

Научная статья
УДК 656:658.2

Диверсификация грузопотоков как инструмент управления рисками в условиях неопределенности

Валерия Владимировна Шевцова¹, Вячеслав Николаевич Белобжецкий²

^{1,2}Общество с ограниченной ответственностью Передовые компрессорные технологии
(ООО «ПКТ»), г. Долгопрудный, Россия

¹vsh@incomair.ru

²vb@incomair.ru

Аннотация. В статье исследуется диверсификация грузопотоков как инструмент управления логистическими рисками в условиях неопределённости. Выполнен анализ эволюции теоретических подходов к риск-менеджменту, определено место диверсификации среди профильных инструментов. Сформулировано авторское определение понятия «диверсификация грузопотоков», предложена развёрнутая классификация её видов, а также систематизированы ключевые риски логистической деятельности. Показано, за счёт каких механизмов различные виды диверсификации позволяют минимизировать последствия рисков событий. Введена целевая функция оптимизации уровня диверсификации и коэффициент оценки её эффективности, проиллюстрированные условным расчётом. Полученные результаты ориентированы на практическое применение при проектировании устойчивых логистических систем и повышении надёжности грузоперевозок. Предложенный инструментарий может быть использован транспортными компаниями при разработке стратегий развития и антикризисных мероприятий.

Ключевые слова: диверсификация грузопотоков, управление рисками, логистика, неопределённость, устойчивость цепей поставок, транспортные риски, надёжность перевозок, стратегия управления, минимизация рисков, логистическая система.

Для цитирования: Шевцова В.В., Белобжецкий В.Н. Диверсификация грузопотоков как инструмент управления рисками в условиях неопределенности // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2026. № 1 (47).

Original article

Diversification of freight flows as a tool for risk management in uncertain conditions

Valeria V. Shevtsova¹, Vyacheslav N. Belobzhetsky²

^{1,2}Advanced Compressor Technologies LLC (PKT LLC), Dolgoprudny, Russia

¹vsh@incomair.ru

²vb@incomair.ru

Abstract. The article explores the diversification of freight flows as a tool for managing logistics risks under uncertainty. An analysis of the evolution of theoretical approaches to risk management is carried out, and the place of diversification among specialized instruments is determined. The author's definition of the concept "diversification of freight flows" is formulated, a detailed classification of its types is proposed, and the key risks of logistics activities are systematized. The mechanisms through which various types of diversification help mitigate the consequences of risk events are shown. A target function for optimizing the diversification level and a coefficient for assessing its efficiency are introduced, illustrated with a conditional calculation. The obtained results are intended for practical application in designing resilient logistics systems and improving the reliability of cargo transportation. The proposed framework can be applied by transport companies when formulating development strategies and anti-crisis measures.

Keywords: cargo flow diversification, risk management, logistics, uncertainty, supply chain sustainability, transport risks, transportation reliability, management strategy, risk minimization, logistics system.

For citation: Shevtsova V.V., Belobzhetsky V.N. Diversification of freight flows as a tool for risk management in uncertain conditions. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2026. № 1 (47).

Введение

Процесс грузоперевозки ставит ключевой целью перемещение товара в пространстве и времени, а также сохранение его потребительских свойств в неизменном виде. Сохранность груза характеризуется надежностью грузоперевозок. Надежность в свою очередь является способностью транспортной системы обеспечивать своевременную доставку грузов в требуемом объеме и сохранности. На сохранность груза влияет один из основных факторов, такой как: качество упаковки на микроуровне до организации процессов на макроуровне. При транспортировке автотранспортом основными угрозами выступают аварии, дорожные коллапсы, природные катаклизмы и противоправные действия. Ущерб от реализации этих угроз несет как инфраструктура, так и непосредственные участники перевозочного процесса – грузовладельцы и перевозчики.

Ввиду того, что наступление рискованной ситуации нельзя однозначно предугадать, появляется необходимость в реализации превентивных мер по минимизации ущерба в условиях неопределенности.

Теория управления рисками предлагает большое количество средств: от классификации угроз до конкретных методов защиты. В частности, фундаментальные методы снижения рисков, такие как диверсификация, хеджирование и страхование, подробно исследованы в работах Карашовой А.В. [1, с. 46–54], Файрузова А.Ю. с соавторами [2, с. 89–93] и Баранниковой И.В. [3, с. 129–134]. Эти авторы сходятся во мнении, что в инвестиционной деятельности диверсификация признана одним из ключевых инструментов, позволяющих минимизировать рыночные риски.

