

<https://doi.org/10.21122/2227-1031-2026-25-2-154-166>

УДК 658

## Многокритериальная классификация модификаций цепей поставок в транспортно-логистической деятельности

Магистр П. Д. Капский<sup>1)</sup>, докт. техн. наук, проф. О. Н. Ларин<sup>2)</sup>,  
докт. экон. наук, проф. М. К. Жудро<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Белорусский национальный технический университет (Минск, Республика Беларусь),

<sup>2)</sup>Российский университет транспорта (Москва, Российская Федерация)

**Реферат.** Управление цепями поставок (SCM – Supply Chain Management) имеет свои особенности в зависимости от их вида, субъектов процесса, вовлеченных в цепочку, внешних и иных факторов. Особого внимания требует управление цепями поставок на транспорте из-за высокой степени мобильности, динамики, маршрутизации, необходимости синхронизации и мультимодальности, географических и геополитических факторов и, по сути, комплексности. Такой подход делает управление гибким адаптивным (Agile SCM – гибкая цепь поставок, или более динамичная разновидность управления, которая быстро реагирует на изменения спроса и внешних факторов, используя принципы гибкости, адаптивности и коротких итераций). В статье рассмотрены вопросы цифровизации и управления цепями поставок с учетом транспортно-логистической деятельности. Выделена уникальность управления цепями поставок на транспорте, показана связующая роль транспорта в цепях поставок разных видов, описаны их возможные субъекты. Разработана многокритериальная классификация модификаций транспортно-ориентированных цепей поставок на основе шести критериев («Географический охват», «Структурная сложность», «Уровень цифровизации», «Стратегия управления», «Вид транспорта», «Тип грузового потока»), включающая 20 типовых модификаций с детальной характеристикой их особенностей, преимуществ, недостатков и роли транспорта. Предложенная классификация – основа для разработки дифференцированных стратегий управления, направленных на повышение отказоустойчивости и эффективности цепей поставок. Новизна данного подхода заключается в систематизации цепей поставок, что позволяет проводить их комплексную диагностику, более точно идентифицировать риски и определять адекватные стратегии управления и цифровой трансформации для каждой конкретной модификации. Впервые уровень цифровизации выделен как самостоятельный критерий классификации, что отражает современные тренды цифровой трансформации отрасли. Показано, что цифровая трансформация является двуединым фактором: она повышает операционную эффективность и выступает ключевым инструментом обеспечения отказоустойчивости через сквозную прозрачность в реальном времени, предиктивный анализ рисков и гибкое переконфигурирование логистических процессов при сбоях.

**Ключевые слова:** управление цепями поставок, транспортно-логистическая деятельность, модификации цепей поставок, классификация цепей поставок, субъекты цепей поставок, цифровизация логистики, отказоустойчивость

**Для цитирования:** Капский, П. Д. Многокритериальная классификация модификаций цепей поставок в транспортно-логистической деятельности / П. Д. Капский, О. Н. Ларин, М. К. Жудро // *Наука и техника*. 2026. Т. 25, № 2. С. 154–166. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2026-25-2-154-166>

### Адрес для переписки

Жудро Михаил Кириллович  
Белорусский национальный технический университет  
ул. Я. Коласа, 12,  
220013, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.: +375 17 293-92-06  
eut\_atf@bntu.by

### Address for correspondence

Zhudro Mihail K.  
Belarusian National Technical University  
12, Ya. Kolasa str.,  
220013, Minsk, Republic of Belarus  
Tel.: +375 17 293-92-06  
eut\_atf@bntu.by

## Multi-Criteria Classification of Supply Chain Modifications in Transport and Logistics Activities

P. D. Kapski<sup>1)</sup>, O. N. Larin<sup>2)</sup>, M. K. Zhudro<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Belarusian National Technical University (Minsk, Republic of Belarus),

<sup>2)</sup>Russian University of Transport (Moscow, Russian Federation)

**Abstract.** Supply chain management (SCM) has its own characteristics depending on its type, the process entities involved in the chain, external and other factors. Supply chain management in transport requires special attention due to the high degree of mobility, dynamics, routing, the need for synchronization and multimodality, geographical and geopolitical factors and, in essence, complexity. This approach makes management flexible (Agile SCM is a flexible supply chain or a more dynamic type of management that quickly responds to changes in demand and external factors, using the principles of flexibility, adaptability and short iterations). The article examines issues of digitalization and supply chain management, taking into account transport and logistics activities. The uniqueness of supply chain management in transport is highlighted, the connecting role of transport in supply chains of different types is shown, and their possible subjects are described. A multi-criteria classification of modifications of transport-oriented supply chains has been developed based on six criteria (geographical coverage, structural complexity, level of digitalization, management strategy, mode of transport, type of freight flow), including 20 typical modifications with a detailed description of their features, advantages, disadvantages and the role of transport. The proposed classification is the basis for developing differentiated management strategies aimed at increasing the resilience and efficiency of supply chains. The novelty of this approach lies in the systematization of supply chains, which allows for their comprehensive diagnosis, more accurate identification of risks, and the determination of adequate management and digital transformation strategies for each specific modification. For the first time, the level of digitalization has been identified as an independent classification criterion, reflecting current trends in the digital transformation of the industry. Digital transformation is shown to be a two-pronged factor: it improves operational efficiency and acts as a key tool for ensuring resilience through end-to-end real-time visibility, predictive risk analysis, and flexible reconfiguration of logistics processes in the event of disruptions.

**Keywords:** supply chain management, transport and logistics activities, supply chain modifications, supply chain classification, supply chain participants, logistics digitalization, resilience

**For citation:** Kapski P. D., Larin O. N., Zhudro M. K. (2026) Multi-Criteria Classification of Supply Chain Modifications in Transport and Logistics Activities. *Science and Technique*. 25 (2), 154–166 (in Russian). <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2026-25-2-154-166>

### Введение

Управление цепями поставок (SCM – Supply Chain Management) имеет свои особенности в зависимости от их вида, субъектов процесса, вовлеченных в цепочку, внешних и иных факторов [1, с. 156]. Особого внимания требует управление цепями поставок (ЦП) на транспорте из-за высокой степени мобильности, динамики, маршрутизации, необходимости синхронизации и мультимодальности, географических и геополитических, порой непредсказуемых (например, глобальные кризисы, пандемии или блокады) факторов и, по сути, комплексности [2, с. 85]. Такой подход делает управление гибким (Agile SCM – гибкая цепь поставок, или более динамичная разновидность управления, которая быстро реагирует на изменения спроса и внешних факторов, используя принципы гибкости, адаптивности и коротких итераций).

