. No. 9. P. 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768450>.



5. Feldstein S., Brauer F. Why Russia has been so resilient to Western export controls. Carnegie Endowment for International Peace. 11 March 2024. URL: <https://carnegieendowment.org/research/2024/03/why-russia-has-been-so-resilient-to-western-export-controls> (дата обращения: 05.08.2026).

6. Тебекин А.В. Развитие логистики в северных и арктических регионах // Журнал исследований по управлению. 2018. Т. 4. № 10. С. 55–63.

7. Yumashev D., van Hussen K., Gille J., Whiteman G. Towards a balanced view of Arctic shipping: estimating economic impacts of emissions from increased traffic on the Northern Sea Route // Climatic Change. 2017. Vol. 143. No. 1–2. P. 143–155. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1980-6>.

8. Katsaliaki K., Galetsi P., Kumar S. Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda // Annals of Operations Research. 2021. Vol. 319. No. 1. P. 965–1002. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>.

9. Cao Y., Liang S., Sun L. et al. Trans-Arctic shipping routes expanding faster than the model projections // Global Environmental Change. 2022. Vol. 73. Art. 102488. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102488>.

10. Bowersox D.J., Closs D.J., Cooper M.B. Supply Chain Logistics Management. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2013. 512 p.

11. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7th ed. Boston: Pearson, 2019. 528 p.

12. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. 5th ed. New York: Routledge, 2020. 456 p. <https://doi.org/10.4324/9780429346323>.

13. Бухалкин Д.Д., Костров В.Н. Рынок транспортно-логистических услуг в условиях глобальной трансформации цепей поставок // Научные проблемы водного транспорта. 2024. № 80. С. 89–101. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi80.498>.

14. Быкова Г.П., Венде Ф.Д. Систематизация проблем цепей поставок вследствие введения санкций, препятствующих устойчивому развитию // Отходы и ресурсы. 2023. Т. 10. № 1. <https://doi.org/10.15862/38ECOR123>.

15. Малкина М.Ю., Балакин Р.В. Тенденции развития российской экономики в период новых антироссийских санкций // Russian Journal of Economics and Law. 2024. Т. 18. № 2. С. 287–313. <https://doi.org/10.21202/2782-2923.2024.2.287-313>.

16. Степанов Н.С. Траектория развития Северного морского пути: проблемы и перспективы // Арктика и Север. 2022. № 49. С. 114–129. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2022.49.114>.

17. Пилясов А.Н., Котов А.В. Российская Арктика–2035: полимасштабный прогноз // Экономика региона. 2024. Т. 20. № 2. С. 369–394. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-3>.

18. Hsiao H.-I., van der Vorst J.G.A.J., Kemp R.G.M., Omta S.W.F. Developing a decision-making framework for levels of logistics outsourcing in food supply chain networks // International Journal of Physical Distribution & Logistics

Management. 2010. Vol. 40. No. 5. P. 395–414.
<https://doi.org/10.1108/09600031011052840>.

19. Aung M.M., Chang Y.S. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain // Food Control. 2014. Vol. 40. P. 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.016>.

20. Aytun U., Özgüzel C. Shooting Down Trade: The Impact of Russian Sanctions on Turkish Exports and Exporters. Working Paper № 1482, Economic Research Forum. URL: <https://erf.org.eg/publications/shooting-down-trade/>

21. Williamson O.E. The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting. New York: Free Press, 1985. XIV, 450 p.

22. North D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678>.

23. Arrow K.J. The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocation // The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPB System. Washington, D.C.: US Joint Economic Committee, 91st Congress, 1st Session, 1969. Vol. 1. P. 47–64.

24. Si K. Cosco Shipping terminal in Peru to start operations this month // Seatrade Maritime News. URL: <https://www.seatrade-maritime.com/ports-logistics/cosco-shipping-terminal-in-peru-to-start-operations-this-month>.

References

1. Fadeev A.M., Kalyazina S.E., Dubgorn A.S., Levina A.I. (2024). Tsifrovaya i logisticheskaya infrastruktura Arkticheskoi zony: sovremennoe sostoyanie issledovaniy i puti razvitiya [Digital and logistics infrastructure of the Arctic zone: current state of research and development paths]. Arktika i Sever [Arctic and North], 56, 128–145. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.128>. (In Russ., abstract in Eng.).

2. Ivanov D. (2021). Supply chain viability and the COVID-19 pandemic: a conceptual and formal generalisation of four major adaptation strategies. International Journal of Production Research, 59(12), 3535–3552. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1890852>. (In Eng.).

3. Zhao P., Li Y., Zhang C. et al. (2025). Arctic Sea Route access reshapes global shipping carbon emissions. Nature Communications, 16, 8431. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-64437-4>. (In Eng.).

4. Ivanov D., Dolgui A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. Production Planning & Control, 32(9), 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768450>. (In Eng.).

