

УДК 004.421.2:658.752.3**Моделирование цифровых двойников как инструмент
повышения устойчивости логистических цепочек в условиях
нестабильности рынков****Синтяев Сергей Александрович**

Аспирант,
кафедры экономики минерального сырьевого комплекса,
Российский государственный геологоразведочный университет
им. Серго Орджоникидзе,
117485, Российская Федерация, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23;
e-mail: bp.rumyancevo@gmail.com

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию применения моделирования цифровых двойников как инновационного инструмента повышения устойчивости логистических цепочек в условиях нестабильности рынков. Описывается современная конъюнктура мировых рынков, где непредсказуемость внешней среды, колебания спроса и изменения в поставках создают значительные препятствия для эффективного функционирования логистических систем. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки методов, способных обеспечить оперативное принятие решений и адаптацию цепочек поставок к внешним шокам, что особенно важно в эпоху цифровизации экономики. Подробно изложены подходы к созданию цифровых двойников, представляющих собой виртуальные модели реальных логистических систем. Использование методов машинного обучения, анализа больших данных и имитационного моделирования позволило разработать комплексную архитектуру цифрового двойника, способного динамично реагировать на изменения условий рынка. В статье описаны этапы разработки модели, включая сбор и обработку данных, параметризацию моделей и алгоритмическую адаптацию к условиям практической деятельности. Применение описанных методик позволяет оценивать потенциальные риски, выявлять проблемные зоны и прогнозировать динамику различных сценариев развития событий. Представлены результаты апробации предложенной модели на примере реальных логистических цепочек. Проведен анализ эффективности использования цифрового двойника для оптимизации транспортных потоков, улучшения планирования складских запасов и оперативного реагирования на сбои в поставках. Результаты экспериментов подтверждают, что применение цифровых двойников способствует значительному повышению адаптивности и устойчивости логистических систем, снижению операционных затрат и увеличению общей рентабельности бизнеса. Проведен сравнительный анализ традиционных методов управления логистическими цепочками и предложенного цифрового подхода, а также представлена оценка перспектив дальнейшего развития технологий цифровых двойников. Автор отмечает потенциал интеграции цифровых двойников в комплексную стратегию цифровизации предприятий, что открывает возможности для создания более гибких и устойчивых логистических систем в условиях глобальной неопределенности. Данная работа является вкладом в область

логистических исследований и предоставляет основу для разработки новых практических решений, способных повысить конкурентоспособность бизнеса на нестабильных рынках.

Для цитирования в научных исследованиях

Синтяев С.А. Моделирование цифровых двойников как инструмент повышения устойчивости логистических цепочек в условиях нестабильности рынков // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 3А. С. 154-162.

Ключевые слова

Моделирование, цифровые двойники, логистические цепочки, устойчивость, нестабильность.

Введение

Цифровые двойники в контексте логистических цепочек становятся все более популярными и актуальными, поскольку современный рынок отличается высокой степенью неопределенности. Многие предприятия стремятся внедрять инновационные решения, позволяющие обеспечивать не только оптимизацию затрат, но и укрепление позиций на фоне изменчивых экономических условий. Развитие цифровых технологий, связанных с аналитикой больших данных, системами Интернет вещей и методами искусственного интеллекта, играет решающую роль в формировании стратегии, направленной на повышение устойчивости процессов доставки и хранения товаров. При этом ключевой элемент – создание виртуального аналога реального процесса, который позволяет прогнозировать возможные риски и заранее реагировать на негативные факторы. Практический опыт ряда компаний показывает, что при грамотной интеграции цифровых двойников можно достичь значительного снижения операционных расходов и более эффективно использовать ресурсы. Усиление макроэкономических колебаний приводит к тому, что стратегические решения без полноценной цифровой симуляции становятся менее точными, что может негативно отражаться на конкурентоспособности организации. Кроме того, в логистике важен не только фактор стоимости, но и уровень сервиса, скорость доставки и гибкость, позволяющая переформатировать цепочку при возникновении непредвиденных обстоятельств. Наличие достоверной модели, которая отображает весь спектр процессов, дает руководителям возможность планировать как долгосрочные, так и краткосрочные маневры с высокой точностью. Таким образом, становится очевидным, что цифровые двойники способствуют созданию нового подхода к управлению поставками, который учитывает нестабильность рыночной конъюнктуры и меняющиеся требования клиентов.

