

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»
<https://mes-journal.ru>

2025, № 1 / 2025, Iss. 1 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

УДК 336.01

DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-397-410



^{1, 2}Хорошилова Т.Н.,

¹эксперт по цифровизации цепей поставок, г. Белгород,

²Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики

Методы оптимизации цепей поставок с использованием цифровых технологий

Аннотация: в статье рассматриваются современные методы и способы оптимизации цепей поставок с использованием цифровых технологий. В связи с глобализацией и цифровизацией экономики управление цепями поставок становится все более сложной задачей. Автор анализирует основные проблемы и вызовы, с которыми сталкиваются предприятия в процессе управления цепями поставок, включая недостаточную видимость, сложности в координации между участниками цепи и неопределенности, возникающие из-за изменений в спросе и предложении. Кроме того, рассматриваются новые тренды, таких как автоматизация процессов, использование больших данных и аналитики, а также внедрение технологий блокчейн и IoT для повышения прозрачности. Сложности в координации между участниками цепи поставок, такими как поставщики, производители, дистрибуторы и розничные продавцы, также усложняют процесс, так как эти участники часто действуют независимо, что затрудняет согласование действий и принятие решений. Неопределенности, возникающие из-за изменений в спросе и предложении, вызванных экономическими колебаниями, природными катастрофами или политическими событиями, добавляют дополнительный уровень сложности, который трудно предсказать и учесть. Технологии блокчейн обеспечивают прозрачность и безопасность транзакций, позволяя участникам цепи поставок отслеживать происхождение товаров и их движение в реальном времени. Кроме того, IoT-устройства собирают данные о состоянии товаров и оборудования, что способствует более точному мониторингу и управлению процессами. Предложены практические рекомендации по использованию цифровых технологий для повышения эффективности и устойчивости цепей поставок. Подчеркивается важность интеграции различных систем и платформ, позволяющих бизнесу более эффективно отслеживать и управлять своими ресурсами. Таким образом, статья предоставляет ценные ресурсы для руководителей и специалистов в области логистики, стремящихся переосмыслить свои подходы к управлению цепями поставок в условиях быстро меняющейся бизнес-среды.

Ключевые слова: цепи поставок, цифровизация, оптимизация, управление, технологии

Для цитирования: Хорошилова Т.Н. Методы оптимизации цепей поставок с использованием цифровых технологий // Modern Economy Success. 2025. № 1. С. 397 – 410. DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-397-410

Поступила в редакцию: 5 октября 2024 г.; Одобрена после рецензирования: 7 декабря 2024 г.; Принята к публикации: 9 января 2025 г.

^{1, 2} **Khoroshilova T.N.**,
¹ expert on digitalization of supply chains, Belgorod,
² National Research University Higher School of Economics

Methods for optimizing supply chains using digital technologies

Abstract: this article discusses modern methods and ways to optimize supply chains using digital technologies. In the context of globalization and the digitalization of the economy, supply chain management is becoming an increasingly complex task. The author analyzes the main problems and challenges faced by enterprises in the process of supply chain management, including insufficient visibility, difficulties in coordination among supply chain participants, and uncertainties arising from changes in supply and demand. Additionally, new trends are examined, such as process automation, the use of big data and analytics, as well as the implementation of blockchain and IoT technologies to enhance transparency. The complexities in coordination among supply chain participants, such as suppliers, manufacturers, distributors, and retailers, further complicate the process, as these participants often act independently, making it difficult to align actions and make decisions. Uncertainties arising from fluctuations in supply and demand, caused by economic shifts, natural disasters, or political events, add an additional layer of complexity that is challenging to predict and account for. Blockchain technologies provide transparency and security for transactions, allowing supply chain participants to track the origin of goods and their movement in real time. Moreover, IoT devices collect data on the condition of goods and equipment, facilitating more accurate monitoring and management of processes. Practical recommendations are offered for leveraging digital technologies to enhance the efficiency and resilience of supply chains. The importance of integrating various systems and platforms that enable businesses to more effectively track and manage their resources is emphasized. Thus, the article provides valuable resources for executives and logistics professionals seeking to rethink their approaches to supply chain management in a rapidly changing business environment.