Транспорт не является статичным элементом, а обеспечивает движение товаров в пространстве и времени, поэтому нужны специфические подходы. Уникальность SCM на транс-

порте также заключается в необходимости охвата полного цикла (от закупки сырья до доставки конечному потребителю с эффективным управлением логистическими и транспортными операциями, использованием ERP (Enterprise Resource Planning – система планирования ресурсов предприятия), TMS (Transportation Management System – система управления транспортом) и других цифровых систем, сокращающих операционные затраты и повышающих скорость операций), а также реализации всех уровней управления: стратегического (долгосрочное планирование маршрутов и партнеров), тактического (планирование ресурсов и запасов), операционного (ежедневное управление перевозками, мониторинг и контроль заказов) [3, с. 234].

Прозрачность и сквозная «отслеживаемость» всех этапов поставки, оперативный обмен информацией между всеми субъектами цепочки поставок достигаются с помощью блокчейн-технологий и различных систем анализа больших данных [1, с. 298; 4, с. 88]. Важную роль в SCM на транспорте играют специализирован-

ные цифровые технологии, такие как системы управления транспортом, которые в реальном времени оптимизируют перевозки, а также аналитика больших данных и технологии искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и минимизации рисков сбоев [3, с. 456].

Можно выделить следующие ключевые особенности SCM на транспорте [5, с. 44; 1, с. 178–189; 6, с. 27]:

- пространственную протяженность (транспортные операции охватывают значительные географические пространства, что усложняет координацию, контроль и повышает риски);

- высокую долю в издержках (транспортные расходы часто составляют самую значительную часть логистических издержек, что делает оптимизацию транспортных процессов критически важной);

- зависимость от инфраструктуры (эффективность транспортной составляющей SCM напрямую зависит от состояния и пропускной способности дорог, портов, терминалов и пограничных переходов);

- мультимодальность (современные ЦП часто требуют использования нескольких видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, морского, воздушного), что порождает сложные задачи по их интеграции и координации).

Таким образом, уникальность управления цепями поставок на транспорте состоит в интегрированном системном подходе к планированию, исполнению и контролю всех этапов поставок с учетом специфики транспортных процессов с максимальной автоматизацией, прозрачностью и оптимизацией затрат, что значительно повышает конкурентоспособность бизнеса [4, с. 95].

Уникальность SCM на транспорте также заключается в том, что транспорт является не просто одним из звеньев, а системообразующим элементом, который физически связывает всех субъектов цепи и обеспечивает непрерывность материального потока. Можно выделить следующие факторы, определяющие уникальность SCM на транспорте [5, с. 45–46; 1, с. 201–215; 6, с. 28; 7, с. 4]:

1) пространственную интеграцию (транспорт физически соединяет все субъекты цепи, географически удаленные друг от друга, от поставщика сырья до конечного потребителя, преодолевая пространство и делая возможным глобальное разделение труда);

2) временную координацию (эффективность всей цепи поставок критически зависит от свое-

временности доставки; транспорт напрямую влияет на такие показатели, как время выполнения заказа (lead time), уровень запасов (в том числе «запасов в пути») и возможность работы по «бережливый» концепциям (Just-in-Time));

3) многообразие субъектов и мультидисциплинарность процессов (транспортный этап включает множество разнородных субъектов и операций: перевозчиков разных видов транспорта, экспедиторов, терминалы, порты, таможенные органы, страховые компании; управление этим комплексом требует высочайшего уровня координации);

4) высокую зависимость от внешней среды (транспортная деятельность подвержена влиянию множества внешних факторов: состояние инфраструктуры, погодные условия, геополитическая обстановка, таможенное и транспортное законодательство, что делает SCM на транспорте особенно уязвимым и требует повышенного внимания к вопросам отказоустойчивости).

Требуются смещение фокуса с инфраструктурных и операционных вопросов на стратегический уровень управления отказоустойчивостью цепей поставок, систематизация влияния глобальных трендов (пандемия, санкции, фрагментация экономики) на национальные и корпоративные стратегии в области SCM, разработка новых подходов к классификации и моделированию цепей поставок, учитывающих не только их структуру, но и уровень цифровизации и стратегию устойчивости.

### **Ключевые субъекты транспортно-ориентированной цепи поставок**

Уникальность управления транспортными цепями поставок обусловлена необходимостью управления сложными, географически распределенными, капиталоемкими и инфраструктурно зависимыми системами в условиях высокой неопределенности [1, с. 267; 2, с. 92; 9, с. 145] (табл. 1).

Именно поэтому транспорт является не просто услугой, а сквозным бизнес-процессом, пронизывающим всю цепь поставок и обеспечивающим непрерывность материального потока. Связующая роль транспорта заключается в том, что он трансформирует дискретный набор поставщиков, производителей и потребителей в единую технологическую цепь [1, с. 189; 2, с. 88; 4, с. 91; 5, с. 46]. Он обеспечивает физическую реализацию концепций «точно в срок», минимизацию запасов и быструю реакцию на изменение спроса.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики производственных и транспортных цепей поставок**  
**Comparative characteristics of production and transport supply chains**

Критерий сравнения	Производственная ЦП	Транспортная ЦП
Ключевой объект управления	Запасы, производственные мощности, производственные циклы	Транспортные средства (активы), пропускная способность инфраструктуры, грузопотоки
Основная цель оптимизации	Минимизация запасов и издержек хранения, повышение оборачиваемости капитала	Максимизация утилизации активов (пробег с грузом), минимизация простоев, оптимизация маршрутов
Пространственный фактор	Активы преимущественно статичны (заводы, склады)	Активы мобильны и рассредоточены на больших территориях. Ключевая задача – управление в пространстве
Зависимость от внешней среды	Зависимость от поставщиков сырья и спроса на продукцию	Критическая зависимость от состояния физической инфраструктуры, погодных условий, регуляторных барьеров (таможня)
Основной риск	Сбой в поставке сырья, поломка оборудования, падение спроса	Закрывание транспортных коридоров, задержки на границах, повреждение инфраструктуры, волатильность цен на топливо

*Примечание.* Источник: разработано авторами на основе [1; 2; 9].