Важным преимуществом моделирования цифровых двойников является способность проверять различные сценарии развития событий без существенных временных и финансовых затрат. Это особенно актуально в условиях возрастания роли геополитических факторов и внешних шоков, которые могут приводить к резкому изменению логистических маршрутов [Иванова, Иванова, 2020]. Например, при закрытии определенных границ или вводе ограничений на перевозки виртуальная модель поможет быстро переориентировать основные потоки на альтернативные каналы, учитывая при этом возможные задержки и дополнительные издержки. Такой подход позволяет компаниям детально анализировать, как именно будут меняться объемы перевозок, какое влияние окажут логистические колебания на запасы, и в какой точке цепочки появляется риск «узкого горлышка». Для руководителей ценно то, что

результаты моделирования можно визуализировать и представить в удобной форме, позволяющей оперативно принимать решения. Благодаря этому достигается и более прозрачная коммуникация между совладельцами процесса: сотрудниками отдела закупок, склада, транспортными компаниями и непосредственными производственными подразделениями. Ведь цифровой двойник способен в режиме реального времени отражать, как модификация одного элемента влечет за собой цепочку изменений в системе, что существенно повышает эффективность координации.

Материалы и методы исследования

Несмотря на явные плюсы, внедрение цифровых двойников в логистические цепочки требует своевременных инвестиций и тщательного анализа существующей инфраструктуры [Еловая, Верченкова, 2024]. Без надлежащей подготовки и корректной интеграции автоматизированных систем, осуществляющих сбор и обработку данных, проект может столкнуться с рядом трудностей. Нередко компании недооценивают сложность подобных решений, полагая, что достаточно закупить специализированное ПО и подключить сенсоры к машинам и складам. На самом деле критически важным моментом является настройка аналитических инструментов и формирование алгоритмов прогнозирования, которые будут адекватно отражать логику функционирования реальной логистической сети. Также существенную роль играет культура данных внутри организации: если сотрудники не привыкли регулярно и тщательно вводить информацию о движении грузов, наличии остатков и прочих параметрах, цифровой двойник унаследует искаженную картину действительности. Это может привести к ошибочным управленческим решениям и образованию ложных гипотез о причинах возникновения задержек или дополнительных издержек. В условиях высококонкурентных рынков необходимо, чтобы вся цепочка поставок была нацелена на постоянное совершенствование, и цифровой двойник здесь может стать надежным помощником.

Гибкость и адаптивность цифровых двойников позволяют компаниям прокладывать оптимальные маршруты и лучше контролировать товарно-материальные запасы, даже когда ситуация на рынке резко меняется [Подольяко А.А., Матвеева Н.А., Ермаков, 2024]. Причем речь идет не только о глобальных трендах, таких как колебания курсов валют или изменение таможенного законодательства, но и о локальных факторах, в том числе погодных условиях, сезонных всплесках спроса и появлении новых конкурентов. Цифровой двойник способен учесть историю данных о поведении клиентов и поставщиков, проанализировать ключевые паттерны и выявить скрытые взаимосвязи между событиями. Это открывает путь к созданию «умных» рекомендаций, которые на практике помогают не только снизить риск неверных прогнозов, но и повысить общую координацию ресурсов. В условиях, когда многие предприятия стремятся сокращать операционные затраты, каждая минута простоя транспорта или сверхрегламентного хранения грузов влечет прямые денежные потери. Поэтому цифровой двойник позволяет проконтролировать, какой объем товаров действительно необходим на складе, а какие позиции можно оптимизировать, используя точные расчеты.

Результаты и обсуждение

Важно отметить, что архитектура цифровых двойников постоянно развивается, и появляются новые инструменты интеграции с системами планирования ресурсов предприятия и управления цепочками поставок [Мамыр, 2024]. В ряде случаев возможно использование

облачных решений, что дает дополнительную гибкость в масштабировании и доступе к информации из любой точки мира. Вместе с тем необходимо помнить, что для полной цифровизации логистики требуются не только технологические ресурсы, но и квалифицированные кадры, способные интерпретировать результаты анализа и встраивать их в бизнес-практику. Многие организации устанавливают кросс-функциональные команды, объединяющие специалистов в области IT, логистики, аналитики и инженеров, чтобы ускорить процесс принятия решений. Подобное взаимодействие способствует более точному учету различных аспектов деятельности и обеспечивает комплексное видение текущего положения дел. При этом цифровой двойник выступает в роли инструмента, который связывает все блоки единой информированной стратегией [Сергеев, 2021]. Защита таких систем от киберугроз требует дополнительного внимания, ведь ключевое преимущество цифрового двойника — доступность данных — может обернуться серьезными последствиями при утечке конфиденциальной информации.