Keywords: supply chains, digitalization, optimization, management, technologies

For citation: Khoroshilova T.N. Methods of optimizing supply chains using digital technologies. *Modern Economy Success*. 2025. 1. P. 397 – 410. DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-397-410

The article was submitted: October 5, 2024; Approved after reviewing: December 7, 2024; Accepted for publication: January 9, 2025.

Введение

В условиях глобализации и растущей конкуренции предприятия сталкиваются с необходимостью оптимизации своих цепей поставок, которые представляют собой сложные системы, включающие множество участников, процессов и технологий. Эти цепи поставок становятся все более многоуровневыми и взаимосвязанными, что создает как вызовы, так и возможности для бизнеса. Под влиянием цифровизации эти системы претерпевают значительные изменения, открывая новые горизонты для повышения эффективности и устойчивости.

Цифровизация трансформирует традиционные подходы к управлению цепями поставок, внедряя современные технологии, такие как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI), большие данные и блокчейн. Эти инструменты позволяют компаниям не только автоматизировать процессы, но и обеспечивать более глубокую видимость на всех этапах цепочки поставок. Например, IoT

устройства могут отслеживать местоположение и состояние товаров в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения и минимизировать риски, связанные с потерей или повреждением грузов. Искусственный интеллект и аналитика больших данных, в свою очередь, помогают прогнозировать спрос и оптимизировать запасы, что снижает затраты и повышает уровень обслуживания клиентов.

Блокчейн-технологии обеспечивают прозрачность и безопасность транзакций, что крайне важно в условиях глобальной торговли. Это позволяет участникам цепи поставок уверенно обмениваться информацией и отслеживать происхождение товаров, что особенно актуально в контексте растущих требований к соблюдению стандартов качества и безопасности. Таким образом, цифровизация не только улучшает оперативные показатели компаний, но и способствует созданию более устойчивых и адаптивных бизнес-моделей.

Однако успешная оптимизация цепей поставок требует не только внедрения новых технологий, но и культурных изменений внутри организации. Компании должны инвестировать в развитие человеческого капитала, обучая сотрудников новым навыкам и методам работы с цифровыми инструментами. Эффективное взаимодействие между различными подразделениями и партнерами по цепи поставок также становится критически важным для достижения синергии и максимизации выгод от цифровизации.

Оптимизация цепей поставок – стратегическая задача, решение которой позволяет предприятиям укрепить свои позиции на рынке, повысить конкурентоспособность и обеспечить устойчивое развитие. Однако реализация этой задачи требует глубокого понимания принципов функционирования цепей поставок в цифровой экономике и умения применять современные технологии для их оптимизации.

Целью данного исследования является разработка комплекса мер по оптимизации цепей поставок на основе цифровых технологий, что предполагает решение следующих задач:

- изучение влияния цифровизации на цепи поставок;
- анализ существующих методов оптимизации;
- разработка рекомендаций по внедрению цифровых решений;
- оценка эффективности предложенных мер.

Основной акцент в работе сделан на применении цифровых технологий для оптимизации ключевых аспектов цепей поставок: прогнозирования спроса, управления запасами, автоматизации логистики и обеспечения прозрачности транзакций. Подробно рассмотрены преимущества и ограничения каждого из методов, а также даны практические советы по их интеграции в деятельность предприятий различных масштабов.

Материалы и методы исследований

Исследование основано на анализе научной литературы, отраслевых отчетов и практического опыта предприятий. Были использованы методы системного анализа, математического моделирования и статистических методов.