Для глубокого понимания SCM необходимо четко определить роли всех субъектов. Цепь поставок представляет собой сложную сеть субъектов. Эффективное управление ими требует четкого понимания ролей и интересов всех субъектов экосистемы. По результатам анализа научных публикаций [1; 3; 9; 10; 11] и практи-

ческого опыта разработана структурированная классификация субъектов транспортно-ориентированной цепи поставок, представленная в табл. 2, которая систематизирует участников по пяти ключевым категориям, определяя их роль, функции и взаимодействия.

Таблица 2

**Классификация субъектов транспортно-ориентированной цепи поставок**  
**Classification of entities in a transport-oriented supply**

Категория	Субъект	Ключевая роль в цепи поставок	Основные функции и операции	Основной интерес / цель оптимизации	Ключевые взаимодействия (с кем?)
1	2	3	4	5	6
I. Владельцы грузопотока (грузовладельцы)	Поставщики (сырья, материалов)	Инициирование материального потока, обеспечение производства ресурсами	Производство и отгрузка сырья/компонентов. Управление запасами. Оформление отгрузочных документов	Своевременное выполнение заказов. Минимизация издержек на хранение и доставку	Производители, транспортные компании, экспедиторы
	Производители	Преобразование сырья в готовую продукцию, формирование товарных партий	Заказ сырья и материалов. Производственный цикл. Упаковка, маркировка. Заказ транспорта для отправки продукции	Минимизация производственных издержек. Повышение оборачиваемости капитала. Бесперебойность поставок	Поставщики, дистрибьюторы, логистические провайдеры
	Дистрибьюторы/оптовые компании	Консолидация крупных партий товаров и их распределение по каналам сбыта	Складирование и хранение. Разукрупнение партий. Управление запасами на региональных складах. Организация доставки ритейлерам	Оптимизация складских мощностей. Высокая скорость оборачиваемости запасов. Эффективность «последней мили»	Производители, ритейлеры, перевозчики, складские операторы
	Розничные сети (ритейлеры) и E-commerce	Обеспечение доступности товара для конечного потребителя	Заказ товаров у дистрибьюторов/производителей. Управление ассортиментом. Организация доставки в магазины или напрямую клиенту	Минимизация товарных остатков. Быстрая реакция на изменение спроса. Снижение затрат на логистику	Дистрибьюторы, 3PL-провайдеры, службы доставки
	Конечные потребители (B2B/B2C)	Конечное звено цепи, формирующее спрос	Покупка товара. В случае B2B: приемка и интеграция в свой производственный процесс	Получение товара в срок. Низкая стоимость. Высокое качество товара и сервиса	Розничные сети, E-commerce платформы

1	2	3	4	5	6
2. Провайдеры логистических услуг и посредники (LSP – Logistics Service Provider)	Транспортные компании (перевозчики)	Физическое перемещение грузов из точки А в точку Б	Предоставление транспортных средств. Обеспечение сохранности груза в пути. Планирование маршрутов	Максимальная утилизация активов. Минимизация простоев и порожних пробегов. Снижение расхода топлива	Грузовладельцы, экспедиторы, терминалы, порты
	Экспедиторы (в том числе цифровые)	Организация и документальное сопровождение процесса перевозки	Фрахтование транспорта. Консолидация грузов. Оформление перевозочных документов. Взаимодействие с таможенной	Построение оптимального маршрута. Минимизация рисков для грузовладельца	Грузовладельцы, перевозчики, таможенные брокеры, склады
	3PL/4PL – провайдеры	Комплексный аутсорсинг логистических функций (3PL) или управление всей цепью поставок (4PL)	Управление запасами, складирование. Транспортировка. Таможенное оформление. Информационная поддержка, трекинг	Повышение эффективности всей цепи поставок клиента. Снижение общих логистических издержек	Грузовладельцы, перевозчики, складские операторы, IT-компании
3. Владельцы и операторы инфраструктуры	Складские операторы и терминалы	Обеспечение хранения, обработки и перевалки грузов в узловых точках цепи	Погрузочно-разгрузочные работы. Ответственное хранение. Обработка грузов. Обеспечение пропускной способности	Максимальное использование складских/терминальных мощностей. Минимизация времени обработки груза	Перевозчики, экспедиторы, грузовладельцы
	Владельцы инфраструктуры	Предоставление физической среды для перемещения грузов	Содержание и развитие инфраструктуры. Обеспечение доступа к инфраструктуре	Пропускная способность. Безопасность движения. Долгосрочная рентабельность	Перевозчики, государство, терминальные операторы
4. Регуляторные и контролирурующие органы	Государственные и регулирующие органы	Установление правил, норм и осуществление контроля за их соблюдением	Таможенный, пограничный, фитосанитарный контроль. Лицензирование и сертификация. Сбор налогов, пошлин	Соблюдение законодательства. Защита национальных интересов и безопасности. Пополнение бюджета	Все субъекты цепи поставок, пересекающие границы
5. Обеспечивающие и вспомогательные структуры	Финансовые учреждения	Обеспечение финансовых потоков, расчетов и финансирования активов	Проведение платежей, аккредитивы. Кредитование, торговое финансирование. Лизинг	Управление финансовыми рисками. Скорость и безопасность транзакций	Грузовладельцы, перевозчики, экспедиторы
	Страховые компании	Управление и минимизация финансовых рисков, связанных с потерей или повреждением груза	Страхование грузов. Страхование ответственности перевозчика/экспедитора	Адекватная оценка рисков. Своевременное урегулирование страховых случаев	Грузовладельцы, перевозчики, экспедиторы
	IT-компании и цифровые платформы	Обеспечение информационных потоков, прозрачности и управляемости цепи	Разработка TMS, WMS, ERP систем. Предоставление платформ для электронного документооборота, трекинга	Интеграция систем субъектов. Точность и доступность данных в реальном времени	Все субъекты, стремящиеся к цифровизации процессов
	Сервисные и консалтинговые компании	Предоставление сопутствующих услуг и экспертной поддержки	Поставка топлива, тары, упаковки. Ремонт техники. Аналитика и консалтинг по оптимизации логистики	Качество предоставляемых услуг/данных. Построение долгосрочных партнерских отношений	Перевозчики, грузовладельцы, операторы инфраструктуры
<i>Примечание.</i> Источник: разработано авторами на основе [1; 3; 9; 10; 11].					

