

Методологические инструменты горизонтального и вертикального экономического анализа состояния транспортно-логистической системы арктики

Щебарова Наталья Николаевна 

Доктор экономических наук, профессор

ФИЦ Кольский научный центр РАН, г. Апатиты, Россия

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

E-mail: censey@mail.ru

Васёха Михаил Викторович 

Доктор технических наук, доцент

ФИЦ Кольский научный центр РАН, г. Апатиты, Россия

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

E-mail: vasyoha@mail.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

горизонтальный
анализ, вертикальный
анализ, ТЛС Арктики,
сезонная декомпозиция,
навигационные окна,
инфраструктурные
сегменты, грузопотоки
Арктики, Северный
морской путь

АННОТАЦИЯ

Актуальность исследования обусловлена тем, что классические приемы горизонтального и вертикального анализа искажают реальную картину функционирования транспортно-логистических систем Арктики из-за экстремальной сезонности, ледовых ограничений и слабой инфраструктуры, что требует разработки специализированных аналитических подходов. Методологическую основу составила модификация классических инструментов путем их проекции на специфические климатические и географические факторы региона с учетом навигационных окон, ледовой обстановки и сезонных транспортных ограничений. Научная новизна состоит в разработке двухуровневого горизонтального анализа с расчетом трендов по навигационным окнам и месячной волатильности, а также сезонной декомпозиции вертикального анализа с выделением периодов навигации, зимников и распутицы. Установлено, что традиционный годовой анализ занижает истинные темпы роста грузопотоков и маскирует критическую структурную роль авиации, годовая доля которой скрывает ее ключевое значение в зимний сезон и период распутицы. Показано, что игнорирование сезонности приводит к занижению роли зимних дорог и авиационного транспорта, которые в межсезонный период нередко выступают в качестве единственных каналов жизнеобеспечения удаленных территорий. Сделан вывод о том, что календарные агрегированные данные не обеспечивают достаточной аналитической основы для управления арктической логистикой. Практическая значимость рассматриваемого подхода состоит в возможности использования климатической волатильности как параметра точного планирования пропускной способности портов, обоснования государственных инвестиций в ледокольный флот и формирования страховых запасов в труднодоступных поселениях. Перспективы дальнейших исследований могут быть связаны с разработкой алгоритмов оперативного прогнозирования и перераспределения грузопотоков на основе включения климатических данных в цифровые логистические модели Арктики.

JEL codes: R40, R41, R42, C10, Q54

DOI: <https://doi.org/10.52957/2221-3260-2026-6-102-118>

Финансирование: статья выполнена в рамках темы НИР № FMEZ-2025-0071 «Разработка научно-методического обеспечения создания интегрированной системы анализа, прогнозирования и мониторинга состояния Арктической транспортно-логистической системы как инструмента реализации государственной политики Российской Федерации»

в Арктическом регионе в условиях цифровой трансформации и глобальных климатических изменений» (номер 1025040900038-6-1.5.1 в ЕГИСУ НИОКТР).

Для цитирования: Щебарова, Н.Н. Методологические инструменты горизонтального и вертикального экономического анализа состояния транспортно-логистической системы Арктики / Н.Н. Щебарова, М.В. Васёха. – Текст : электронный // Теоретическая экономика. – 2026. – № 6. – С. 102-118. - URL: <http://www.theoreticaleconomy.ru> (Дата публикации: 30.06.2026)

Введение

Горизонтальный и вертикальный анализ являются фундаментальными классическими инструментами финансово-экономической оценки, которые на протяжении десятилетий применяются для исследования сложных экономических систем. Эти методы обладают значительным потенциалом и для анализа арктических транспортно-логистических систем (ТЛС) благодаря их способности обеспечивать комплексное, многоуровневое изучение как динамики развития систем, так и их структурных пропорций в условиях высокой неопределенности. Теоретически такой аналитический подход позволяет не только выявлять тренды роста грузопотока и развития инфраструктуры, но и оптимизировать логистические затраты, прогнозировать сценарии развития ТЛС, а также обосновывать государственные инвестиции в повышение устойчивости транспортных коридоров Крайнего Севера.

Однако в современных научных работах, посвящённых транспортно-логистическим системам Арктики и Северного морского пути (СМП), методы классического финансово-экономического анализа применяются достаточно ограниченно и, как правило, без строгой методологической адаптации к арктической специфике.

Наиболее последовательно инструменты горизонтального и вертикального анализа использованы в исследовании Т.А. Ночевкиной, посвящённом динамике развития морского транспорта и логистики Дальневосточного региона [11]. Автор применяет горизонтальный анализ для оценки динамики перевозки грузов по видам транспорта за 2019–2024 гг. с расчётом темпов роста к предыдущему периоду, а также вертикальный анализ для оценки структуры экспорта и импорта по группам стран. При этом в работе рассматривается и Арктический бассейн (порты Мурманск, Архангельск, Певек), грузооборот которого, однако, характеризуется автором лишь описательно - без применения к нему тех же количественных методов. Таким образом, сам методологический аппарат, доказавший свою эффективность для оценки динамики и структуры грузопотоков, в отношении арктических ТЛС в данной работе не используется.

В исследованиях, непосредственно посвящённых СМП, методы горизонтального и вертикального анализа применяются существенно реже. Так, в работе В.И. Зефирова и П.С. Тимошиловой приводятся плановые (целевые) показатели грузооборота СМП, предусмотренные государственными программами (31,5 млн т в 2020 г., 80 млн т к 2024 г., 160 млн т к 2035 г.), однако расчёт темпов роста и структурных пропорций не осуществляется - анализ носит описательный характер и сводится к формулированию направлений развития морской логистики [4]. Аналогичным образом, В. П. Журавель, рассматривая в своем аналитическом обзоре проблематику функционирования СМП, сопоставляет фактические объёмы грузопотока с плановыми ориентирами, обозначенными в государственных программах, однако формализованные процедуры горизонтального либо вертикального анализа в работе не применяются [3].

Иную методологическую парадигму можно наблюдать в исследованиях, ориентированных на стратегическое планирование развития арктических транспортных коридоров. К. В. Швецов, К. Г. Сорокожердьев и А. С. Лебедева, опираясь на теорию графов, осуществляют декомпозицию генеральной цели развития СМП на отдельные стратегические направления — наращивание портовых мощностей, развитие ледокольного обеспечения, формирование информационной среды, — и на этой основе выбирают оптимальную стратегию модернизации маршрута [15]. Безусловно, подобная декомпозиция носит выраженный структурный характер, однако ее следует относить

скорее к инструментам стратегического планирования, нежели к вертикальному экономическому анализу в его классическом понимании.