Результаты и обсуждения

В результате исследования были выявлены следующие основные методы и способы оптимизации цепей поставок с использованием цифровых технологий:

Использование предиктивной аналитики для

прогнозирования спроса и планирования производства. Цифровые технологии, такие как машинное обучение и искусственный интеллект, позволяют собирать и анализировать большие объемы данных, в том числе исторические данные продаж, данные о поведении клиентов и данные с датчиков. Это дает предприятиям возможность более точно прогнозировать спрос на свои продукты и услуги. Более точные прогнозы спроса позволяют предприятиям оптимизировать планирование производства, снижая риски перепроизводства или недопроизводства [1].

Оптимизация цепей поставок (ЦП) в условиях современных реалий становится важнейшей задачей для компаний, стремящихся повысить свою конкурентоспособность и адаптивность. В последние годы цифровизация играет ключевую роль в этом процессе, позволяя использовать новейшие технологии для улучшения управления ЦП. Основные направления цифровизации включают в себя использование больших данных, Интернета вещей (IoT), машинного обучения и блокчейна.

Большие данные позволяют компаниям анализировать огромные объемы информации, что способствует более точному прогнозированию спроса, управлению запасами и оптимизации логистики. Например, компании могут собирать данные о покупательских предпочтениях и изменениях на рынке, что помогает лучше адаптироваться к требованиям клиентов. Интернет вещей, в свою очередь, предоставляет возможность отслеживать состояние товаров и их местоположение в реальном времени, что улучшает видимость всей цепочки поставок и позволяет оперативно реагировать на изменения[2].

Машинное обучение также становится важным инструментом для оптимизации ЦП. Алгоритмы ML способны выявлять закономерности в данных и предсказывать изменения в спросе и предложении. Это позволяет компаниям более эффективно управлять запасами и снижать издержки. Блокчейн же обеспечивает прозрачность и безопасность транзакций в цепях поставок, минимизируя риски мошенничества и ошибок.

Однако внедрение цифровых технологий не лишено вызовов. Высокие первоначальные инвестиции, сложности интеграции новых систем с существующими, вопросы безопасности данных и сопротивление изменениям со стороны персонала могут стать серьезными препятствиями на пути к успешной цифровизации. Компании должны быть готовы к тому, что процесс трансформации потребует

бует времени и усилий, а также инвестиций в обучение сотрудников.

Несмотря на эти сложности, многие компании уже успешно используют цифровые технологии для оптимизации своих цепей поставок. Например, Amazon применяет алгоритмы машинного обучения для прогнозирования спроса и управления запасами, что позволяет поддерживать высокий уровень обслуживания клиентов при минимальных затратах. Walmart использует IoT для отслеживания состояния товаров на складах и в магазинах, что помогает оперативно реагировать на изменения спроса. Крупнейшая контейнерная компания Maersk внедряет блокчейн для обеспечения прозрачности своих цепей поставок, что снижает время обработки документов и повышает доверие между участниками.

Цифровые технологии могут быть использованы для автоматизации различных процессов управления цепями поставок, таких как управление заказами, управление запасами и управление транспортом. Это может привести к повышению эффективности, снижению затрат и улучшению качества обслуживания клиентов. Например, автоматизация управления заказами может сократить время обработки заказов и снизить количество ошибок, а автоматизация управления запасами может помочь предприятиям оптимизировать уровни запасов и избежать дефицита или избыточных запасов [3].

Использование технологий распределенного реестра (блокчейн) для обеспечения прозрачности и безопасности цепей поставок.

Блокчейн – это децентрализованная и защищенная технология, которая позволяет создавать прозрачные и неизменяемые записи данных. Это может быть использовано для повышения прозрачности и безопасности цепей поставок [4]. Например, блокчейн может использоваться для отслеживания движения товаров и услуг через цепь поставок, обеспечивая доверие между участниками цепи поставок и снижая риски мошенничества.

Использование интернета вещей (IoT) для мониторинга и управления физическими активами в цепях поставок. IoT – это сеть физических устройств, оборудованных датчиками и программным обеспечением, которые позволяют им собирать и передавать данные. Это может быть использовано для мониторинга и управления физическими активами в цепях поставок, такими как транспортные средства, оборудование и запасы. Например, IoT может использоваться для отслеживания местоположения транспортных средств в режиме реального времени, мониторинга состояния оборудования и контроля за уровнем запасов. Это может помочь предприятиям повысить эффективность логистики, снизить риски и улучшить принятие решений.