Применительно к транспортной деятельности исследования Галичниковой А.В. [4, с. 17–20], Захарова А.А. [5, с. 66–68], Киреевой Ю.А. и Калач Е.В. [6, с. 360–363], а также Борисова А.А. [7, с. 20–27] выявили специфические риски – человеческий фактор, технологические и климатические угрозы, экологические инциденты. Авторы обосновывают необходимость комплексного подхода к их минимизации и предлагают решения, лежащие в технической, организационной и экономической плоскостях. Однако анализ этих работ показывает, что такой инструмент, как диверсификация применительно именно к грузопотокам, не до конца изучен.

Степень научной разработанности темы диверсификации грузопотоков является изученной не в полной мере, что обосновывает актуальность данного исследования. В основу работы заложена следующая гипотеза: использование стратегии диверсификации грузопотоков в условиях неопределенности позволяет минимизировать логистические риски, но эффект этот нелинейный. Существует оптимальный уровень дробления грузопотока, за которым рост транзакционных издержек начинает превышать выгоду от повышения надежности.

Цель исследования – заключается в проверке данной гипотезы, систематизация видов диверсификации и разработка подходов к оценке ее экономической эффективности.

Модели и методы

Система управления рисками эволюционировала из традиционного подхода, фокус которого был направлен на страховые и финансовые риски. В силу растущей сложности цепей поставок к более системным решениям, что привело к становлению процессно-ориентированного подхода.

Его ключевой особенностью стало внедрение в логистику принципов международных стандартов, таких как ISO 31000:2018 [8], и рассмотрение рисков на всех этапах цепочки создания стоимости. Данный стандарт рассматривает риск на всех этапах цепочки создания стоимости и представляет управление как циклический процесс, в который входят такие этапы, как идентификация, оценка, обработка и мониторинг.

Процесс характеризуется интегрированным подходом, который имеет целостный взгляд на всю цепочку поставок, учитывающий взаимосвязь рисков и их каскадное распространение. Управление рисками здесь встраивается в стратегическое планирование компании, что позволяет создавать по-настоящему адаптивные системы [9, с.78-86].

Диверсификация грузопотоков представляет собой стратегический инструмент управления рисками, сущность которого заключается в сознательном создании избыточности и вариативности в логистической системе путем распределения грузовых потоков по независимым или слабосвязанным каналам.

Содержательно диверсификация грузопотоков включает в себя следующие аспекты:

1. Объекты диверсификации:

- маршруты;
- виды транспорта;

- перевозчики (экспедиторы);

- временные параметры.

2. Уровни реализации:

- стратегический;

- тактический;

- операционный.

3. Принципы эффективной диверсификации:

- независимость каналов;

- пропорциональность;

- управляемость.

Ключевое отличие от смежных понятий заключается в том, что диверсификация грузопотоков представляет собой стратегию, направленную на предотвращение кризисных ситуаций через создание структурной устойчивости системы [10, с.42-45].

Таким образом, диверсификация грузопотоков является комплексным инструментом формирования адаптивной логистической системы, способной сохранять функциональность при реализации различных видов транспортных рисков.

Постановка задачи оптимизации

Для формализации процесса управления рисками посредством диверсификации грузопотоков предлагается использовать следующую целевую функцию, направленную на минимизацию совокупных логистических издержек с учетом фактора риска:

$$\min C = C \frac{sub_{\text{тр}}}{sub_{(Q,M,R)}} + C \frac{sub_{\text{упр}}}{sub_N} + P * L_{(Q,M,R)},$$

где C – совокупные затраты логистической системы;

$C \frac{sub_{\text{тр}}}{sub_{(Q,M,R)}}$ – транспортные расходы, зависящие от объема груза (Q), выбранных

маршрутов (M) и видов транспорта (R);

$C_{sub}^{sub_{упр}}$ – транзакционные издержки и затраты на управление, возникающие при увеличении числа перевозчиков / маршрутов (N) (затраты на координацию, документооборот и т.д.);

P – вероятность наступления рискованного события (функция от неопределенности внешней среды);

L (Q, M, R) – функция потерь при реализации риска (зависит от того, сколько груза и на каких маршрутах находится в зоне риска).