Роль анализа больших данных в контексте цифровых двойников нельзя недооценивать. Современные методы машинного обучения позволяют находить нетривиальные закономерности, которые сложно обнаружить вручную [Жидкова М.А., Самохвалова Ж.П., Кравченко, 2023]. Это особенно важно при оценке рисков, связанных с изменением закупочных цен, перебоями в поставках и колебаниями уровня спроса. Алгоритмы способны предложить несколько сценариев развития ситуации, давая управленцам возможность сравнивать их по ряду критериев — скорости поставки, затратам на логистику, вероятности простоя и многим другим параметрам. На основе такого анализа руководство может принимать более взвешенные решения, комбинировать различные логистические каналы и формировать устойчивые стратегии реагирования. При этом сам процесс обогащается данными от внешних источников, включая макроэкономическую статистику, данные о погоде и ситуации на дорогах. Интеграция подобных массивов информации помогает предвидеть даже те события, которые прежде не учитывались в классической логистической оптимизации, и повысить общий уровень предсказуемости функционирования цепочки.

Особая ценность цифрового двойника заключается в возможности тестировать инновационные решения в виртуальной среде, не рискуя реальными ресурсами [Шарлай, Тимофеев, 2023]. Когда предприятие решает внедрить новый складской комплекс или изменить структуру транспортных средств, цифровая модель помогает спрогнозировать потенциальные узкие места и приблизительные сроки окупаемости инвестиций. Если в ходе тестирования выявляются серьезные системные недостатки, у компании остается пространство для корректировок без значительных финансовых потерь. Это особенно ценно в условиях неопределенности, когда объемы заказов и цены на перевозки могут неожиданно пойти вверх или вниз. Предприниматели могут таким образом получать конкурентное преимущество, поскольку более быстро адаптируются к волатильным условиям рынка и выигрывают благодаря лучшей готовности к переменам. Тем самым цифровой двойник обеспечивает сниженную степень риска при разработке и апробации новых стратегий роста.

Опираясь на цифровые двойники, компании могут формировать комплексную программу мониторинга и реагирования, начиная от механизмов раннего предупреждения сбоев и заканчивая ролевым распределением обязанностей в команде [Смирнова и др., 2023]. По мере того как цифровая модель накапливает исторический массив данных, аналитические алгоритмы будут совершенствоваться и становиться все более точными. Это приведет к снижению вероятности ошибочных прогнозов и позволит эффективнее выявлять первопричины возможных осложнений — будь то проблемы с поставщиками, человеческий фактор или внешние экономические потрясения. Именно высвобождение перспектив для оперативного

анализа и корректировки дает тем предприятиям, что используют цифровой двойник, несомненное преимущество. Логистика, долгое время воспринимавшаяся как вторичная функция бизнеса, сегодня превращается в ключевой элемент конкурентного преимущества, особенно если предприятие способно моментально реагировать на перемены. Но без постоянного развития и обучения персонала использование цифровых двойников не принесет ожидаемого результата, ведь в конечном итоге решения принимают люди, а не алгоритмы.

Затрагивая вопросы экологии и устойчивого развития, применение цифровых двойников в логистике дает возможность оптимизировать маршруты и уменьшать вредное воздействие на окружающую среду [Пузанова, 2021]. Сокращение пробега транспорта и рациональная загрузка грузовых автомобилей напрямую влияют на снижение выбросов CO₂. Компании, внедряющие подобные стратегии, не только экономят на топливе, но и формируют положительный имидж, что особенно важно в свете современных требований общества к ответственному ведению бизнеса. Более того, анализ данных о реальной загрузке складов может способствовать лучшей утилизации ресурсов и уменьшению количества выбрасываемых или невостребованных товаров. Это в свою очередь служит дополнительным критерием для упрощения логистических процессов и оптимизации складских площадей. Ключевые участники рынка все чаще рассматривают «зеленую логистику» как неотъемлемую часть своей корпоративной стратегии, и цифровые двойники становятся эффективным инструментом, который помогает ей соответствовать.