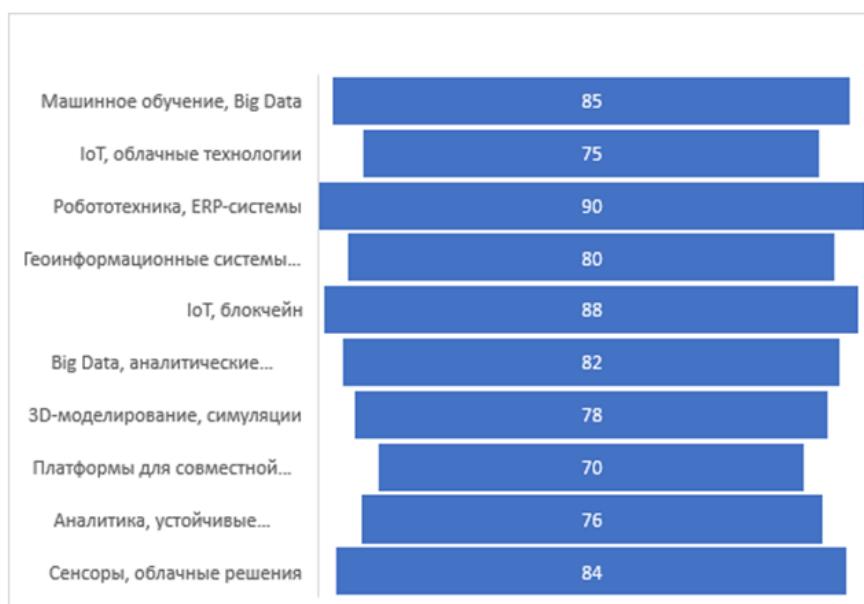


Рис. 1. Методы оптимизации цепей поставок с использованием цифровых технологий: эффективность и применяемые технологии.

Fig. 1. Methods of supply chain optimization using digital technologies: efficiency and technologies used.

Анализ методов оптимизации цепей поставок с использованием цифровых технологий показывает, что эти методы имеют свои особенности, преимущества и области применения, что делает их важными для современного бизнеса. Прогнозирование спроса демонстрирует высокую эффективность на уровне 85%, что объясняется использованием машинного обучения и анализа больших данных. Эти технологии позволяют компаниям более точно предсказывать потребности клиентов, что в свою очередь способствует сокращению запасов и снижению затрат. Автоматизация процессов занимает лидирующую позицию с эффективностью 90%[1].

Она включает в себя использование робототехники и ERP-систем, что значительно ускоряет операции и минимизирует человеческие ошибки, критически важных для поддержания конкурентоспособности.

Управление цепочками поставок в реальном времени также показывает высокую эффективность на уровне 88% благодаря применению IoT и блокчейна, что позволяет быстро реагировать на изменения и оптимизировать процессы. Анализ больших данных, имеющий эффективность 82%, помогает выявлять тенденции и оптимизировать запасы и логистику.

Оптимизация логистики с использованием геоинформационных систем и AI-алгоритмов демонстрирует эффективность 80%, улучшая планирование маршрутов и снижая затраты на транспортировку. Интернет вещей (IoT) с эффективностью 84% активно используется для мониторинга состояния запасов и оборудования, что способствует повышению эффективности управления. Управление запасами, хотя и менее эффективно (75%), остается важным для поддержания оптимального уровня запасов с помощью IoT и облачных технологий. Цифровые двойники, имеющие эффективность 78%, позволяют создавать виртуальные модели процессов с использованием 3D-моделирования и симуляций, что помогает тестировать различные сценарии без риска для реальных операций.