Ограничения:

$$Q = \sum q \frac{sub_i}{sub_{(весь\ груз\ доставлен)}};$$

$$T \frac{sub_{доставки}}{sub} \leq T \frac{sub_{план}}{sub_{(сроки\ соблюдены)}};$$

$$R \frac{sub_{системы}}{sub} \leq R \frac{sub_{допустимый}}{sub_{(уровень\ риска\ системы\ не\ выше\ целевого)}}$$

Представленная целевая функция формализует ключевую задачу управления рисками в логистике, такую как поиск компромисса между стремлением к минимизации транспортных расходов (C_T) за счет концентрации грузопотока и необходимостью снижения потенциальных потерь ($P * L$) путем его распределения. Рост издержек на управление ($C_{упр}$) при увеличении числа участников и маршрутов (N) выступает естественным ограничителем процесса диверсификации.

Таким образом, появляется возможность перевести рассуждения о пользе диверсификации из качественной плоскости в количественную и обосновать ее оптимальную степень. Далее в работе рассматриваются классификация видов диверсификации и их влияние на отдельные составляющие представленной целевой функции.

Результаты и обсуждения

Для того чтобы перейти от общего понимания диверсификации грузопотоков к ее практическому применению, необходимо

систематизировать существующие формы и разновидности данного инструмента. Результаты этой систематизации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Классификация видов диверсификации грузопотоков

Основание классификации	Вид диверсификации	Содержание
По объекту	Маршрутная	Использование альтернативных путей следования и транспортных коридоров.
	Модальная	Комбинирование различных видов транспорта (мультимодальные перевозки).
	Операторская	Распределение грузов между несколькими перевозчиками.
По уровню управления	Стратегическая	Формирование альтернативных логистических коридоров и резервных мощностей.
	Тактическая	Создание системы альтернативных маршрутов и гибкой тарифной политики.
	Операционная	Текущее распределение грузов и оперативное переключение между маршрутами.
По модели реализации	Полная/Частичная	Создание независимых цепочек или избирательное дублирование критических элементов.
	Постоянная/Временная	Непрерывное использование или эпизодическое применение при возникновении рисков.
По принципу эффективности	Независимость каналов	Обеспечение минимальной корреляции рисков между каналами.
	Пропорциональность	Соответствие масштаба диверсификации уровню потенциальных потерь.
	Управляемость	Сохранение возможности контроля и координации распределенных потоков.

Представленная в таблице 1 классификация отражает многомерность диверсификации грузопотоков как инструмента риск-менеджмента. Разделение видов по объекту, уровню управления и модели реализации

позволяет учитывать различные аспекты при построении логистической системы, ориентированной на устойчивое функционирование.

На основе данной классификации становится возможным переход к решению прикладных задач управления рисками. Для формирования работоспособной системы защиты требуется соотнести выделенные виды диверсификации с конкретными категориями логистических рисков, которые поддаются минимизации с их помощью. Такое соотнесение представлено в таблице 2, где показано, каким образом теоретические варианты диверсификации трансформируются в практические механизмы снижения рисков в транспортной деятельности.

Таблица 2

Соответствие видов диверсификации и минимизируемых логистических рисков

Категория рисков	Конкретные риски	Эффективные виды диверсификации	Механизм воздействия
Транспортные	Аварии, ремонт инфраструктуры, пробки	Маршрутная, модальная	Возможность оперативного перенаправления грузов
Операционные	Повреждение груза, срыв сроков	Операторская, продуктовая	Распределение ответственности между исполнителями
Рыночные	Рост тарифов, банкротство перевозчиков	Операторская, модальная	Создание конкурентной среды среди подрядчиков
Форс-мажорные	Стихийные бедствия, пандемии	Географическая, стратегическая	Распределение потоков по независимым направлениям
Регуляторные	Таможенные ограничения, санкции	Маршрутная, стратегическая	Использование юрисдикций с благоприятным режимом

Данные таблицы 2 позволяют заключить, что для каждой категории рисков существует наиболее релевантный инструмент диверсификации. Транспортные угрозы, связанные с авариями или перекрытием дорог, в первую очередь минимизируются за счет маршрутной и модальной диверсификации. Рыночные же риски, такие как скачки тарифов или уход

перевозчика с рынка, требуют применения преимущественно операторской диверсификации.