Как показано в табл. 2, современная цепь поставок – это сложная экосистема, где успех зависит не от одного звена, а от слаженного и эффективного взаимодействия всех субъектов, каждый из которых, особенно транспорт, выполняет свою уникальную роль и преследует свои цели.

### Связующая роль транспорта в цепях поставок разных видов

Как уже отмечалось, транспорт играет роль своеобразного «мостика» в SCM, соединяя разрозненные этапы и обеспечивая непрерывный поток товаров от поставщиков к конечным потребителям; без него цепочки разрываются, приводя к дефициту или избытку [5, с. 47]. В различных типах цепочек требования к транспорту варьируются (скорость, объем, условия), но в любой из них он рассматривается в качестве ключевого актива для оптимизации издержек (табл. 3) [1, с. 312–345; 3, с. 389–412; 2, с. 95; 6, с. 29].

Транспорт обеспечивает доставку сырья и готовой продукции потребителям. Кроме того, все субъекты ЦП активно взаимодействуют с

внешними акторами, в том числе с многочисленными стейкхолдерами (правительственными структурами, общественными объединениями и так далее), которые могут повлиять на ход и исход процессов в отдельных звеньях цепочки. ЦП функционируют как единая система со сложной динамикой, а сбои в работе любого звена цепочки могут стать причиной сбоев в других звеньях [2, с. 89].

Так как в последнее время возрастают частота и сила воздействий неблагоприятных внешних случайных факторов (экологических, экономических, геополитических, техногенных и так далее) на работу ЦП, многие субъекты ЦП изменяют стратегии закупок сырья и управления запасами [8, с. 5]. Использование популярной «бережливой» концепции поставок «точно в срок» (“Just in Time”) в стабильных условиях дает ощутимую экономию операционных затрат за счет минимизации запасов и числа поставщиков [9, с. 234; 10, с. 346]. В условиях торговых или карантинных ограничений, перекрытия ключевых транспортных артерий «бережливая» модель поставок создает риски дефицита и остановки производства.

Таблица 3

Роль транспорта в цепях поставок разных видов  
Role of transport in supply chains of different types

Вид транспорта	Роль в цепи поставок	Особенности и преимущества	Примечание
Автомобильный	Основной вид для доставки «от двери до двери»; гибкость	Высокая мобильность, возможность быстро реагировать на изменения спроса; короткие и средней дальности перевозки	Последний этап доставки; небольшие, срочные, в том числе сборные грузы
Железнодорожный	Массовые перевозки на дальние расстояния	Экономия на больших объемах, надежность, стабильность графика	Транспортировка сырья, больших партий товаров; тяжелые, сыпучие грузы
Воздушный	Скоростная доставка на большие расстояния срочных и ценных грузов	Минимальное время доставки; высокая стоимость перевозки	Доставка срочных, дорогостоящих и легких грузов
Морской	Перевозка больших объемов над континентальной водой	Низкая стоимость перевозки большого объема, длительное время доставки, высокая грузоподъемность	Международные перевозки сырья, готовой продукции
Речной	Перевозка грузов по внутренним водным путям	Эффективен для сыпучих грузов на небольшие и средние расстояния	Сезонность и ограниченность водных путей
Трубопроводный	Непрерывная транспортировка жидких и газообразных товаров	Высокая надежность и безопасность, минимальное влияние внешних факторов, автоматизация, непрерывность потока	Нефть, газ, химические продукты

*Примечание.* Источник: разработано авторами на основе [1; 2; 5; 6; 3].

Для эффективного реагирования на сбои деятельность субъектов ЦП должна быть прозрачной (visibility), гибкой (agility) и избыточной (redundancy) [1, с. 401; 7, с. 5; 8, с. 7]. Гибкость ЦП характеризуется как средство применения наиболее подходящих способов достижения отказоустойчивости ЦП [7, с. 6; 6, с. 29]. Субъекты ЦП должны быстро, в режиме реального времени, осуществлять реконфигурацию структуры звеньев и выполняемых ими функций (например, изменить маршрут перевозок), чтобы смягчать воздействия неблагоприятных факторов на бизнес и рынок [4, с. 97; 7, с. 6; 6, с. 29]. Гибкость относят к числу главных качеств, благодаря которому субъекты ЦП могут преодолевать вызовы и угрозы [9, с. 267; 10, с. 347]. Гибкое реагирование на сбои должно осуществляться в рамках, которые задаются стратегическими решениями по обеспечению отказоустойчивости ЦП [7, с. 6; 6, с. 29].

Систематизируя исследования ряда ученых [1, с. 445–478; 6, с. 27–29; 12, с. 44; 14, с. 19], можно выделить следующие ключевые направления цифровизации и их влияние:

1) системы управления (TMS, WMS), которые являются первым шагом к цифровизации, позволяя автоматизировать базовые операции (прием заказов, планирование маршрутов, управление складом), сокращая ручной труд и количество ошибок;

2) технологии отслеживания и прозрачности (GPS/ГЛОНАСС, IoT, RFID), обеспечивающие видимость груза в реальном времени, что повышает безопасность, позволяет оперативно реагировать на сбои и улучшает планирование;

3) интеграционные платформы и экосистемы (цифровые экспедиторы, EDI, API), которые создают единое информационное пространство для всех субъектов цепи, упрощая обмен данными и документами, обеспечивая «бесшовную интеграцию»;

4) технологии анализа и прогнозирования (Big Data, искусственный интеллект, машинное обучение), позволяющие обрабатывать огромные массивы данных для оптимизации маршрутов, прогнозирования спроса, превентивного выявления проблем и снижения затрат (например, автоматизация бэк-офиса может снизить затраты до 40 %);

5) технологии безопасности и доверия (блокчейн), которые повышают прозрачность и безопасность транзакций, обеспечивают защиту данных и предотвращают мошенничество, что особенно важно в сложных международных цепях;

6) технологии автоматизации физических процессов (роботизация, дроны, беспилотный транспорт), направленные на полную автоматизацию складских и транспортных операций, что кардинально повышает скорость и снижает издержки.

Цифровизация в транспортной логистике трансформирует отрасль от простого перемещения грузов к управлению сложными, интегрированными и прозрачными информационно-материальными потоками, что является необходимым условием для повышения как эффективности, так и отказоустойчивости.