5. Feldstein S., Brauer F. (2024). Why Russia Has Been So Resilient to Western Export Controls. Carnegie Endowment for International Peace. Retrieved



from: <https://carnegieendowment.org/research/2024/03/why-russia-has-been-so-resilient-to-western-export-controls>. (In Eng.).

6. Tebekin A.V. (2018). Razvitie logistiki v severnykh i arkticheskikh regionakh [Logistics development in northern and Arctic regions]. Zhurnal issledovaniy po upravleniyu [Journal of Management Studies], 4(10), 55–63. (In Russ., abstract in Eng.).

7. Yumashev D., van Hussen K., Gille J., Whiteman G. (2017). Towards a balanced view of Arctic shipping: estimating economic impacts of emissions from increased traffic on the Northern Sea Route. Climatic Change, 143(1–2), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1980-6>. (In Eng.).

8. Katsaliaki K., Galetsi P., Kumar S. (2021). Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. Annals of Operations Research, 319(1), 965–1002. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>. (In Eng.).

9. Cao Y., Liang S., Sun L. et al. (2022). Trans-Arctic shipping routes expanding faster than the model projections. Global Environmental Change, 73, 102488. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102488>. (In Eng.).

10. Bowersox D.J., Closs D.J., Cooper M.B. (2013). Supply Chain Logistics Management. 4th ed. New York: McGraw-Hill. 512 p. (In Eng.).

11. Chopra S., Meindl P. (2019). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7th ed. Boston: Pearson. 528 p. (In Eng.).

12. Rodrigue J.-P. (2020). The Geography of Transport Systems. 5th ed. New York: Routledge. 456 p. <https://doi.org/10.4324/9780429346323>. (In Eng.).

13. Bukhalkin D.D., Kostrov V.N. (2024). Rynok transportno-logisticheskikh uslug v usloviyakh global'noi transformatsii tsepei postavok [The transport and logistics services market amid the global transformation of supply chains]. Nauchnye problemy vodnogo transporta [Scientific Problems of Water Transport], 80, 89–101. <https://doi.org/10.37890/jwt.vi80.498>. (In Russ., abstract in Eng.).

14. Bykova G.P., Wende F.D. (2023). Sistematizatsiya problem tsepei postavok vsledstvie vvedeniya sanktsii, prepyatstvuyushchikh ustoichivomu razvitiyu [Systematization of supply chain problems caused by sanctions hindering sustainable development]. Otkhody i resursy [Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling], 10(1). <https://doi.org/10.15862/38ECOR123>. (In Russ., abstract in Eng.).

15. Malkina M.Yu., Balakin R.V. (2024). Tendentsii razvitiya rossiiskoi ekonomiki v period novykh antirossiiskikh sanktsii [Development trends of the Russian economy during the period of new anti-Russian sanctions]. Russian Journal of Economics and Law, 18(2), 287–313. <https://doi.org/10.21202/2782-2923.2024.2.287-313>. (In Russ., abstract in Eng.).

16. Stepanov N.S. (2022). Traektoriya razvitiya Severnogo morskogo puti: problemy i perspektivy [Development trajectory of the Northern Sea Route:



problems and prospects]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 49, 114–129. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2022.49.114>. (In Russ., abstract in Eng.).

17. Pilyasov A.N., Kotov A.V. (2024). *Rossiiskaya Arktika–2035: polimasshtabnyi prognoz* [The Russian Arctic 2035: a multiscale forecast]. *Ekonomika regiona* [Economy of Regions], 20(2), 369–394. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-3>. (In Russ., abstract in Eng.).

18. Hsiao H.-I., van der Vorst J.G.A.J., Kemp R.G.M., Omta S.W.F. (2010). Developing a decision-making framework for levels of logistics outsourcing in food supply chain networks. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(5), 395–414. <https://doi.org/10.1108/09600031011052840>. (In Eng.).

19. Aung M.M., Chang Y.S. (2014). Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. *Food Control*, 40, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.016>. (In Eng.).

20. Aytun U., Özgüzel C. (2021). Shooting Down Trade. Working Paper No. 1482. Economic Research Forum. Retrieved from: <https://erf.org.eg/publications/shooting-down-trade/>. (In Eng.).

21. Williamson O.E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York: Free Press. XIV, 450 p. (In Eng.).

22. North D.C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678>. (In Eng.).

23. Arrow K.J. (1969). The organization of economic activity: issues pertinent to the choice of market versus non-market allocation. *The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPB System*. Vol. 1. Washington, D.C.: US Joint Economic Committee, 91st Congress, 1st Session, 47–64. (In Eng.).

24. Si K. (2024). Cosco Shipping Terminal in Peru to Start Operations This Month. *Seatrade Maritime News*. Retrieved from: <https://www.seatrade-maritime.com/ports-logistics/cosco-shipping-terminal-in-peru-to-start-operations-this-month>. (In Eng.).

© Барыкин С. Е. Арбиљдо Прието К. А, 2026