На уровне отдельных операторов арктической логистики преобладают иные подходы. С. А. Петрова, анализируя деятельность АО «Арктическая торгово-логистическая компания», проводит сравнительный анализ динамики цен и ассортимента социально значимых продовольственных товаров, оценивает структуру перевозок по видам транспорта — автомобильному, водному, воздушному — в рамках мультимодальной модели «Северного завоза» [12]. Вместе с тем методы горизонтального и вертикального анализа в работе не идентифицируются и в классической методологической форме не применяются.

Существенной особенностью изучения северных транспортно-логистических систем остается дефицит детализированной статистической информации. А. Г. Тutyгин, Л. А. Чижова и Н. С. Носырев справедливо отмечают, что в условиях неполноты и неопределенности данных применение классических количественных методов зачастую оказывается затруднительным. В этой связи, рассматривая на примере Архангельского транспортного узла проблематику обоснования стратегических решений по развитию элементов транспортно-логистической системы, авторы предлагают использовать системный подход, методы экономического анализа в широком смысле, а также экспертно-аналитические технологии, в частности метод анализа иерархий Т. Саати, оценку согласованности мнений по Л. Кронбаху, и матричное позиционирование управленческих решений [14].

Таким образом, проведённый обзор научной литературы свидетельствует о том, что классические методы горизонтального и вертикального экономического анализа в исследованиях, посвящённых арктическим транспортно-логистическим системам, практически не востребованы: они либо уступают место экспертным и матричным моделям, что объясняется хроническим дефицитом детализированных статистических данных, либо используются крайне ограниченно — только в годовом разрезе и без какой-либо корректировки на фундаментальные особенности арктического региона.

Вместе с тем применение традиционных инструментов экономического анализа к арктическим транспортно-логистическим системам невозможно без их глубокой методологической адаптации, необходимость которой продиктована принципиальными различиями между условиями функционирования арктической логистики и логистических систем, сложившихся в умеренных широтах. К числу таких различий относятся: во-первых, ярко выраженная сезонность навигации по Северному морскому пути, ограниченная жесткими временными рамками — как правило, навигационное окно не превышает трёх-четырёх месяцев; во-вторых, присутствие сезонных транспортных коридоров, к которым относятся зимние автомобильные дороги и периоды распутицы, существенно меняющие структуру доступных маршрутов; в-третьих, суровые климатические ограничения, включая сложную ледовую обстановку и продолжительную полярную ночь, накладывающие дополнительные ограничения на организацию перевозок. Совокупное воздействие перечисленных факторов порождает высокий уровень неопределённости и ведёт к формированию значительных диспропорций в распределении грузопотоков по периодам года, которые не могут быть корректно отражены стандартными аналитическими процедурами.

Именно это обстоятельство определяет наличие научного пробела, на заполнение которого и направлено настоящее исследование.

Следовательно, применение классических методов горизонтального и вертикального анализа к арктическим транспортно-логистическим системам без учёта климатических и географических особенностей региона не просто снижает аналитическую ценность получаемых результатов, но и формирует заведомо искажённое представление об управленческой ситуации, что способно привести к неэффективному распределению ресурсов и недооценке системных рисков, присущих функционированию транспортной инфраструктуры Крайнего Севера. Целью данной работы

является выявление особенностей и разработка методики адаптации инструментов горизонтального и вертикального анализа к условиям арктической неопределенности для устранения системных искажений и повышения точности управленческих решений. Предлагаемый подход даёт возможность нивелировать искажения трендов и структурных пропорций, маскирующих локальные диспропорции грузопотоков, и одновременно повысить точность оценок провозной способности и уровня рисков транспортно-логистических систем Арктики.

Методология

Методологическую основу настоящего исследования образует адаптация классического инструментария финансово-экономического анализа применительно к специфическим условиям функционирования арктической транспортно-логистической системы (АТЛС). В работе задействованы методы горизонтального (трендового) и вертикального (структурного) анализа, модифицированные с учётом климатических, географических и инфраструктурных ограничений, характерных для Арктической зоны Российской Федерации, подробная характеристика которых была дана в предыдущем разделе.

В своей классической трактовке горизонтальный анализ направлен на изучение динамики показателей во временном разрезе путём сопоставления их абсолютных и относительных изменений за ряд последовательных периодов с целью идентификации устойчивых трендов, темпов роста и степени волатильности исследуемого процесса. Вертикальный анализ, в свою очередь, представляет собой метод оценки пропорциональных соотношений различных структурных компонентов в общем итоге, при котором каждый элемент системы — будь то типы грузов, виды транспорта или статьи логистических затрат — выражается в процентах от общей базы, что даёт возможность выявить внутреннюю структуру явления и происходящие в ней качественные сдвиги.

Однако прямое применение этих методов к годовым агрегированным данным в условиях Арктики приводит к системным методологическим искажениям. В горизонтальном анализе зимние месяцы с минимальными объемами перевозок создают в динамических рядах искусственные «нули», статистически размывающие истинные тренды роста и маскирующие как стратегические перспективы, так и тактические риски срыва навигации. В вертикальном анализе годовые структурные доли не отражают реальной значимости отдельных видов транспорта: так, незначительная годовая доля авиации в общем грузообороте маскирует её критическую, а в периоды зимних ограничений и распутицы — исключительную роль в обеспечении жизнедеятельности территорий.

В связи с этим в настоящей работе предлагается методика существенной модификации стандартных аналитических подходов:

1. Переход к двухуровневому горизонтальному анализу.

Предполагается выделение двух взаимосвязанных уровней оценки динамики грузооборота: стратегического и тактического. На стратегическом уровне анализ проводится исключительно по периодам навигационных окон, что позволяет выявлять чистую тенденцию изменения показателей без влияния выраженной сезонной неоднородности. На тактическом уровне осуществляется помесечная оценка волатильности внутри навигационных окон, что дает возможность идентифицировать климатически обусловленные колебания, а также периоды пиковых нагрузок.

2. Применение сезонной декомпозиции в рамках вертикального анализа.

Расчет структурных долей видов транспорта и типов грузов, вместо традиционного годового разреза, предлагается осуществлять с применением сезонной декомпозиции отдельно по трем логистическим сезонам: навигационному, зимнему и периоду распутицы. Подобная методологическая модификация обусловлена необходимостью более адекватного отражения специфики функционирования арктической транспортно-логистической системы, а также позволяет минимизировать искажения, неизбежно возникающие при использовании усредненных годовых показателей.