#### **Классификация модификаций цепей поставок в транспортно-логистической сфере**

Анализ существующей литературы [9, с. 89–112; 10, с. 346; 11, с. 145–167; 12, с. 43–45; 13, с. 234–289; 14, с. 18–20] показывает, что традиционные подходы к классификации цепей поставок обладают существенными ограничениями.

Во-первых, они основаны преимущественно на структурной сложности (число звеньев) или отраслевой принадлежности, что не позволяет в полной мере отразить современные вызовы управления транспортно-ориентированными цепями поставок.

Во-вторых, существующие классификации не учитывают того, как цифровизация меняет операционные модели, и не дают ответа на вопрос, какая стратегия управления (эффективность, гибкость или устойчивость) является для данной цепи ключевой.

В-третьих, отсутствует комплексный подход, учитывающий одновременно технологические (уровень цифровизации), операционные (вид транспорта, тип грузопотока), географические (охват) и стратегические (приоритеты управления) характеристики.

В-четвертых, недостаточно внимания уделяется специфике транспортно-ориентирован-

ных цепей поставок, где транспорт является не вспомогательным, а системообразующим элементом.

Современная транспортно-логистическая сфера характеризуется огромным разнообразием бизнес-моделей и операционных процессов. Для эффективного управления, анализа и оптимизации необходимо четко понимать, с каким типом цепи поставок мы имеем дело.

Для преодоления указанных ограничений авторами разработана многокритериальная классификация модификаций транспортно-ориентированных цепей поставок. Научная новизна предложенного подхода заключается в:

1) комплексности; классификация одновременно учитывает шесть взаимосвязанных (ключевых) критериев (географический охват, структурная сложность, уровень цифровизации, стратегия управления, вид транспорта и тип грузового потока), что позволяет получить целостную характеристику любой цепи поставок;

2) ориентации на транспорт; в отличие от общих классификаций предложенная система специально разработана для транспортно-ориентированных цепей, где детально описана роль транспорта в каждой модификации;

3) учете цифровизации; впервые уровень цифровизации выделен как самостоятельный критерий классификации, что отражает современные тренды трансформации отрасли;

4) стратегической направленности; классификация учитывает не только структурные, но и стратегические аспекты управления (Lean, Agile, Resilient, Sustainable);

5) практической применимости; для каждой модификации определены преимущества, недостатки и типичные примеры, что делает классификацию инструментом для принятия управленческих решений.

Цепи поставок можно классифицировать по ряду ключевых критериев, которые определяют их операционную модель, масштаб, сложность и стратегические приоритеты, причем каждый критерий отражает фундаментальный аспект, влияющий на структуру и функционирование цепочки (табл. 4).

Табл. 5 является расширенной матрицей классификации. В ней каждый тип (модификация) цепи поставок подробно описывается в рамках вышеупомянутых критериев. Для каждой модификации определены ее ключевые характеристики, сильные и слабые стороны, специфическая роль транспорта и приведены наглядные примеры из реальной практики. Такой подход позволяет не просто идентифицировать тип ЦП, но и понимать его операционные и стратегические нюансы. Представленная ниже классификация систематизирует различные модификации ЦП на основе ключевых критериев, что позволяет комплексно охарактеризовать любую логистическую систему.

Таблица 4

#### Основные критерии для классификации цепей поставок

##### Key criteria for classifying supply chains

Критерий	Краткое описание
Географический охват	Определяет территориальный масштаб операций ЦП, от локального (внутригородского) до глобального (межконтинентального)
Структурная сложность	Характеризует количество субъектов и сложность связей между ними – от простой линейной модели до разветвленной многоуровневой экосистемы
Уровень цифровизации	Показывает степень интеграции информационных технологий в процессы управления, обмена данными и принятия решений между субъектами
Стратегия управления	Определяет основной операционный приоритет, на который ориентирована ЦП: минимизация затрат (Lean), скорость реакции (Agile), надежность (Resilient) или экологичность (Sustainable)
Вид транспорта	Классифицирует ЦП по способу организации перевозки с использованием одного или нескольких видов транспорта
Тип грузового потока	Классифицирует ЦП в зависимости от физических характеристик, агрегатного состояния и специфических требований к перевозке основного товара
<i>Примечание.</i> Источник: разработано авторами.	

Классификация модификаций цепей поставок в транспортно-логистической сфере  
 Classification of supply chain modifications in the transport and logistics sector

Тип/модификация цепи поставок	Ключевые характеристики	Преимущества (сильные стороны)	Недостатки (слабые стороны / риски)	Роль транспорта	Типичные примеры
1	2	3	4	5	6
<b>1. ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОХВАТ</b>					
Локальная/городская	Операции в пределах одного города/агломерации. Фокус на «последней миле», высокая частота поставок	Быстрая доставка, низкие операционные затраты, гибкость	Ограниченный рынок; риски локальных сбоев (пробки, ограничения движения)	Преобладает автомобильный транспорт. Ключевые факторы – скорость и маневренность	Курьерская доставка из интернет-магазинов; развозка товаров по розничным сетям; доставка продуктов от фермы к магазину
Национальная	Товарообмен между регионами в пределах одной страны	Доступ к большому национальному рынку; возможность использования мульти-модальности (авто + ж/д)	Неравномерность развития инфраструктуры в регионах	Используются автомобильный и железнодорожный транспорт. Важна координация через региональные хабы	Перевозки между областными центрами; снабжение удаленных регионов страны; внутриреспубликанские перевозки в рамках ЕАЭС
Международная/глобальная	Пересечение двух и более государственных границ, сложная логистика дальних расстояний	Масштаб и разнообразие рынков; оптимизация затрат за счет глобального разделения труда	Высокие затраты (на 40 % + выше); сложные таможенные процедуры; высокие геополитические риски	Задействованы все виды транспорта (интермодальные перевозки). Ключевую роль играют морские порты и международные транспортные коридоры	Морские перевозки контейнеров из Азии в Европу; контейнерный поезд Китай – Европа; авиадоставка электроники
<b>2. СТРУКТУРНАЯ СЛОЖНОСТЬ</b>					
Простая (линейная)	Последовательная цепочка «поставщик → перевозчик → получатель» без ветвлений	Простота управления; низкие риски ошибок; прозрачность процесса	Низкая гибкость; уязвимость к сбоям в любом из звеньев (нет альтернатив)	Выполняет функцию прямой доставки «от двери до двери» по одному транспортному плечу	Прямая поставка оборудования с завода на стройплощадку; перевозка зерна с элеватора в порт
Сложная (сетевая)	Множество субъектов (поставщики, хабы, РЦ) и альтернативных маршрутов; разветвленная сеть потоков	Высокая устойчивость (быстрое восстановление при сбоях); оптимизация через мульти-модальность	Сложность координации; риски конфликтов между субъектами; недостаточная прозрачность	Является кровеносной системой сети, связывая множество узлов (хабы, РЦ) и обеспечивая разнонаправленные потоки	Система снабжения крупного ритейлера с центральными и региональными складами; логистика автопроизводства
Платформенная (экосистема)	Децентрализованное взаимодействие субъектов через единую цифровую платформу-агрегатор в реальном времени	Минимизация запасов; быстрая адаптация; высокая утилизация транспорта за счет динамического подбора заказов	Зависимость от интернет-связи и стабильности платформы; трудности с физической доставкой	Транспортные услуги заказываются и управляются через платформу по требованию, как такси	Uber Freight, цифровые экспедиторские платформы (Unicargo, Expedito.pro); онлайн-заказы с доставкой дронами