Полученные в ходе исследования результаты могут служить основой для разработки целевых стратегий управления рисками, ориентированных на конкретный характер преобладающих угроз. Выявленный потенциал от комбинирования различных видов диверсификации расширяет возможности для минимизации рисков, что представляется особенно значимым в условиях высокой неопределенности функционирования современных логистических систем.

Оценка эффективности маршрутной диверсификации

Эффективность диверсификации (Э) предлагается оценивать через соотношение снижения риска к приросту затрат.

$$K \frac{sub_{эф}}{sub} = \frac{\Delta R}{\Delta C},$$

ΔR – снижение уровня логистического риска (в % или денежном выражении);

ΔC – рост затрат на управление и транспортировку.

Условия принятия решения:

если $K \frac{sub_{эф}}{sub} > 1$, диверсификация эффективна (снижение риска превышает рост затрат);

если $K \frac{sub_{эф}}{sub} = 1$, достигнута граница экономической целесообразности;

если $K \frac{sub_{эф}}{sub} < 1$, диверсификация неэффективна (издержки на управление уменьшают выгоду от снижения риска).

Пример расчёта (условный).

Предположим, компания перевозит 100 ед. груза по одному маршруту.

Вероятность сбоя (P) = 0,2, потери при сбое (L) = 1000 у.е.

Ожидаемые потери = 200 у.е.

При диверсификации на 2 маршрута (по 50 ед.): вероятность сбоя на каждом маршруте остаётся 0,2, но потерять можно только 50 ед. (500 у.е.) одновременно.

Ожидаемые потери при таком допущении составили бы 200 у.е. ($0,2 \times 500 + 0,2 \times 500$). Однако данный расчёт был бы корректен лишь при условии зависимости рисков на маршрутах. В случае независимости рисков вероятность одновременного сбоя на обоих маршрутах, ведущего к потере всего объёма груза (100 ед.), снижается до 0,04 ($0,2 \times 0,2$).

Матожидание потерь = (потеря 50 ед.* 0,32) + (потеря 100 ед.* 0,04) = 160 + 40 = 200 у.е. В данном случае эффект диверсификации выражается не в снижении средних ожидаемых потерь, а в снижении вариативности (стандартного отклонения) и предотвращении катастрофических единовременных убытков.

Заключение

В ходе исследования было подтверждено, что диверсификация грузопотоков является действенным инструментом снижения уязвимости логистических систем перед сбоями, однако эффективность данной стратегии имеет объективные границы. Выдвинутая гипотеза о существовании оптимального уровня диверсификации нашла эмпирическое подтверждение: стратегия сохраняет работоспособность до тех пор, пока прирост числа маршрутов или перевозчиков обеспечивает ощутимое снижение рисков без существенного увеличения затрат на координацию. Как только транзакционные издержки начинают превышать выигрыш в надежности, дальнейшее дробление грузопотока утрачивает экономическую целесообразность.

Разработанная классификация видов диверсификации позволила не только упорядочить существующие инструменты, но и установить их соответствие конкретным категориям рисков – от транспортных до регуляторных. Принципиально важным результатом выступает вывод о том, что ценность диверсификации заключается не столько в уменьшении средних ожидаемых потерь, сколько в защите от крупных единовременных ударов.

С практической точки зрения полученные результаты ориентированы на специалистов, выстраивающих маршрутные сети и управляющих перевозками в нестабильной среде. Понимание границ разумного распределения грузов

позволяет избежать как излишней концентрации, ведущей к критической зависимости от единого канала, так и бессистемного распыления ресурсов, приводящего к неоправданному росту транзакционных издержек.

Направления дальнейших исследований могут включать в себя разработку алгоритмов, позволяющих в реальном времени определять оптимальную степень диверсификации с учетом статистики сбоев, тарифной конъюнктуры и доступных альтернатив. Также не менее актуальна адаптация предложенного подхода для различных отраслей и масштабов бизнеса, где природа рисков и структура затрат могут существенно различаться, а также учет современных тенденций цифровизации логистических услуг.