Внедрение указанного адаптационного подхода создает условия для устранения статистических искажений, выявления скрытых структурных диспропорций и существенного повышения точности оценки провозной способности, логистических рисков и потребности в инфраструктурных инвестициях в АТЛС.

Результаты

Особенности применения горизонтального анализа.

Горизонтальный, или трендовый, анализ представляет собой классический метод экономического исследования, ориентированный на изучение динамики показателей во времени посредством их последовательного сопоставления. Его сущность заключается в построении и анализе динамических рядов, в рамках которых рассчитываются основные аналитические индикаторы:

1. Абсолютное отклонение (абсолютный прирост):

$$\Delta Q = Q_t - Q_{t-1},$$

где: Q_t – значение анализируемого показателя (например, объем грузооборота, логистические издержки) в текущем, отчетном периоде t ;

Q_{t-1} – значение того же показателя в предшествующем, базисном периоде $t-1$.

Данный показатель характеризует абсолютную величину изменения в натуральном или стоимостном выражении.

2. Темп роста:

$$Tg = (Q_t / Q_{t-1}) \times 100 \%,$$

Показатель отражает, какой процент составляет уровень текущего периода по отношению к уровню предыдущего периода, что позволяет нивелировать различия в абсолютных масштабах сравниваемых величин.

3. Темп прироста:

$$Tpr = Tg - 100\%$$

Этот показатель отражает чистое относительное изменение величины: положительное значение соответствует росту, отрицательное – снижению.

Проведение этих вычислений даёт возможность не просто констатировать факт изменения состояния системы – будь то рост, спад или стагнация, – но и дать количественную оценку данным процессам, измерив их интенсивность, направленность и степень устойчивости. Как следствие, горизонтальный анализ трансформирует первоначально разрозненные статистические сведения в упорядоченную информационную конструкцию, способную служить эмпирической основой как для углублённого факторного анализа, так и для построения прогнозных моделей, ориентированных на экстраполяцию выявленных трендов.

Применительно к арктическим условиям традиционная схема горизонтального анализа, базирующаяся на сопоставлении годовых и квартальных показателей, утрачивает свою аналитическую силу ввиду ярко выраженной сезонной волатильности грузооборота. В зимние месяцы объёмы перевозок сокращаются до минимальных значений, что порождает в динамических рядах статистические «нулевые» значения, которые нивелируют реальные тенденции и существенно затрудняют идентификацию как стратегических ориентиров развития, так и тактических уязвимостей системы. В связи с этим возникает необходимость в двухуровневом подходе, в основе которого лежат навигационные окна, охватывающие, как правило, период с июня по ноябрь, когда аккумулируется преобладающая часть годового грузопотока. На первом уровне производится сравнение суммарных объёмов смежных навигационных интервалов, что позволяет зафиксировать чистый стратегический тренд, очищенный от сезонных колебаний. На втором уровне осуществляется помесечная детализация внутри навигационного окна, которая даёт возможность выявить климатически обусловленные колебания: прирост показателей в фазе интенсивного таяния

льдов (обычно июль–август) и последующее снижение по мере ухудшения ледовой обстановки (сентябрь–ноябрь). Таким образом, первый уровень ориентирован на долгосрочную стратегическую динамику, тогда как второй – на краткосрочную тактическую волатильность. И лишь при совместном использовании обоих уровней достигается корректная интерпретация процессов, происходящих в арктической транспортно-логистической системе. Следовательно, горизонтальный анализ грузооборота АТЛС должен строиться как двухэтапная процедура: первоначально по навигационным окнам, а затем – помесечно в их границах.

Рассмотрим пример применения этих особенностей на реальных данных грузопотока по СМП за 2022–2023 гг. (табл.1,2), подтвержденных официальной статистикой (общий годовой итог: 34,1 млн т в 2022 г., 36,26 млн т в 2023 г.)¹

Таблица 1 – Темпы прироста по навигационным окнам ($Tg_{\text{окно}}$, стратегический уровень)

Навигационное окно	Общий объем $Q_{\text{окно}}$ млн т	Доля в годе, %	Темп прироста, %
Июнь–ноябрь 2022	17,60	51,6	100 (база)
Июнь–ноябрь 2023	19,70	54,3	+12,0

Источник: составлено авторами

Расчет: Темп прироста окна = $(19,70 / 17,60) \times 100\% = +12,0\%$ (темпы роста составили 112,0%). Для сравнения, годовой темп прироста составил лишь +6,3% $((36,26 / 34,10) - 1) \times 100\%$, что почти в 1,9 раза ниже. Это наглядно демонстрирует масштаб статистических искажений, вносимых внеочередными периодами.

Стратегический вывод: устойчивый рост навигационной мощности на 12% закладывает основу для достижения целевых показателей Плана развития СМП (80 млн т к 2024 г. и 150 млн т к 2030 г.)², ключевыми драйверами которого выступают проекты по сжиженному природному газу («Ямал СПГ» и «Арктик СПГ-2») [3].

Таблица 2 – Темпы роста помесечно в навигации ($Tg_{\text{мес}}$, тактический уровень)

Месяц	Q_{2022} млн т	Q_{2023} млн т	$Tg_{\text{мес}}$ 2022, %	$Tg_{\text{мес}}$ 2023, %	$I_{\text{се}}$ баллы	Климатический фактор
Июнь	2,70	2,30	-	-	4–5	Переходный период, плотный лед
Июль	2,90	3,40	+7,4	+47,8	3–4	Интенсивное таяние, тонкий лед
Август	3,20	3,40	+10,3	+0,0	2–3	Пик пропускной способности
Сентябрь	3,00	3,90	-6,3	+14,7	5–6	Нарастание льдов
Октябрь	3,10	3,90	+3,3	+0,0	7–8	Усиление ледовой обстановки
Ноябрь	2,70	2,80	-12,9	-28,2	8–9	Максимальное нарастание льда и полярная ночь
Итого	17,60	19,70	-	+12,0	-	-

Источник: составлено авторами

Расчет $Tg_{\text{мес}}$: например, для июля 2023 г. темп прироста = $((3,40 / 2,30) - 1) \times 100\% = +47,8\%$; для

1 О транспортном потенциале Северного морского пути : материалы к «правительственному часу» в Совете Федерации 20 марта 2024 года / Управление библиотечных фондов (Парламентская библиотека) ; отв. за вып. Н. Н. Логинова. – М., 2024. – С.14.

2 О транспортном потенциале Северного морского пути : материалы к «правительственному часу» в Совете Федерации 20 марта 2024 года / Управление библиотечных фондов (Парламентская библиотека) ; отв. за вып. Н. Н. Логинова. – М., 2024. – С.21

ноября 2023 г. = $((2,80 / 3,90) - 1) \times 100\% = -28,2\%$ и т.д.