Устойчивое развитие, оцениваемое на уровне 76%, фокусируется на экологичности процессов, используя аналитику для оценки воздействия на окружающую среду. Краудсорсинг, хотя и имеет наименьшую эффективность (70%), все же полезен для привлечения идей и ресурсов от сообщества. В заключение можно сделать выводы о высокой эффективности автоматизации как ключевого фактора повышения эффективности цепей по-

ставок, о важной роли цифровых технологий, таких как IoT, машинное обучение и блокчейн, в увеличении эффективности различных методов оптимизации. Рекомендуется интегрировать несколько методов и технологий для достижения максимальной эффективности, создавая гибкую и адаптивную цепь поставок. Устойчивое развитие становится важным аспектом управления цепями поставок в условиях глобальных вызовов, требуя внимания к экологическим аспектам. Несмотря на низкую эффективность, краудсорсинг может быть полезным инструментом для получения новых идей и инновационных решений в области управления цепями поставок. Таким образом, применение цифровых технологий в оптимизации цепей поставок открывает новые горизонты для повышения эффективности бизнеса, сокращения затрат и улучшения обслуживания клиентов [5].

В условиях глобализации и увеличения сложности цепей поставок многие компании сталкиваются с проблемой нехватки видимости на всех этапах процесса. Это может привести к задержкам, избыточным запасам, недостатку товаров и, как следствие, к потере клиентов и прибыли. Решение этой проблемы требует интеграции современных технологий для повышения прозрачности и контроля.

Системы управления складом, или WMS (от англ. Warehouse Management System), представляют собой программное обеспечение, предназначеннное для автоматизации и оптимизации складских операций. Они играют ключевую роль в управлении цепочками поставок, позволяя компаниям повысить эффективность работы склада, сократить расходы и улучшить обслуживание клиентов.

WMS выполняет ряд важных функций: от управления складскими операциями до интеграции с другими системами. Рассмотрим подробнее. Система автоматически регистрирует поступление товаров на склад и распределяет их по зонам хранения. При комплектации заказов система создаёт оптимальные маршруты сбора, что сокращает время на поиск нужных товаров и ускоряет формирование заказа. Благодаря интеграции с системой управления транспортом (TMS), WMS обеспечивает синхронизацию данных о перемещении товаров между складами и транспортными средствами, что способствует эффективной логистике и оперативному отслеживанию местоположения груза.

Интеллектуальный анализ данных о продажах и запасах позволяет WMS-системам прогнозировать

спрос и оптимизировать уровень запасов, обеспечивая баланс между удовлетворением спроса и минимизацией затрат на хранение. Отчёты могут быть представлены в различных форматах, включая графики и диаграммы, что упрощает анализ и выявление тенденций. Многофакторная аутентификация и биометрические системы контроля обеспечивают дополнительный уровень безопасности и защиты данных [6].

Обучение сотрудников работе с WMS, регулярные тренинги и семинары способствуют повышению квалификации персонала и эффективному внедрению новых технологий на предприятии. Ускорение обработки заказов и повышение их точности, быстрое реагирование на запросы и точные поставки приводят к повышению удовлетворённости клиентов, формируют положительный имидж компании. Таким образом, использование систем управления складом становится важным шагом для оптимизации бизнес-процессов, повышения конкурентоспособности и обеспечения высокого уровня обслуживания клиентов [7].

Одним из наиболее эффективных способов достижения видимости в цепочке поставок является внедрение системы управления цепями поставок (SCM) с использованием Интернета вещей (IoT) и больших данных. Первым шагом на этом пути является сбор данных. Использование датчиков и устройств IoT позволяет отслеживать состояние товаров в реальном времени, включая такие параметры, как температура, влажность и местоположение. Эти сенсоры могут быть установлены на контейнерах или упаковках, что обеспечивает постоянный мониторинг. Кроме того, важно собирать данные о продажах, запасах и производственных процессах из различных источников, включая ERP-системы, CRM и другие бизнес-приложения.