1	2	3	4	5	6
<b>3. УРОВЕНЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ</b>					
Традиционная (аналоговая)	Бумажный документооборот, коммуникации по телефону. Минимальная координация	Низкие начальные затраты (на 30 % + ниже); простота внедрения для малых операций	Низкая эффективность; высокие риски ошибок и задержек; процесс непрозрачен	Процесс слабо контролируется в реальном времени, отслеживание практически невозможно	Локальные перевозчики, работающие по разовым заявкам; ручная логистика на малых предприятиях
Цифровизованная	Используются отдельные IT-системы (TMS, WMS), GPS-мониторинг, но отсутствует сквозная интеграция	Повышается прозрачность на отдельных участках; улучшается планирование	«Разрывы» в данных между системами; неполная картина процесса; сложность интеграции	Возможен трекинг груза в определенных точках маршрута, улучшается контроль за автопарком	Большинство современных транспортных компаний, использующих системы управления транспортом и GPS-трекеры
Интеллектуальная (Data-driven)	Сквозная интеграция всех субъектов в единой цифровой среде. Использование IoT, Big Data, ИИ для предиктивной аналитики	Полная прозрачность (end-to-end visibility); оптимизация маршрутов в реальном времени; снижение рисков	Высокие инвестиции в технологии; зависимость от качества данных; риски кибербезопасности	Используются «цифровые двойники» для моделирования; происходит автоматизация принятия решений	Предиктивная аналитика времени прибытия (ETA); все субъекты работают в едином информационном пространстве
<b>4. СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ</b>					
Эффективная (Lean/бережливая)	Приоритет на минимизацию издержек и ресурсов; фокус на объеме и концепции «Just-in-Time»	Снижение расходов; высокая эффективность и масштабируемость в стабильных условиях	Низкая отзывчивость и устойчивость к сбоям; риск дефицита при резком росте спроса	Логистика нацелена на максимальную загрузку и строгое соблюдение графика для предотвращения накопления запасов	Цепочки поставок автопрома (докризисные); массовые перевозки нефти по трубопроводам
Отзывчивая (Agile/гибкая)	Фокус на максимальной скорости и гибкости реакции на изменения спроса	Быстрая реакция на запросы рынка; повышение удовлетворенности клиентов	Высокие затраты (на 40 % + выше); риски переизводства; сложность планирования	Применяются самые быстрые виды транспорта (авиа). Транспорт должен обеспечивать минимальные сроки доставки	Логистика индустрии моды (fashion); экспресс-доставка электроники к старту продаж
Отказоустойчивая (Resilient)	Сознательное включение элементов избыточности: резервные поставщики, альтернативные маршруты, страховые запасы	Высокая надежность и способность к быстрому восстановлению после сбоев	Повышенные затраты на содержание избыточных мощностей и запасов	Транспортная схема заранее включает альтернативные маршруты и виды транспорта. Надежность важнее цены	Постковидные стратегии; цепочки поставок критических материалов (медикаменты, комплектующие для ВПК)
Устойчивая (Sustainable)	Учет экологических и социальных факторов; ориентация на «зеленую» логистику	Снижение воздействия на окружающую среду; улучшение имиджа компании	Дополнительные затраты на «зеленые» технологии; сложность сертификации и контроля	Используются экологичные виды транспорта (электромобили, ж/д), оптимизируются маршруты для снижения выбросов CO <sub>2</sub>	«Зеленые» перевозки электромобилями; городская логистика с использованием «умных» светофоров
<b>5. ВИД ТРАНСПОРТА</b>					
Унимодальная	Используется только один вид транспорта на всем маршруте	Простота организации и оформления; низкие затраты на коротких расстояниях	Ограниченная гибкость; неэффективность на дальних расстояниях	Оптимизация сосредоточена на эффективности конкретного вида транспорта	Автомобильная доставка от склада до магазина; железнодорожная перевозка угля от шахты до станции