Тактический вывод: июнь–август аккумулируют 46,2% грузооборота навигационного окна (9,1 млн т из 19,7 млн т в 2023 г.). При этом выявляются два ярко выраженных пиковых месяца – сентябрь и октябрь, на каждый из которых приходится по 19,8% навигационного окна, или по 3,9 млн т. Август, обеспечивающий 17,3% окна, выступает в качестве предпикового месяца, тогда как заметное снижение грузооборота начинается уже с ноября, когда темп прироста принимает значение -28,2%. Осенние снижения варьируют от -6,3% в сентябре 2022 г. до -28,2% в ноябре 2023 г.

Следовательно, ограниченность традиционного анализа носит фундаментальный характер: годовой показатель +6,3% является статистически корректным, однако с аналитической точки зрения он обладает низкой информативностью. Он скрывает климатическую «пирамиду», при которой почти половина грузооборота навигационного окна, а именно 46,2%, концентрируется в трех месяцах — июне, июле и августе, тогда как два пиковых месяца, сентябрь и октябрь, формируют критическую нагрузку на хабы Мурманска, Сабетты и Певека. Тем самым традиционный подход не позволяет в полной мере выявить управленческие риски, возникающие при планировании грузопотоков.

Двухуровневый подход, предложенный в настоящей работе, позволяет последовательно нивелировать указанные методологические противоречия и получить более адекватную картину функционирования арктической транспортно-логистической системы:

1. На стратегическом уровне расчёт темпов прироста по навигационным окнам ($Tg_{\text{окно}} = +12,0\%$) фиксирует чистую тенденцию устойчивого роста навигационной ёмкости СМП, очищенную от искажающего влияния зимних месяцев с минимальными объёмами перевозок. Данный показатель подтверждает обоснованность приоритетных инвестиций в развитие ледокольного флота и модернизацию портовой инфраструктуры, поскольку отражает реальный потенциал системы в благоприятных навигационных условиях.

2. Тактический уровень анализа, основанный на помесечной динамике внутри навигационного окна ($Tg_{\text{мес}}$), раскрывает фактическую волатильность грузопотоков и выявляет климатические драйверы, определяющие режимы функционирования системы. В частности, в июле 2023 г. зафиксирован взрывной рост грузооборота на +47,8%. Данный скачок знаменует начало пикового периода, в течение которого с августа по октябрь наблюдаются стабильно высокие абсолютные значения перевозок, достигающие 3,9 млн т ежемесячно. Именно в этот период пропускная способность транспортной системы реализуется в максимальном объёме, а эффективность ледокольного эскорта достигает своего пика. В то же время осенне-зимний период характеризуется существенным сокращением грузопотоков: так, в ноябре 2023 г. зафиксирован спад на -28,2%. Подобная динамика обусловлена комплексом факторов, среди которых ключевыми выступают быстрое нарастание ледовых ограничений, наступление полярной ночи, существенно ограничивающей возможности поисково-спасательных операций, а также ужесточение экологических требований в рамках особо чувствительных морских районов (PSSA-зоны).

Применение двухуровневого горизонтального анализа открывает существенно более глубокое понимание как реальных рисков, так и резервов повышения эффективности функционирования арктической транспортно-логистической системы:

1. Обоснование необходимости формирования инфраструктурных резервов для нивелирования пиковых нагрузок.

Анализ распределения грузооборота демонстрирует, что 46,2 % совокупного объёма перевозок приходится на первую половину навигационного окна, что обуславливает возникновение экстремальной нагрузки на терминальные мощности в диапазоне 3,4–3,9 млн т/мес. Данная ситуация предопределяет потребность не в линейном наращивании среднестатистических производственных мощностей, а в целенаправленном создании резервных буферных мощностей. К таковым следует отнести дополнительные погрузочно-разгрузочные механизмы, расширение складских площадей,

а также формирование специализированных мобилизационных бригад, обеспечивающих непрерывность обработки грузов при поступлении пиковых караванов.

2. Механизмы управления климатическими и финансовыми рисками.

Существенное снижение грузооборота, достигающее 28,2 % в ноябре, актуализирует необходимость внедрения комплекса риск-ориентированных инструментов. В их числе, например, страхование рисков логистических задержек, включая выплаты по демереджу, а также создание резервного ледокольного эскорта. Отсутствие указанных мер способно привести к возникновению вынужденных простоев в ходе реализации пиковых перевозок в период с июля по октябрь. Подобные сбои несут угрозу невыполнения годового плана навигации, а также провоцируют возникновение кассовых разрывов у операторов, что дестабилизирует финансовую устойчивость логистических проектов.

3. Инструменты оперативного прогнозирования и механизмов динамического ценообразования.

Экстраполяция наблюдаемого темпа прироста продолжительности навигационного окна, составляющего 12,0 % в год, выступает в качестве расчётной базы для обоснования достижимости целевых индикаторов, закреплённых в Плате развития Северного морского пути. Детальный учёт месячной волатильности грузопотока, выраженной в приросте на 47,8 % в июле и снижении на 28,2 % в ноябре, предоставляет операторам инструментарий для гибкого перераспределения караванов с учётом прогнозных данных о ледовой обстановке, в частности, посредством смещения графиков перевозок из ноября на период август–октябрь. Для регулирующих органов указанные данные служат обоснованием целесообразности внедрения дифференцированных сезонных тарифов на услуги ледокольной проводки, позволяющих учитывать колебания эксплуатационной нагрузки и обеспечивать сбалансированность тарифной политики.

Методологический вывод, вытекающий из проведенного анализа, заключается в следующем: при использовании упрощённого одноуровневого подхода динамика воспринимается как линейная и стабильная с ежегодным приростом на уровне 6,3 %. Однако фактические данные свидетельствуют о существенно более сложной конфигурации тренда, характеризующейся ярко выраженной пирамидальной структурой распределения грузовых объёмов. Применение адаптированной методики горизонтального анализа, дифференцированного по навигационным окнам, выступает ключевым инструментом обеспечения устойчивого управления арктической транспортно-логистической системой. Такой подход позволяет трансформировать климатическую волатильность из источника неопределённости в управляемый параметр, используемый для формирования точных плановых расчётов. На этой основе становится возможным проведение системной оптимизации логистических цепочек, а также разработка аргументированного обоснования тарифной политики с учётом сезонной и климатической специфики функционирования транспортной инфраструктуры.

Особенности применения вертикального анализа.