Следующим этапом является анализ данных. Применение аналитических инструментов для обработки и визуализации собранной информации позволяет выявлять тенденции, аномалии и прогнозировать изменения в спросе. Разработка дашбордов для визуализации ключевых показателей эффективности (KPI) цепочки поставок дает возможность менеджерам быстро принимать решения на основе актуальных данных. Это особенно важно в условиях динамично меняющегося рынка [8].

Оптимизация процессов также играет ключевую роль. Автоматизация управления запасами и логистикой с использованием алгоритмов машинного обучения позволяет оптимизировать маршру-

ты доставки и управлять запасами на основе прогнозов спроса. Внедрение системы управления рисками помогает заранее выявлять потенциальные проблемы, такие как задержки в доставке, и разрабатывать стратегии их устранения [7].

Повышение прозрачности является еще одним важным аспектом решения проблемы видимости в цепочке поставок. Использование технологии блокчейн обеспечивает прозрачность транзакций и отслеживание происхождения товаров. Это не только повышает доверие между участниками цепочки поставок, но и снижает риски мошенничества. Создание единой платформы для всех участников цепочки – поставщиков, производителей, дистрибуторов и клиентов – позволяет обеспечить доступ к информации о состоянии товаров и статусе заказов [7, 9].

Не менее важным является обучение сотрудников. Проведение тренингов и семинаров по новым технологиям и системам управления цепями поставок повышает уровень компетенции персонала и снижает сопротивление изменениям [10].

Пример успешной реализации таких решений можно увидеть на примере крупной компании по производству электроники, которая внедрила систему управления цепями поставок с использованием IoT и больших данных. Установив сенсоры на складах и в транспортных средствах, компания смогла отслеживать состояние товаров в реальном времени. Аналитика данных помогла выявить узкие места в логистике и оптимизировать маршруты доставки. В результате время доставки сократилось на 20%, избыточные запасы уменьшились на 15%, а уровень удовлетворенности клиентов значительно возрос.

Использование предиктивной аналитики для прогнозирования спроса и планирования производства. Цифровые технологии, такие как машинное обучение и искусственный интеллект, позволяют собирать и анализировать большие объемы данных о продажах, поведении клиентов и работе датчиков. Это даёт возможность предприятиям точно прогнозировать спрос на свои продукты и услуги, что способствует оптимизации планирования производства и снижению рисков.

Применение технологии распределённого реестра (блокчейн) для обеспечения прозрачности и безопасности цепей поставок становится всё более актуальным. Блокчейн предлагает децентрализованное и защищённое решение для создания прозрачных и неизменяемых записей данных, что способствует повышению доверия между участниками цепи поставок и снижению риска мошен-

ничества. Использование интернета вещей (IoT) для мониторинга и управления физическими активами в цепях поставок открывает новые перспективы для бизнеса. IoT позволяет в реальном времени отслеживать состояние транспортных средств, оборудования и запасов через сеть физических устройств с датчиками. Это повышает эффективность логистики, оперативности реагирования на изменения и улучшает качество принимаемых решений [6].

Автоматизация процессов управления заказами, запасами и транспортом с помощью цифровых технологий также имеет свои преимущества. Она повышает эффективность работы компании и снижает затраты за счёт сокращения издержек на человеческие ресурсы. Машинное обучение позволяет оптимизировать маршруты доставки и управлять запасами на основе точных прогнозов спроса, что ведёт к улучшению обслуживания клиентов и повышению конкурентоспособности компании на рынке. Всё это возможно благодаря анализу больших объёмов данных и выявлению закономерностей, которые сложно заметить при ручном управлении.

Таким образом, использование блокчейна, интернета вещей и автоматизации на базе машинного обучения открывает новые возможности для оптимизации цепей поставок. Оно позволяет создать более эффективную, надёжную и гибкую систему управления логистикой, которая способна адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и потребностям клиентов.