1	2	3	4	5	6
Мультимодальная	Используется несколько видов транспорта, но перевозка оформляется по разным договорам	Гибкость в выборе перевозчиков на каждом участке; возможность оптимизации затрат на каждом плече	Сложность в координации; «разрыв» ответственности на стыках	Ключевая сложность – организация бесшовной перевалки и передачи ответственности в транспортных узлах	Доставка груза (авто до порта → море → авто от порта до склада) с разными подрядчиками
Интермодальная	Используется несколько видов транспорта по единому перевозочному документу, часто в одной грузовой единице (контейнер)	Единая ответственность «от двери до двери»; высокая скорость и надежность перевалки	Меньшая гибкость в выборе перевозчиков; зависимость от одного оператора	Транспортная система основана на бесшовной перевалке стандартных грузовых единиц (контейнеров)	Контейнерные перевозки (авто – ж/д – море – авто) по одному коносаменту
<b>6. ТИП ГРУЗОВОГО ПОТОКА</b>					
Контейнерная/тарная	Основана на использовании стандартных TEU/FEU контейнеров и мультимодальности	Универсальность и стандартизация; высокая степень автоматизации перегрузки	Требует наличия специализированной инфраструктуры (терминалы, краны)	Транспортная система основана на глобальной сети контейнерных линий и терминалов	Морские линии, железнодорожные контейнерные сервисы, фидерные перевозки
Массовая (сыпучие, наливные)	Характеризуется использованием специализированного транспорта (танкеры, балкеры, цистерны)	Низкая стоимость перевозки на единицу продукции за счет больших объемов	Низкая гибкость; высокая зависимость от специализированной инфраструктуры	Оптимизация сосредоточена на пропускной способности спецтранспорта и терминалов	Перевозка зерна, угля, руды, нефти и нефтепродуктов
«Холодовая цепь»	Требует непрерывного поддержания строгого температурного режима на всех этапах	Позволяет доставлять скоропортящиеся товары на дальние расстояния	Высокие затраты на оборудование и электроэнергию; риск порчи всего груза при сбое	Ключевую роль играют системы мониторинга температуры и IT-интеграция для контроля	Перевозка продуктов питания, фармацевтических препаратов, вакцин
Проектная / негабаритная	Связана с уникальными, разовыми проектами по доставке крупногабаритных и тяжеловесных грузов	Возможность реализации уникальных инфраструктурных и промышленных проектов	Очень высокая сложность и стоимость; требует длительной подготовки и согласований	Требуется уникальное планирование, использование спецтранспорта (тралы, платформы)	Доставка турбин для электростанций, частей буровых установок, промышленного оборудования
<i>Примечание.</i> Источник: разработано авторами.					

Таким образом, разработана многокритериальная классификация модификаций транспортно-ориентированных цепей поставок, которая в отличие от существующих подходов, основанных преимущественно на структурной сложности или отраслевой принадлежности, комплексно учитывает шесть взаимосвязанных критериев: «Географический охват», «Структурная сложность», «Уровень цифровизации», «Стратегия управления», «Вид транспорта» и «Тип грузового потока». Классификация включает 20 типовых модификаций с детальной характеристикой их ключевых особенностей, преимуществ, недостатков, специфической роли транспорта и типичных примеров из практики.

Научная новизна заключается в том, что впервые уровень цифровизации выделен как самостоятельный критерий классификации цепей поставок; классификация специально разработана для транспортно-ориентированных цепей поставок, где транспорт рассматривается как системообразующий элемент; учитываются не только структурные и операционные, но и стратегические аспекты управления (эффективность, гибкость, отказоустойчивость, устойчивость); комплексный характер позволяет получить целостную многомерную характеристику любой цепи поставок.

На основе предложенной классификации могут быть разработаны дифференцированные

модели управления для каждого типа транспортно-ориентированных цепей поставок, направленные на повышение их отказоустойчивости и эффективности за счет целевого применения адекватных цифровых технологий и инструментов управления.

Научная новизна представленной в табл. 5 матрицы модификаций заключается в том, что она принципиально отличается от существующих аналогов (основанных преимущественно на линейной или структурной сложности) интеграцией технологических критериев. Различные модификации цепей поставок требуют разных подходов: для «бережливых» (Lean) цепей критичны технологии оптимизации затрат (TMS, WMS); для «гибких» (Agile) – технологии реального времени и предиктивной аналитики (IoT, Big Data, ИИ); для «отказоустойчивых» (Resilient) – технологии мониторинга рисков и быстрой реконфигурации. Во-первых, в классификацию введены параметры «Уровень цифровизации» и «Стратегия управления» (Agile/Resilient/Lean), что позволяет рассматривать цепь поставок не как статичную структуру, а как динамическую систему, адаптирующуюся к внешней среде. Во-вторых, предложенный подход позволяет перейти от универсальных моделей управления к дифференцированным. Идентификация конкретной модификации цепи поставок по данной матрице дает возможность управленцам выбрать наиболее подходящий набор инструментов: от простых учетных систем для локальных цепей до сложных цифровых двойников и предиктивной аналитики для глобальных отказоустойчивых сетей. Таким образом, разработанная классификация является методологической основой для проектирования архитектуры системы управления (Control Towers) в транспортной логистике.

Практическая значимость исследования состоит в том, что предложенная классификация является инструментом для стратегического анализа, позволяющим точно позиционировать объект исследования и выбирать оптимальные методы управления для каждого конкретного типа цепи поставок. Это создает основу для разработки конкретных рекомендаций по выбору стратегии управления и цифровых технологий в зависимости от типа цепи поставок, что позволяет повысить эффективность инвестиций в цифровизацию и управленческих решений.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены ключевые особенности транспортно-ориентированных цепей поставок: пространственная протяженность, высокая доля в издержках, зависимость от инфраструктуры и мультимодальность. Систематизированы субъекты транспортно-ориентированных цепей поставок по пяти категориям с определением их ключевых ролей, функций, интересов и взаимодействий.

2. Разработана многокритериальная классификация модификаций транспортно-ориентированных цепей поставок, которая в отличие от существующих подходов комплексно учитывает не только структурные, но и технологические, операционные и управленческие характеристики. Впервые уровень цифровизации выделен как самостоятельный критерий классификации, что отражает современные тренды цифровой трансформации отрасли. Показано, что цифровая трансформация является двуединым фактором: она повышает операционную эффективность и выступает ключевым инструментом обеспечения отказоустойчивости через сквозную прозрачность в реальном времени, предиктивный анализ рисков и гибкое переконфигурирование логистических процессов при сбоях. Новизна данного подхода заключается также в систематизации цепей поставок на основе шести ортогональных критериев, что позволяет проводить их комплексную диагностику, более точно идентифицировать риски и определять адекватные стратегии управления и цифровой трансформации для каждой конкретной модификации.