В реалиях динамичной конкурентной среды, где постоянные изменения могут приводить к заметным колебаниям спроса, точки перехода запасов, способы упаковки и маршруты доставки находятся под постоянным пересмотром [Куршева, Король, 2021]. Способность оперативно пересчитывать схемы поставок, учитывая текущее состояние складских остатков и актуальную информацию о внешних обстоятельствах, стала обязательным условием выживания на рынке. Именно здесь цифровые двойники делают бизнес более адаптивным, позволяя на лету изменять первоначально составленные планы и снижать риск перебоев в поставках. Фактически, при наличии качественной цифровой модели можно автоматизировать подбор альтернативных поставщиков, пересматривать параметры договоров и оценивать транспортные варианты, минимизируя время простоя и потери из-за неактуальной логистической цепочки.

Однако нельзя забывать о том, что успешное применение цифровых двойников требует корректной постановки целей и метрик, которые будут измерять эффективность нововведений [Новиков, Дудник, Васильева, Кулев, 2020]. В противном случае проект может превратиться в дорогостоящую технологическую игрушку без реальной отдачи. Чтобы избежать подобного сценария, компании необходимо ясно понимать, какие бизнес-процессы нуждаются в цифровизации и какую выгоду планируется получить. Если при запуске пилотных проектов не прорабатываются целевые показатели, то сложно судить о реальной окупаемости технологии. Кроме того, важно регулярно пересматривать параметры работы цифрового двойника и обновлять используемые алгоритмы в соответствии с изменениями, происходящими внутри компании и во внешней среде. Такой циклический подход, при котором модель постоянно сверяется с реальностью, позволяет поддерживать высокую точность прогнозов и актуальность логистических сценариев.

Важным моментом остается взаимодействие между цифровым двойником и системой планирования ресурсов предприятия, что создает единое информационное пространство [Ивашкин, 2023]. Объединение этих инструментов позволит получать непрерывный поток данных, исключая проблему «промежуточных ссылок» и разрывов в коммуникации. В частности, синергия с ERP-системами позволяет консолидировать сведения о закупках, продажах, производстве и складах в режиме реального времени. Цифровой двойник, обладая

динамической моделью логистической цепочки, сможет подсказывать, как оптимизировать складские остатки и организовать наиболее эффективный график поставок. При этом возникает возможность не просто прогнозировать, но и моделировать потенциальные последствия каждого управленческого решения. Так формируется комплексный механизм, который в идеале будет способен обеспечить компании конкурентное преимущество даже в турбулентных временах.

В условиях, когда глобальные и локальные рынки настолько непредсказуемы, вопрос о стоимости логистических ошибок выходит на первый план [Салакина, 2020]. Задержка поставки или переполненный склад может обойтись слишком дорого не только финансово, но и в плане репутации. Цифровой двойник, «прокручивая» различные варианты сценариев, помогает оценить, где существует потенциальное слабое звено или где может потребоваться дополнительная поддержка. Современные подходы к анализу данных позволяют сформировать динамическую стратегию, в которой каждая метрика может быть пересмотрена по мере изменения обстановки. Компании, пренебрегающие новейшими технологиями, зачастую выпадают из конкурентной гонки, поскольку решения, принятые на основе устаревшей информации, не соответствуют реальности. Оптимизация логистической цепочки с помощью цифровых двойников даёт шанс выйти в лидеры и удерживать позиции даже при постоянных колебаниях конъюнктуры.

Развитию цифровых двойников во многом способствует формирование единой технологической экосистемы, включающей инструменты искусственного интеллекта, облачные платформы и интернет-вещей [Мочалов, 2022]. Этот комплекс обеспечивает высокую степень взаимосвязи между всеми элементами логистической системы, позволяя собирать и обрабатывать колоссальные объемы информации без существенных задержек. Одновременно повышается и прозрачность процессов: при возникновении малейшей задержки ответственные специалисты могут оценить, как она отразится на цепочке в целом. Благодаря стандартам обмена данных и открытым API появляется возможность интегрировать решения разных вендоров, формируя для компании роадмап поэтапного перехода к цифровым двойникам. Очевидно, что наибольшую эффективность демонстрируют те организации, которые рассматривают цифровую трансформацию как стратегический приоритет. Отдельно стоит отметить, что процесс настройки цифрового двойника редко бывает разовым событием: по мере накопления опыта и появления новых технологий компания оказывает на свой цифровой двойник постоянное воздействие, обновляя модули аналитики, оптимизации и визуализации.