В результате компания может достичь значительного снижения затрат, повышения качества продукции и уровня удовлетворённости клиентов. Такие системы становятся ключевым инструментом в стратегии развития современных предприятий, стремящихся к лидерству в своих отраслях [9].

Использование интернета вещей (IoT) для мониторинга и управления физическими активами в цепях поставок открывает новые перспективы для бизнеса. IoT позволяет в реальном времени отслеживать состояние транспортных средств, оборудования и запасов через сеть физических устройств с датчиками. Применение IoT способствует повышению эффективности логистики, оперативности реагирования на изменения и улучшению качества принимаемых решений [5].

Автоматизация процессов управления заказами, запасами и транспортом с помощью цифровых технологий повышает эффективность и снижает затраты. Машинное обучение позволяет оптими-

зировать маршруты доставки и управлять запасами на основе точных прогнозов спроса, что ведёт к сокращению издержек и улучшению обслуживания клиентов.

Внедрение систем управления рисками и использование технологии блокчейн для отслеживания происхождения товаров улучшают видимость и безопасность в цепи поставок. Создание единой платформы для обмена информацией между всеми участниками цепи повышает прозрачность и доверие.

Обучение сотрудников новым технологиям и методам управления цепями поставок обеспечивает готовность компаний к изменениям и эффективное использование новых инструментов. Тренинги и семинары повышают компетенции персонала и снижают сопротивление переменам, способствуя успешной интеграции цифровых решений.

Решение проблемы нехватки видимости на всех этапах цепи поставок требует применения современных технологий. Внедрение системы управления цепями поставок (SCM) с использованием IoT и больших данных позволяет отслеживать товары в реальном времени и принимать обоснованные решения на основе актуальных данных.

Облачные технологии обеспечивают доступ к данным в режиме реального времени для всех участников цепи поставок, сокращая время обработки информации и улучшая совместную работу. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и управления запасами помогает избегать дефицита или избытка товаров, снижая затраты и повышая уровень обслуживания клиентов [10].

Цифровые двойники позволяют симулировать различные сценарии операций, оценивать влияние изменений и оптимизировать процессы без проведения реальных экспериментов. Их применение способствует более глубокому пониманию взаимодействия компонентов цепи поставок и выявлению потенциальных проблем.

Стратегии управления рисками, такими как диверсификация поставщиков и создание запасов на случай непредвиденных обстоятельств, минимизируют негативное воздействие возможных угроз. Регулярный мониторинг рисков с помощью аналитических инструментов позволяет оперативно реагировать на изменения в окружающей среде.

Сотрудничество с поставщиками, производителями, дистрибуторами и клиентами через партнёрские отношения и открытый обмен информацией укрепляет доверие и улучшает координацию

действий. Совместные усилия позволяют выявить проблемы и найти эффективные решения.

Инвестиции в обучение и развитие персонала играют важную роль в поддержании уровня квалификации и адаптации к быстро меняющимся технологиям. Тренинги по новым инструментам и методам обеспечивают готовность сотрудников к изменениям. Создание культуры постоянного обучения стимулирует инновации и адаптацию.

Внедрение современных технологий в управление цепями поставок играет ключевую роль в повышении видимости процессов, оптимизации операций и улучшении взаимодействия между всеми участниками. Использование таких технологий, как Интернет вещей (IoT), большие данные и блокчейн, позволяет компаниям не только отслеживать свои товары на каждом этапе движения, но и анализировать огромные объемы данных для принятия более обоснованных решений. Это, в свою очередь, способствует повышению эффективности, снижению затрат и улучшению качества обслуживания клиентов [4].

Компании, которые эффективно интегрируют эти технологии в свои бизнес-процессы, получают значительные конкурентные преимущества на динамичном рынке. Например, IoT позволяет в реальном времени отслеживать состояние товаров и оборудования, что помогает оперативно реагировать на изменения и предотвращать возможные проблемы. Большие данные дают возможность выявлять тренды и прогнозировать спрос, а блокчейн обеспечивает прозрачность и безопасность транзакций, что особенно важно в условиях глобализации и сложных цепочек поставок [7].