Вертикальный, или структурный, анализ относится к числу классических методов экономического исследования и используется для изучения внутреннего строения анализируемого явления. Его сущность заключается в расчете удельного веса отдельных элементов в общем итоге, принимаемом за 100%. Данный подход позволяет перейти от абсолютных значений к относительным, тем самым нивелируя влияние общего масштаба системы и выявляя качественные пропорции и взаимосвязи между ее компонентами.

В рамках вертикального анализа рассчитываются следующие ключевые аналитические индикаторы:

1. Удельный вес (доля) компонента:

$$d_i = (q_i / Q_{\text{total}}) \times 100\%$$

где:

d_i – удельный вес i -го элемента в общей структуре в процентах;

q_i – абсолютное значение i -го элемента, например, объем перевозок конкретным видом транспорта или отдельной статьи логистических затрат в рассматриваемом периоде;

Q_{total} – общий итоговый показатель системы, например, совокупный грузооборот АТЛС или сумма всех логистических издержек за тот же период, принимаемый за базу сравнения, т.е. 100%.

Данный показатель характеризует значимость конкретного элемента и его вклад в функционирование всей системы.

2. Абсолютное структурное сдвижение (изменение доли в %%):

$$\Delta d_i = d_{i,t} - d_{i,t-1},$$

где:

$d_{i,t}$ – удельный вес i -го элемента в текущем (отчетном) периоде t ;

$d_{i,t-1}$ – удельный вес того же элемента в предшествующем (базисном) периоде $t-1$.

Показатель отражает, на сколько процентных пунктов увеличилась или уменьшилась доля компонента, позволяя выявить направленные структурные сдвиги (например, рост доли авиации в межсезонье при падении доли морского транспорта).

Рассмотрим данные особенности вертикального анализа на примере грузопотока СМП. В 2025 г. грузопоток по Севморпути составил порядка 37,02 млн тонн³. Его структура представлена в таблице 3⁴.

Таблица 3 – Структура грузопотока СМП в 2025 г (традиционный годовой вертикальный анализ)

Тип груза	Q, млн т	Доля, %
СПГ (сжиженный газ)	21,27	57,5
Нефть и нефтепродукты	9,10	24,6
Генеральные грузы	3,91	10,6
Газоконденсат	1,55	4,2
Уголь, рудоконцентрат и навалочные грузы	1,18	3,2
Рыба и рыбопродукция	0,01	0,03
Итого	37,02	100

Источник: составлено авторами

Шаг 1. Выявление ограничений классического годового вертикального анализа.

В классическом понимании вертикальный анализ оперирует годовыми удельными весами. Это справедливо для транспортных систем с равномерной работой в течение года (например, порты Балтийского или Черного морей). В Арктике, где навигационное окно составляет всего 4–5 месяцев, а в остальное время функционируют преимущественно зимние дороги и авиация, структура грузопотоков в разные периоды года кардинально различается.

Данные по сезонной структуре СМП за 2025 г. в таблице 4 получены на основе экспертной агрегации и экстраполяции из официальных источников по Северному морскому пути, зимним дорогам и авиаперевозкам, с учетом сезонных ограничений Арктики:

– Навигационное окно (24,71 млн т, 66,7%) — основной транзитный поток СПГ, нефти и генеральных грузов. Объем рассчитан методом экстраполяции темпов роста грузооборота навигационного окна с 2023 г. (+12% в год): $19,70 \times 1,12^2 = 24,71$ млн т.

– Зимние перевозки (2,73 млн т, 7,4%) — прямое суммирование из Таблицы 3 (газоконденсат 1,55 + уголь/навалочные 1,18). Это базовые грузы для Норильска, Чукотки и других изолированных территорий, доставляемые по зимникам вне ледового окна.

3 Газета «Коммерсантъ» №21/II от 09.02.2026, стр. 7 <https://www.kommersant.ru/doc/8419017>

4 Газета «Коммерсантъ» №21/II от 09.02.2026, стр. 7 <https://www.kommersant.ru/doc/8419017>

– Локальные морские перевозки (9,20 млн т, 24,8%) — челночные рейсы в западном секторе СМП (Обь, Енисей) и локальный северный завоз, не требующие сквозной ледокольной проводки.

– Авиаперевозки (0,38 млн т, 1,0%) — сальдовый остаток (37,02 – 24,71 – 2,73 – 9,20). Включает рыбу (0,01 млн т) и срочные социальные грузы (~0,37 млн т): медикаменты, продукты для изолированных поселений (Певек, Анадырь, Тикси и др.).

Таблица 4 – Агрегированная структура грузопотока СМП по видам транспортной доступности (модельная декомпозиция)

Номенклатура перевозок	Q, млн т	Доля, %	Примечание
Навигационное окно, транзитный морской груз	24,71	66,7	+25,5% к 2023 г. ($19,70 \times 1,12^2 = 24,71$ млн т)
Локальные морские перевозки (каботаж)	9,20	24,8	Челноки Обь-Енисей, локальный завоз
Зимние перевозки, автозимники (газоконденсат+уголь/навалочные)	2,73	7,4	Прямые данные Таблицы 3
Авиаперевозки (социальные и срочные грузы)	0,38	1,0	Рыба 0,01 + срочные 0,37 млн т
Итого	37,02	100,0	✓

Источник: составлено авторами

Как показывают расчеты, в пределах навигационного окна концентрируется 66,7% всего грузопотока, или 24,71 млн т груза. За двухлетний период данный показатель достигает прироста в +25,5% ($19,70 \times 1,12^2$).

Однако традиционная годовая агрегация данных маскирует фундаментальную климатическую диспропорцию, присущую арктической логистике. При формальной доле авиационного транспорта на уровне 1,0% от годового объема перевозок, или 0,38 млн т, именно этот вид сообщения в зимний и весенний периоды выступает фактически единственным каналом снабжения для обширных арктических территорий, таких как Чукотки, Якутии, Верхоянска и иных удаленных районов. В результате маскируется структурная неоднородность обеспеченности грузовыми перевозками населения и хозяйственных объектов, поскольку сезонные пики навигации, достигающие 66,7%, контрастируют с критически важной ролью авиации вне ледового периода.

Шаг 2. Периодическая декомпозиция по логистическим сезонам

В рамках предлагаемого подхода год целесообразно разделить на три характерных для Арктики логистических сезона и осуществить перераспределение грузопотоков с учетом физической возможности их транспортировки. При этом необходимо учитывать, что массовый локальный морской каботаж возможен преимущественно в период навигации, а также частично в фазе ледокольных рейсов в период распутицы, тогда как в условиях устойчивой зимней ледовой обстановки его осуществление становится практически невозможным.