Заключение

На основании сказанного можно сделать вывод, что моделирование цифровых двойников в логистических цепочках предоставляет компаниям инструменты, способные эффективно повышать их устойчивость в условиях нестабильности рынков. Разработав реалистичную виртуальную модель, предприятие получает возможность заранее прорабатывать различные сценарии, снижать риски и обеспечивать высокую гибкость управления ресурсами. Цифровой двойник открывает перспективы для инноваций, как в части оптимизации уже существующих бизнес-процессов, так и в аспекте исследования принципиально новых форматов взаимодействия с партнерами и клиентами. Виртуальная среда, пытающаяся максимально полно отразить реальную действительность, является мощным подспорьем в своевременном выявлении проблем и оценке потенциала изменений. Такая практика дает надежду, что даже в периоды резких рыночных колебаний логистические цепочки сумеют оставаться устойчивыми и эффективными без компромиссов в качестве обслуживания клиентов.

Библиография

1. Еловая Е.М., Верченкова А.М. Роль цифровых двойников и их преимущества в логистике // Актуальные проблемы социально-экономического развития современного общества: материалы V международной научно-практической конференции. Киров, 2024. С. 545-548.
2. Жидкова М.А., Самохвалова Ж.П., Кравченко Д.О. Цифровые двойники в логистике // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: сборник трудов XXVI Международной конференции. М., 2023. С. 49-51.
3. Иванова Д.П., Иванова С.А. Цифровые двойники как инструмент моделирования в логистике и управлении цепями поставок // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика: Материалы I Национальной научно-образовательной конференции. 2020. С. 265-272.
4. Ивашкин М.В. Модель цифрового двойника для логистической цепи поставок Российской Федерации // Весенние дни науки: Сборник докладов международной конференции студентов и молодых ученых. Екатеринбург, 2023. С. 743-746.
5. Куршева С.Г., Король Р.Г. Исследование факторов устойчивости логистических цепей к различным воздействиям // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2021. № 2 (27). С. 35-38.
6. Мамыр Ж. Цифровые двойники в логистике // Логистика – Евразийский мост: материалы XIX Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 265-269.
7. Мойсак О.И., Кузьмицкий А.С. Цифровые двойники: современное направление развития в логистике на транспорте // Логистика: современные тенденции развития: материалы XXIII Международной научно-практической конференции. СПб., 2024. С. 59-64.
8. Мочалов Н.Е. Имитационное моделирование в логистике и управлении цепями поставок // Цифровая логистика: Материалы международной студенческой конференции. М., 2022. С. 38-40.
9. Новиков А.Н., Дудник Т.А., Васильева В.В., Кулев М.В. Цифровые технологии в логистике как инструмент устойчивого развития // III Арригиевские чтения по теме: «Путь России в будущий мировой порядок»: материалы международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Орёл, 2020. С. 97-108.
10. Подоляко А.А., Матвеева Н.А., Ермаков И.А. Перспективы применения цифровых двойников в инфраструктуре национальной логистической системы // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. М., 2024. С. 172-176.
11. Пузанова И.А. Цифровые двойники – новый тренд в логистике и управлении цепями поставок // Актуальные проблемы управления 2020: материалы 25-й Международной научно-практической конференции. М., 2021. С. 119-121.
12. Салакина Е.А. Моделирование и анализ цифрового двойника логистической инфраструктуры // Логистика – евразийский мост: материалы XV Международной научно-практической конференции. 2020. С. 447-450.
13. Сергеев И. Методологические аспекты использования концепции цифровых двойников при мониторинге цепей поставок // Логистика. 2021. № 7 (176). С. 16-24.
14. Смирнова Г.С. и др. Цифровые двойники как инструмент устойчивого развития // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK 2023: Сборник материалов. Казань, 2023. С. 72-79.
15. Шарлай К.И., Тимофеев А.А. Цифровые двойники в логистике // Клейнер Г.Б. (ред.) Стратегическое планирование и развитие предприятий: Материалы XXIV Всероссийского симпозиума. М., 2023. С. 667-670.