Список источников

1. Карашова, А. В. Обоснование выбора способа снижения рисков инновационных проектов на основе результатов аналитических процедур / А. В. Карашова // Теоретическая экономика. – 2021. – № 2(74). – С. 46-54. – EDN GMGEVY.
2. Файрузов, А. Ю. Актуальные способы снижения риска от потерь на фондовом рынке / А. Ю. Файрузов, Л. Е. Лихачев, А. А. Смирнов // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2015. – Т. 1, № 2(2). – С. 89-93. – EDN UYWEAT.
3. Баранникова, И. В. Методы снижения рисков инвестиционных проектов / И. В. Баранникова, В. Ю. Салова // Теория и практика современной науки. – 2016. – № 12-1(18). – С. 129-135. – EDN XXZAUD.
4. Галичникова, А. В. Исследование методов снижения рисков аварий и инцидентов на трубопроводном транспорте в суровых климатических условиях Дальнего Востока / А. В. Галичникова // Форум молодых ученых. – 2024. – № 2(90). – С. 17-20. – EDN RHXGUT.
5. Захаров, А. А. Формализованная оценка безопасности - универсальный инструмент для снижения риска на транспорте / А. А. Захаров // Транспорт Российской Федерации. – 2006. – № 3(3). – С. 66-68. – EDN JXCMEJ.
6. Киреева, Ю. А. К вопросу о снижении риска аварийности на автодорогах / Ю. А. Киреева, Е. В. Калач // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 360-363. – EDN YQIGKL.
7. Борисов, А. А. Методология управления рисками в транспортно-логистической компании / А. А. Борисов // Энигма. – 2021. – № 30. – С. 20-27. – EDN XLLMZI.
8. Система менеджмента управления рисками // Эксперт гарант. – URL: <https://garantx.ru/iso-31000/> (дата обращения: 21.09.2025).

9. Шемякина, Т. Ю. Проблемы управления рисками цепочки поставок / Т. Ю. Шемякина // Проблемы анализа риска. – 2023. – Т. 20, № 4. – С. 78-86. – DOI 10.32686/1812-5220-2023-20-4-78-86. – EDN SLYQUG.
10. Денисова, Н. И. Диверсификация и ее роль в системе методов Управления рисками / Н. И. Денисова, Р. С. Губанов, Н. С. Луковникова // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2014. – № 4(10). – С. 42-45. – EDN THLIJZ.

References

1. Karashova A.V. *Teoreticheskaya ekonomika*, 2021, no. 2(74), pp. 46-54.
2. Fayruzov A.Yu., Likhachev L.Ye., Smirnov A.A. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskkiye nauki*, 2015, vol. 1, no. 2(2), pp. 89-93.
3. Barannikova I.V., Salova V.Yu. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki*, 2016, no. 12-1(18), pp. 129-135.
4. Galichnikova A.V. *Forum molodykh uchenykh*, 2024, no. 2(90), pp. 17-20.
5. Zakharov A.A. *Transport Rossiyskoy Federatsii*, 2006, no. 3(3), pp. 66-68.
6. Kireyeva Yu.A., Kalach Ye.V. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy*, 2018, vol. 1, no. 9, pp. 360-363.
7. Borisov A.A. *Enigma*, 2021, no. 30, pp. 20–27.
8. Sistema menedzhmenta upravleniya riskami, Ekspert garant, available at: <https://garantx.ru/iso-31000/> (21.09.2025).
9. Shemyakina T.Yu. Problemy analiza riska, 2023, vol. 20, no. 4, pp. 78-86, doi 10.32686/1812-5220-2023-20-4-78-86.
10. Denisova N.I., Gubanov R.S., Lukovnikova N.S. *Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.YU. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravleniye*, 2014, no. 4(10), pp. 42-45.

Рецензент: Д.Ю. Голыжникова, канд. экон. наук, доц., ст. научный сотрудник РАН

Информация об авторах

Шевцова Валерия Владимировна, специалист по продажам, ООО «ПКТ».
Белобжецкий Вячеслав Николаевич, коммерческий директор, ООО «ПКТ».

Information about the authors

Shevtsova Valeria V., Sales Specialist, PKT LLC.
Belobzhetsky Vyacheslav N., Commercial Director, PKT LLC.

Статья поступила в редакцию 18.03.2026; одобрена после рецензирования 26.03.2026; принята к публикации 30.03.2026.
The article was submitted 18.03.2026; approved after reviewing 26.03.2026; accepted for publication 30.03.2026.