Логика распределения данных из табл.4 в табл.5, основанная на экспертных оценках [1, 2, 9, 16], следующая:

– Навигация (длительность обычно 150 дней, июнь–октябрь): весь груз из строки «Навигационное окно» (24,71 млн т – морской) + часть авиации (0,10 млн т) для срочных грузов в пик навигации.

– Зимний сезон (120 дней, декабрь–март): весь груз «Зимние перевозки» (2,73 млн т – зимники) + часть авиации (0,15 млн т).

– Распутица (95 дней, апрель–май, ноябрь): весь груз «Локальные морские перевозки» (9,20 млн

т – челночные рейсы) + оставшаяся часть авиации (0,13 млн т).

Таблица 5 – Сезонная декомпозиция грузопотока СМП по логистическим сезонам

Сезон	Длит., дни	Q_сезон, млн т	Морской	Зимники	Авиация	Локальная структура
Навигация	150	24,81	24,71	0,00	0,10	Море 99,6%, Авиа 0,4%
Зимний	120	2,88	0,00	2,73	0,15	Зимник 94,8%, Авиа 5,2%
Распутица	95	9,33	9,20	0,00	0,13	Море 98,6%, Авиа 1,4%
Итого	365	37,02	33,91	2,73	0,38	100%/ годовая структура составляет 91,6% море, 7,4% зимники, 1,0% авиация

Источник: составлено авторами

Классический вертикальный анализ, оперирующий годовыми долями (морской – 91,6%, зимники – 7,4%, авиация – 1,0%), скрывает три сезонные диспропорции, критически важные для управления арктической транспортно-логистической системой:

1. Авиация – не 1,0%, а сезонный «критический узел».

Годовая доля 1,0% (0,38 млн т) маскирует, что в зимний период доля авиации достигает 5,2% (0,15 из 2,88 млн т) – в 5 раз выше годового показателя. В периоды распутицы (апрель–май, ноябрь), когда зимники закрыты, а полная ледокольная проводка ещё не началась, авиация остаётся единственным транспортом для срочных грузов (медикаменты, продукты, эвакуация) для населения и предприятий Арктики. Без создания страховых запасов до распутицы поселения рискуют полной изоляцией на 95 дней.

2. Зимники недооценены в годовом разрезе в 12,8 раза.

Годовые 7,4% (2,73 млн т) превращаются в 94,8% всего грузооборота зимнего сезона (2,73 из 2,88 млн т). С декабря по март логистика Норильска, Воркуты, Чукотки и др. поселений полностью зависит от состояния зимних автомобильных дорог (ледовая переправа, снежно-ледяные трассы). Аномальное тепло или ранняя оттепель способны остановить доставку 2,73 млн т топлива и угля – основы жизнеобеспечения.

3. Распутица – «слепая зона» годовых отчётов.

95 дней распутицы аккумулируют 25,2% годового грузооборота (9,33 млн т из 37,02), но в годовом разрезе этот период не выделен. В это время морские челночные перевозки (9,20 млн т, 98,6% сезона) работают на пределе пропускной способности портов, а авиация (1,4% сезона) становится единственной связью для удалённых посёлков. Именно в распутицу наиболее вероятны срывы северного завоза.

Практическое применение данной методики позволяет обосновывать ряд управленческих решений:

– Нормативы складских запасов должны рассчитываться не по годовому обороту, а по длительности сезонов: для распутицы (95 дней) и зимы (120 дней).

– Инвестиции в авиацию (зимние вертолётные площадки, ИК-системы для полярной ночи, круглогодичные склады ГСМ) должны оцениваться не по доле 1% от грузооборота, а по критической нагрузке 5,2% в зимний сезон и 100% покрытия срочных грузов в распутицу.

– Сезонная декомпозиция даёт возможность оценивать не только натурально-объёмные, но и финансово-экономические асимметрии арктических перевозок. Удельная стоимость транспортировки одной тонны груза воздушным транспортом в зимний период способна многократно превосходить тарифы морских перевозок. Анализ годовых отчётных данных, в которых доля авиационных перевозок по тоннажу фиксируется на уровне порядка 1 %, формирует ложное представление о незначительной роли данного вида транспорта в общей логистической системе. При этом в структуре совокупных логистических издержек, связанных с доставкой социально значимых

грузов, удельный вес авиационных перевозок в межсезонный период может составлять от 40 до 60 %. Указанная диспропорция обуславливает необходимость нормативно-правового закрепления ряда инфраструктурно-операционных мер, в частности, обязательного резервирования авиационного флота, а также создания и поддержания круглогодичных складов горюче-смазочных материалов в ключевых опорных пунктах (Тикси, Певек, Анадырь и др.).

– Планирование северного завоза, исходя из выявленных сезонных диспропорций, представляется целесообразным синхронизировать с тремя выделенными логистическими сезонами. В период навигации (июнь–октябрь) приоритетное значение приобретает массовый транзит сжиженного природного газа и нефти, общий объём которого достигает 24,71 млн т. В зимний сезон (декабрь–март) основные перевозки приходятся на уголь и газоконденсат (2,73 млн т), доставляемые по автозимникам. В периоды распутицы (апрель–май, ноябрь) ключевую роль играют челночные морские рейсы (9,20 млн т), при этом обязательным условием устойчивого функционирования системы становится наличие авиационного резерва для обеспечения срочных поставок в изолированные населённые пункты.

Методологический вывод. Проведённая сезонная декомпозиция, отражающая преобразование агрегированных данных таблицы 4 в структуру таблицы 5, убедительно подтверждает, что классический вертикальный анализ, оперирующий исключительно годовыми удельными весами, оказывается методологически недостаточным для адекватной оценки транспортных систем Арктики. Лишь периодическое разделение на навигацию, зиму и распутицу переводит статистические доли в динамический инструмент управления сезонными рисками - от планирования ледокольного флота до создания страховых запасов в удалённых посёлках.

Выводы (заключение)

Проведённое исследование позволило сформулировать ряд теоретических и научно-практических результатов, касающихся адаптации классических инструментов экономического анализа к специфике арктических транспортно-логистических систем.

1. Теоретические результаты.

Установлено, что прямое применение классических методов горизонтального и вертикального анализа к годовым агрегированным данным АТЛС приводит к системным методологическим искажениям:

- традиционный горизонтальный анализ занижает истинные темпы роста грузопотоков почти в 2 раза за счёт «размывания» трендов зимними месяцами с минимальными объёмами перевозок;
- классический вертикальный анализ скрывает критическую структурную роль отдельных видов транспорта (авиации, зимних дорог), годовая доля которых не отражает их фактической значимости в изолированные сезоны.