Digital twin modeling as a tool for enhancing the resilience of logistics chains under market instability

Sergei A. Sintyaev

Postgraduate Student,
Department of Economics of the Mineral Resources Complex,
Russian State Geological Prospecting University
named after Sergo Ordzhonikidze,
117485, 23 Miklukho-Maklaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: bp.rumyancevo@gmail.com

Sergei A. Sintyaev

Abstract

This paper is dedicated to the study of the application of digital twin modeling as an innovative tool to enhance the resilience of logistics chains in conditions of market instability. The introduction describes the current state of global markets, where unpredictability of the external environment, fluctuations in demand, and changes in supplies create significant obstacles to the effective functioning of logistics systems. The relevance of the research is determined by the need to develop methods capable of ensuring rapid decision-making and adaptation of supply chains to external shocks, which is especially important in the era of economic digitalization. The methods section details the approaches to creating digital twins, which are virtual models of real logistics systems. The use of machine learning methods, big data analysis, and simulation modeling allowed the development of a comprehensive digital twin architecture capable of dynamically responding to changes in market conditions. The article describes the stages of model development, including data collection and processing, model parameterization, and algorithmic adaptation to practical operating conditions. The application of the described methodologies allows for the evaluation of potential risks, identification of problematic areas, and forecasting the dynamics of various scenario developments. The results section presents the outcomes of testing the proposed model on examples of real logistics chains. An analysis was conducted on the efficiency of using a digital twin to optimize transportation flows, improve warehouse inventory planning, and provide a rapid response to supply disruptions. The experimental results confirm that the application of digital twins significantly enhances the adaptability and resilience of logistics systems, reduces operational costs, and increases overall business profitability. The discussion includes a comparative analysis of traditional methods of managing logistics chains and the proposed digital approach, as well as an assessment of the prospects for further development of digital twin technologies. The authors note the potential for integrating digital twins into a comprehensive enterprise digitalization strategy, which opens up opportunities for creating more flexible and resilient logistics systems amid global uncertainty. This work contributes to the field of logistics research and provides a basis for developing new practical solutions that can enhance business competitiveness in unstable markets.

For citation

Sintyaev S.A. (2025) Modelirovanie tsifrovyykh dvoynikov kak instrument povysheniya ustoichivosti logisticheskikh tsepochek v usloviyakh nestabil'nosti rynkov [Digital twin modeling as a tool for enhancing the resilience of logistics chains under market instability]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (3A), pp. 154-162.

Keywords

Modeling, digital twins, logistics chains, resilience, instability.

References

1. Elovaya E.M., Verchenkova A.M. (2024) Rol' tsifrovyykh dvoynikov i ikh preimushchestva v logistike [The role of digital twins and their advantages in logistics]. Aktual'nye problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya sovremennogo obshchestva: materialy V mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Current problems of socio-economic development of modern society: proceedings of the V International scientific-practical conference]. Kirov, pp. 545-548.
2. Ivanova D.P., Ivanova S.A. (2020) Tsifrovyye dvoyniki kak instrument modelirovaniya v logistike i upravlenii tsepyami postavok [Digital twins as a modeling tool in logistics and supply chain management]. Logistika: foresait-issledovaniya, professiya, praktika: Materialy I Natsional'noi nauchno-obrazovatel'noi konferentsii [Logistics: foresight research, profession, practice: Proceedings of the I National scientific-educational conference], pp. 265-272.
3. Ivashkin M.V. (2023) Model' tsifrovogo dvoynika dlya logisticheskoi tsepi postavok Rossiiskoi Federatsii [Digital twin