3. Предложенная классификация является инструментом для стратегического анализа и выбора оптимальных методов управления, позволяющим точно позиционировать объект исследования, выявлять специфические конфигурации цепей поставок, разрабатывать дифференцированные стратегии управления и осуществлять целевой выбор цифровых технологий, что повышает эффективность инвестиций в цифровизацию и обоснованность управленческих решений. Систематизация транспортно-ориентированных цепей поставок на основе комплекса критериев является основой для разработки дифференцированных моделей управления, направленных на повышение отказоустойчивости и эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bowersox, D. J. *Supply Chain Logistics Management* / D. J. Bowersox, D. J. Closs, M. B. Cooper. McGraw-Hill, 2013. 484 p.
2. Мочалин, С. М. Классификация цепей поставок с учетом факторов транспортной логистики / С. М. Мочалин, И. В. Мирошина // *International Journal of Advanced Studies*. 2024. Т. 14, № 2. С. 81–103. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2024-14-2-295>
3. Ballou, R. H. *Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain* / R. H. Ballou. 5<sup>th</sup> ed. Pearson/Prentice Hall Inc., New Jersey, 2004. 789 p.
4. Mentzer, J. T. Logistics Service Quality as a Segment-Customized Process / J. T. Mentzer, D. J. Flint, G. T. M. Hult // *Journal of Marketing*. 2001. Vol. 65, No 4. P. 82–104. <https://doi.org/10.1509/jmkg.65.4.82.18390>
5. Oliver, R. K. Supply-Chain Management: Logistics Catches up with Strategy / R. K. Oliver, M. D. Webber // *The Roots of Logistics* / eds.: P. Klaus, S. Müller. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. P. 183–194. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5_15)
6. Ларин, О. Н. Цифровая трансформация транспортно-логистической деятельности / О. Н. Ларин, Р. Б. Ивуть, П. Д. Капский // *Логистика*. 2024. № 4 (209). С. 26–30.
7. Ларин, О. Н. Модель состояний отказоустойчивой цепочки поставок / О. Н. Ларин, Д. В. Капский, П. Д. Капский // *Транспорт: наука, техника, управление*. 2024. № 9. С. 3–7. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2024-09-1>
8. *Leading the Future Supply Chain. 4 Keys to Creating a Competitive Advantage in Supply Chain*. Stamford, CT: Gartner, Inc., 2023. 12 p. URL: <https://www.gartner.com/en/insights/supply-chain>
9. Ивуть, Р. Б. *Логистика: учеб. пособие* / Р. Б. Ивуть. Минск: БНТУ, 2021. 462 с.
10. Лапковская, П. И. Исследование интеграции в цепях поставок транспортно-логистической организации / П. И. Лапковская, Ю. В. Казак // *Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международ. науч.-тех. конф., Тюмень, 13–14 апр. 2023 г.* / отв. ред. П. В. Евтин. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. С. 346–347.
11. Ковалев, М. М. *Транспортная логистика в Беларуси: состояние, перспективы: монография* / М. М. Ковалев, А. А. Королева, А. А. Дутина. Минск: Изд. центр БГУ, 2017. 327 с.
12. Головенчик, Г. Г. Цифровая международная логистика – драйвер цифровой глобализации и цифрового развития ЕАЭС / Г. Г. Головенчик, Е. Г. Господарик, А. А. Королева // *Вестник связи*. 2021. № 3. С. 43–47.
13. Шапиро, Дж. Моделирование цепи поставок / Дж. Шапиро; пер. с англ. под ред. В. С. Лукинского. СПб.: Питер, 2006. 720 с.
14. Королева, А. (2023). Трансформация белорусской транспортно-логистической системы в контексте глобальных трендов в развитии современной транспортной логистики / А. Королева // *German International Journal of Modern Science*. 2023. No 58. С. 18–22. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2024-09-1>

Поступила 02.12.2025  
Подписана в печать 16.02.2026  
Опубликована онлайн 31.03.2026

REFERENCES

1. Bowersox D. J., Closs D. J., Cooper M. B. (2013) *Supply Chain Logistics Management*. McGraw-Hill. 484.
2. Mochalin S. M., Miroshina I. V. (2024) Classification of Supply Chains Taking into Account Transport Logistics Factors. *International Journal of Advanced Studies*, 14 (2), 81–103. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2024-14-2-295>
3. Ballou R. H. (2004) *Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain*. 5<sup>th</sup> ed. Pearson/Prentice Hall Inc., New Jersey. 789.
4. Mentzer J. T., Flint D. J., Hul, G. T. M (2001) Logistics Service Quality as a Segment-Customized Process. *Journal of Marketing*, 65 (4), 82–104. <https://doi.org/10.1509/jmkg.65.4.82.18390>
5. Oliver R. K., Webber M. D. (1982) Supply-Chain Management: Logistics Catches up with Strategy. Klaus P., Müller S. (eds.) *The Roots of Logistics*. Springer, Berlin, Heidelberg, 183–194. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5_15)
6. Larin O. N., Ivu, R. B., Kapsky P. D. (2024) Digital Transformation of Transport and Logistics Activities. *Logistika [Logistics]*, (4), 26–30 (in Russian).
7. Larin O. N., Kapsky D. V., Kapsky P. D. (2024) State Model of a Resilient Supply Chain. *Transport: Nauka, Tekhnika, Upravlenie [Transport: Science, Technology, Management]*, (9), 3–7 (in Russian). <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2024-09-1>
8. *Leading the Future Supply Chain. 4 Keys to Creating a Competitive Advantage in Supply Chain*. Gartner, Inc. 2023. 12. Available at: <https://www.gartner.com/en/insights/supply-chain>
9. Ivut R. B. (2021). *Logistics*. Minsk, Belarusian National Technical University. 462 (in Russian).
10. Lapkovskaya P. I., Kazak Yu. V. (2023) A Study of Integration in Supply Chains of a Transport and Logistics Organization. *Transportnye i Transportno-Tekhnologicheskie Sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-tekh. konf., Tyumen', 13–14 apr. 2023 g.* [Transport and Transport Technological Systems: Proceedings of International Scientific and Practical Conference]. Tyumen, Industrial University of Tyumen, 346–347 (in Russian).
11. Kovalev M. M., Koroleva A. A., Dutina A. A. (2017) *Transport Logistics in Belarus: Status and Prospects*. Minsk, Publishing Center of Belarusian State University. 327 (in Russian).
12. Golovenchik G. G., Gospodarik E. G., Koroleva A. A. (2021) Digital International Logistics Is a Driver of Digital Globalization and Digital Development of the EAEU. *Vesnik Svyazi [Communication Bulletin]*, (3), 43–47 (in Russian).
13. Shapiro J. (2006) *Modeling the Supply Chain*. Cengage Learning. 608.
14. Koroleva A. (2023). Transformation of the Belarusian Transport and Logistics System in the Context of Global Trends in the Development of Modern Transport Logistics. *German International Journal of Modern Science*, (58), 18–22. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2024-09-1>

Received: 02.12.2025  
Accepted: 16.02.2026  
Published online: 31.03.2026