2. Методологические результаты.

Разработана и апробирована методика адаптации классических инструментов экономического анализа к условиям арктической неопределённости, включающая:

- двухуровневый горизонтальный анализ — расчёт стратегических трендов по навигационным окнам и тактической волатильности ежемесячно внутри окна;
- сезонную декомпозицию вертикального анализа — расчёт структурных долей отдельно по трём логистическим сезонам (навигация, зимний период, распутица).

Обобщённая характеристика адаптации методов представлена в таблице 6.

3. Научно-практические результаты.

В ходе реализации адаптированной методики применительно к данным СМП за период 2022–2025 гг. были получены следующие результаты:

- установлена фактическая структура сезонной динамики грузопотока, имеющая характер климатической «пирамиды»: в течение трёх месяцев навигационного окна концентрируется 46,2 % совокупного грузооборота, при этом нагрузка в двух пиковых месяцах достигает значений,

провоцирующих критическую перегрузку инфраструктурных узлов (хабов);

Таблица 6 – Сравнительная характеристика классического и адаптированного горизонтального и вертикального экономического анализа АТЛС

Критерий сравнения	Классический подход	Адаптированный подход (авторская методика)
Базовый период анализа	Календарный год, квартал	Навигационное окно (июнь–ноябрь), логистический сезон
Горизонтальный анализ	Темпы роста по годам (искажены зимними «нулями»)	Двухуровневый: стратегический (по окнам) + тактический (помесячно внутри окна)
Вертикальный анализ	Годовые удельные веса видов транспорта и грузов	Сезонная декомпозиция: доли рассчитываются отдельно для навигации, зимы, распутицы
Выявляемые эффекты	Усреднённые, линейные тренды и структуры	Климатические драйверы, пиковые нагрузки, скрытые диспропорции
Управленческая ценность	Низкая для Арктики (маскирует риски)	Высокая (позволяет планировать резервы, страховые запасы, тарифы)

Источник: составлено авторами

– полученные расчёты служат достаточным основанием для постановки вопроса о необходимости формирования дополнительных инфраструктурных мощностей буферного типа, предназначенных для нивелирования пиковых нагрузок, а также о создании резерва ледокольного эскорта, обеспечивающего устойчивость транспортной системы в периоды максимальной интенсивности перевозок;

– анализ роли авиационного компонента выявил существенное расхождение между усреднёнными и сезонными показателями: при годовой доле авиации на уровне 1,0 % её удельный вес в зимний сезон возрастает до 5,2 %, а в период распутицы авиация фактически выступает единственным каналом доставки срочных грузов, обеспечивая 100 % объёма таких перевозок. Данная закономерность свидетельствует о целесообразности корректировки методологии инвестиционного планирования в отношении авиационной инфраструктуры Арктической зоны;

– полученные выводы позволяют заложить научно обоснованную базу для внедрения механизма дифференцированных сезонных тарифов на услуги ледокольной проводки, а также для совершенствования системы страхования логистических рисков, в частности, покрытия убытков, обусловленных задержками в доставке грузов (демереджем).

4. Общий методологический вывод.

Проведенное исследование показывает, что климатическая и географическая специфика Арктики не исключает применения классических методов экономического анализа, однако требует их содержательной адаптации. При таком подходе климатическая волатильность перестаёт восприниматься лишь как источник неопределённости и, напротив, становится количественно описываемым параметром управления. В этой связи двухуровневый горизонтальный анализ и сезонная декомпозиция вертикального анализа формируют единую методологическую конструкцию: первый инструмент позволяет установить, когда и с какой интенсивностью изменяются грузопотоки под воздействием климатических факторов, а второй – определить, какие именно элементы транспортно-логистической системы, включая виды транспорта и типы грузов, принимают на себя основную нагрузку в каждом логистическом сезоне. Совместное использование

указанных адаптированных методов дает возможность перейти от усредненной годовой оценки, скрывающей системные риски, к более точному посезонному и ежемесячному управлению АТЛС, включая планирование ледокольного флота и портовой пропускной способности, формирование страховых запасов в удаленных поселениях и обоснование тарифной политики. Таким образом, предложенная методика позволяет сократить разрыв между классической экономической теорией и практикой управления арктической логистикой, обеспечивая переход от фиксации проблем к их количественно обоснованному решению.

Перспективы дальнейших исследований могут быть связаны с разработкой алгоритмов оперативного прогнозирования и динамического перераспределения грузопотоков на основе включения климатических данных, таких как спутниковый мониторинг ледовой обстановки и гидрометеорологические модели, в цифровые логистические модели АТЛС, а также с апробацией предложенного подхода на уровне отдельных арктических компаний и транспортных узлов для проверки его практической результативности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева, Е. В. (2021). Многокритериальный подход в задаче выбора оптимальных маршрутов в акватории Северного морского пути. Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, 13(3), 399–408. <https://doi.org/10.21821/2309-5180-2021-13-3-399-408>
2. Гребенец, А. А., Васеха, М. В., & Васильева, Ж. В. (2024). Анализ перевозок судами смешанного плавания по сибирским рекам с использованием трасс Северного морского пути. Пространственная экономика, 20(2), 266–275. <https://doi.org/10.1134/S1075700724020060>
3. Журавель, В. П. (2023). Северный морской путь: оценки и прогнозы. Научно-аналитический вестник Института Европы РАН, 2(32). <https://doi.org/10.15211/vestnikieran22023125135>
4. Зефилов, В. И., & Тимошилова, П. С. (2023). Морская логистика Северного морского пути. Вестник Академии знаний, 2(55).
5. Козырев, А. А., Зарецкий, А. А. (2023). Специфика реализации стратегических проектов в Арктической зоне Российской Федерации. Экономика и управление, (12). <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-12-1454-1469>
6. Кропинова, Е. Г., Сосновский, М. А. (2023). Основные направления исследований, связанные с изучением Северного морского пути. Сервис в России и за рубежом, 4(106). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10336697>
7. Лагутина, М. Л., & Сергунин, А. А. (2024). Перспективы развития Северного морского пути на принципах «синей экономики». Полярные чтения на ледоколе «Красин». <https://doi.org/10.24412/2949-5261-2024-11-206-219>
8. Лёвина, А. И., Дубгорн, А. С., Фадеев, А. М., Калязина, С. Е. (2024). Цифровая и логистическая инфраструктуры Арктической зоны: современное состояние исследований и пути развития. АиС [Арктика и Север], (56). DOI <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.128>
9. Мохов, И. И., & Хон, В. Ч. (2015). Продолжительность навигационного периода и ее изменения для Северного морского пути: модельные оценки. Арктика: экология и экономика, 2(18), 88–95.
10. Негреева, В. В., Скоробогатько, К. Е., Матершева, В. В. (2023). Организационно-управленческие аспекты формирования транспортной инфраструктуры в Арктической зоне. Экономика и экологический менеджмент, (2). DOI 10.17586/2310-1172-2023-16-2-91-102
11. Ночевкина, Т. А. (2025). Анализ динамики развития морского транспорта и логистики в Дальневосточном регионе. Вестник Евразийской науки, 17(2).
12. Петрова, С. А. (2026). Особенности арктической логистики на примере АО «Арктическая торгово-логистическая компания». Управленческий учет, (1), 216–222. <https://doi.org/10.25806/uu-5824>
13. Тойменцева, И. А., Федоренко, Р. В. (2023). Перспективы развития транспортно-логистической инфраструктуры Северного морского пути в рамках программы «Один пояс, один путь». Вестник ВУиТ, 1(51).
14. Тутыгин, А. Г., Чижова, Л. А., Носырев, Н. С. (2024). Обоснование стратегических решений по развитию элементов транспортно-логистической системы северного региона. Экономический анализ: теория и практика, 23(12), 2239–2254. <https://doi.org/10.24891/ea.23.12.2239>
15. Швецов, К. В., Сорокожердьева, К. Г., Лебедева, А. С. (2018). Стратегия развития и модернизации транспортно-логистических маршрутов в Арктике. МИР (Модернизация. Инновации. Развитие), 1(33). <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2018.9.1.40-52>
16. Ядрихинский, Н. В., Маякунов, А. Э. (2023). К вопросу о развитии малой авиации в Арктической зоне Республики Саха (Якутия). Арктика: XXI век, 2(32). <https://doi.org/10.25587/SVFU.2023.49.13.004>
17. Adumene, S., Okwu, M., Yazdi, M., Afenyo, M., Islam, R., Orji, C. U., Obeng, F., & Goerlandt, F. (2021). Dynamic logistics disruption risk model for offshore supply vessel operations in Arctic waters.