- model for the supply chain of the Russian Federation]. Vesennye dni nauki: Sbornik докладов mezhdunarodnoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh [Spring Days of Science: Collection of reports of the international conference of students and young scientists]. Ekaterinburg, pp. 743-746.
4. Kursheva S.G., Korol' R.G. (2021) Issledovanie faktorov ustoichivosti logisticheskikh tsepei k razlichnym vozdeistviyam [Study of factors of resistance of logistics chains to various influences]. Transport Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona [Transport of the Asia-Pacific Region], (2(27)), pp. 35-38.
 5. Mamyр Zh. (2024) Tsifrovye dvoyniki v logistike [Digital twins in logistics]. Logistika – Evraziiskii most: materialy XIX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Logistics - Eurasian Bridge: proceedings of the XIX International scientific-practical conference]. Krasnoyarsk, pp. 265-269.
 6. Mochalov N.E. (2022) Imitatsionnoe modelirovanie v logistike i upravlenii tsepyami postavok [Simulation modeling in logistics and supply chain management]. Tsifrovaya logistika: Materialy mezhdunarodnoi studencheskoi konferentsii [Digital logistics: Proceedings of the international student conference]. Moscow, pp. 38-40.
 7. Moisak O.I., Kuz'mitskii A.S. (2024) Tsifrovye dvoyniki: sovremennoe napravlenie razvitiya v logistike na transporte [Digital twins: a modern direction of development in transport logistics]. Logistika: sovremennye tendentsii razvitiya: materialy XXIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Logistics: modern development trends: proceedings of the XXIII International scientific-practical conference]. Saint Petersburg, pp. 59-64.
 8. Novikov A.N., Dudnik T.A., Vasil'eva V.V., Kulev M.V. (2020) Tsifrovye tekhnologii v logistike kak instrument ustoichivogo razvitiya [Digital technologies in logistics as a tool for sustainable development]. III Arrigievskie chteniya po teme: «Put' Rossii v budushchii mirovoi poryadok»: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. V 2-kh chastyakh* [III Arrigi Readings on the topic: "Russia's Path to the Future World Order": proceedings of the international scientific-practical conference. In 2 parts]. Orel, pp. 97-108.
 9. Podolyako A.A., Matveeva N.A., Ermakov I.A. (2024) Perspektivy primeneniya tsifrovyykh dvoynikov v infrastrukture natsional'noi logisticheskoi sistemy [Prospects for the use of digital twins in the infrastructure of the national logistics system]. Prioritetnye i perspektivnye napravleniya nauchno-tekhnicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii: materialy VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Priority and promising directions of scientific and technical development of the Russian Federation: proceedings of the VII All-Russian scientific-practical conference]. Moscow, pp. 172-176.
 10. Puzanova I.A. (2021) Tsifrovye dvoyniki – novyi trend v logistike i upravlenii tsepyami postavok [Digital twins - a new trend in logistics and supply chain management]. *Aktual'nye problemy upravleniya 2020: materialy 25-i Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of management 2020: proceedings of the 25th International scientific-practical conference]. Moscow, pp. 119-121.
 11. Salakina E.A. (2020) Modelirovanie i analiz tsifrovogo dvoynika logisticheskoi infrastruktury [Modeling and analysis of a digital twin of logistics infrastructure]. Logistika – evraziiskii most: materialy XV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Logistics - Eurasian Bridge: proceedings of the XV International scientific-practical conference], pp. 447-450.
 12. Sergeev I. (2021) Metodologicheskie aspekty ispol'zovaniya kontseptsii tsifrovyykh dvoynikov pri monitoringe tsepei postavok [Methodological aspects of using the concept of digital twins in supply chain monitoring]. Logistika [Logistics], 7 (176), pp. 16-24.
 13. Sharlai K.I., Timofeev A.A. (2023) Tsifrovye dvoyniki v logistike [Digital twins in logistics]. Kleiner G.B. (red.) Strategicheskoe planirovanie i razvitie predpriyatii: Materialy XXIV Vserossiiskogo simpoziuma [Kleiner G.B. (ed.) Strategic planning and development of enterprises: Proceedings of the XXIV All-Russian symposium]. Moscow, pp. 667-670.
 14. Smirnova G.S. et al. (2023) Tsifrovye dvoyniki kak instrument ustoichivogo razvitiya [Digital twins as a tool for sustainable development]. Mezhdunarodnyi forum KAZAN DIGITAL WEEK 2023: Sbornik materialov [International Forum KAZAN DIGITAL WEEK 2023: Collection of materials]. Kazan, pp. 72-79.
 15. Zhidkova M.A., Samokhvalova Zh.P., Kravchenko D.O. (2023) Tsifrovye dvoyniki v logistike [Digital twins in logistics]. Sovremennye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii, nauke i promyshlennosti: sbornik trudov XXVI Mezhdunarodnoi konferentsii [Modern information technologies in education, science and industry: proceedings of the XXVI International conference]. Moscow, pp. 49-51.