Maritime Transportation Research, 2, 100039. <https://doi.org/10.1016/j.martra.2021.100039>

18. Asariotis, R., Monioudi, I. N., Mohos Naray, V., et al. (2024). Climate change and seaports: hazards, impacts and policies and legislation for adaptation. *Anthropocene Coasts*, 7, 14. <https://doi.org/10.1007/s44218-024-00047-9>

19. Chen, Y.-S., Chen, P.-H., Jung, C.-H., Chang, T.-L., Ye, J.-A., & Liu, T.-K. (2024). The strategic insights of Arctic sea routes for the sustainable development of Taiwan's shipping industry. *Transport Policy*, 159, 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2024.10.021>

20. Fu, S., Goerlandt, F., & Xi, Y. (2021). Arctic shipping risk management: A bibliometric analysis and a systematic review of risk influencing factors of navigational accidents. *Safety Science*, 139, 105254. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105254>

21. Hermann, R. R., Lin, N., Lebel, J., & Kovalenko, A. (2022). Arctic transshipment hub planning along the Northern Sea Route: A systematic literature review and policy implications of Arctic port infrastructure. *Marine Policy*, 145, 105275. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105275>

22. Mohammad, S. I., Alaswad Alenazi, S., Vasudevan, A., Jadallah, H., & Al Oraini, B. (2025). Strategic Assessment of Sustainable Marine Logistics in Arctic Routes Using Resilient and Agile Supply Chain Theory. *Sustainable Marine Structures*, 7(4), 84–103. <https://doi.org/10.36956/sms.v7i4.2636>

23. Poo, M. C., Yang, Z., Lau, Y. Y., & Jarumaneeroj, P. (2024). Assessing the impact of Arctic shipping routes on the global container shipping network's connectivity. *Polar Geography*, 47(3), 219–239. <https://doi.org/10.1080/1088937X.2024.2399775>

24. Qu, X., Wang, C., Zhao, R., Fang, M., & Xie, X. (2025). Multi-source data-driven Bayesian network for risk analysis of maritime accidents in the high sea. *Frontiers in Marine Science*, 12, 1631650. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1631650>

25. Waite, T., Evans, M., Kholod, N., Blahut, N., & Rowland, J. (2023). Review of quantitative methods to assess impacts of changing climate and socioeconomic conditions on Arctic transportation systems. *Ambio*, 52(7), 1155–1169. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01853-0>

26. Zhao, P., Li, Y., & Zhang, Y. (2024). Ships are projected to navigate whole year-round along the North Sea route by 2100. *Communications Earth & Environment*, 5, 407. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01557-7>

Methodological tools for horizontal and vertical economic analysis of the state of the arctic transport and logistics system

Shchebarova Natalya Nikolaevna

Doctor of Economic Sciences, Professor

Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», Apatity, Russia

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

E-mail: censey@mail.ru

Vasyokha Mikhail Viktorovich

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», Apatity, Russia

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

E-mail: vasyoha@mail.ru

KEYWORDS

horizontal analysis, vertical analysis, Arctic TLS, seasonal decomposition, navigation windows, infrastructure segments, Arctic cargo flows, Northern Sea Route

ABSTRACT

The relevance of this study is driven by the fact that conventional horizontal and vertical analysis techniques distort the actual functioning of Arctic transport and logistics systems due to extreme seasonality, ice-related constraints, and weak infrastructure, which necessitates the development of specialized analytical approaches. The methodological foundation is based on adapting classical tools by projecting them onto the region's specific climatic and geographic conditions, taking into account navigation windows, ice conditions, and seasonal transport constraints. The scientific novelty lies in the development of a two-level horizontal analysis with trend calculations for navigation windows and monthly volatility, as well as a seasonal decomposition of vertical analysis with the identification of navigation, winter roads, and thaw periods. It has been established that traditional annual analysis underestimates the true growth rates of cargo flows and masks the critical structural role of aviation, whose annual share obscures its key importance during the winter season and thaw period. It has been shown that ignoring seasonality leads to an underestimation of the role of winter roads and air transport, which during the shoulder seasons often serve as the only channels sustaining remote territories. It is concluded that calendar-based aggregated data do not provide a sufficient analytical basis for managing Arctic logistics. The practical significance of the proposed approach lies in the possibility of using climatic volatility as a parameter for precise port capacity planning, justifying public investment in the icebreaker fleet, and building safety stocks in hard-to-reach settlements. Further research may focus on developing algorithms for operational forecasting and cargo flow reallocation based on integrating climatic data into digital logistics models of the Arctic.