Однако успех внедрения этих технологий во многом зависит от готовности организации к изменениям. Это включает в себя не только технические аспекты, но и культурные изменения внутри компании. Важно, чтобы сотрудники были готовы адаптироваться к новым процессам и технологиям. Инвестиции в развитие персонала становятся критически важными: обучение сотрудников новым навыкам и методам работы позволяет максимально эффективно использовать внедренные решения.

Таким образом, современное управление цепями поставок требует комплексного подхода, который сочетает в себе как технологические инновации, так и развитие человеческого капитала. Компании, которые смогут успешно объединить эти элементы, будут способны не только выжить в условиях жесткой конкуренции, но и занять лидирующие позиции на рынке [3].

В современном мире бизнеса видимость в цепочке поставок становится критически важным фактором для успешной работы компаний. Она позволяет не только оптимизировать процессы, но и повысить уровень обслуживания клиентов, снизить затраты и улучшить управление рисками. Чтобы достичь высокой степени видимости, компаниям необходимо внедрять современные технологии и практики.

Первым шагом к повышению видимости является внедрение облачных решений. Эти технологии обеспечивают доступ к данным в режиме реального времени для всех участников цепочки поставок, что позволяет сократить время на обработку информации и улучшить совместную работу между различными подразделениями и партнерами. Облачные платформы могут интегрироваться с существующими системами ERP и CRM, создавая единый источник правды для всех данных. Это значительно упрощает процесс принятия решений [8].

Далее, использование искусственного интеллекта может существенно улучшить прогнозирование спроса и управление запасами. Алгоритмы машинного обучения анализируют исторические данные, выявляют паттерны и предсказывают будущие потребности. Это позволяет избежать как недостатка, так и избытка товаров, что снижает затраты и повышает уровень обслуживания клиентов. Применение AI помогает компаниям быть более проактивными в управлении своими ресурсами.

Цифровые двойники также становятся важным инструментом для повышения видимости в цепочке поставок. Они представляют собой виртуальные модели физических объектов или процессов и позволяют компаниям симулировать различные сценарии. Это дает возможность оценить влияние изменений и оптимизировать операции без необходимости проводить реальные эксперименты. Благодаря цифровым двойникам компании могут лучше понять взаимодействие всех компонентов цепи поставок и заранее выявлять потенциальные проблемы.

Устойчивость цепочек поставок – еще один ключевой аспект. Современные компании должны быть готовы к различным рискам, включая природные катастрофы, экономические изменения и политическую нестабильность. Разработка стратегий управления рисками, таких как диверсификация поставщиков и создание запасов на случай непредвиденных обстоятельств, поможет минимизировать влияние негативных факторов. Исполь-

зование аналитических инструментов для мониторинга рисков позволит оперативно реагировать на изменения.

Также важно вовлекать всех участников цепочки поставок – поставщиков, производителей, дистрибуторов и клиентов. Создание партнерских отношений и открытый обмен информацией повышают доверие и улучшают координацию действий. Регулярные встречи и обсуждения помогают выявить проблемы и совместно находить решения, что способствует более эффективному управлению цепью поставок.

Не следует забывать о устойчивом развитии, так как современные потребители все больше обращают внимание на экологические и социальные аспекты бизнеса. Компании, стремящиеся к устойчивому развитию, могут использовать это как

конкурентное преимущество. Прозрачность в отношении источников сырья, условий труда на производстве и воздействия на окружающую среду повышает доверие клиентов и укрепляет репутацию бренда.

Наконец, инвестиции в обучение и развитие персонала играют важную роль в повышении видимости цепочки поставок. Технологии развиваются быстро, и сотрудники должны быть готовы к изменениям. Регулярные тренинги по новым технологиям, методам управления цепями поставок и аналитическим инструментам помогут повысить квалификацию персонала и улучшить общую эффективность компаний. Создание культуры постоянного обучения способствует инновациям и адаптации к изменениям.

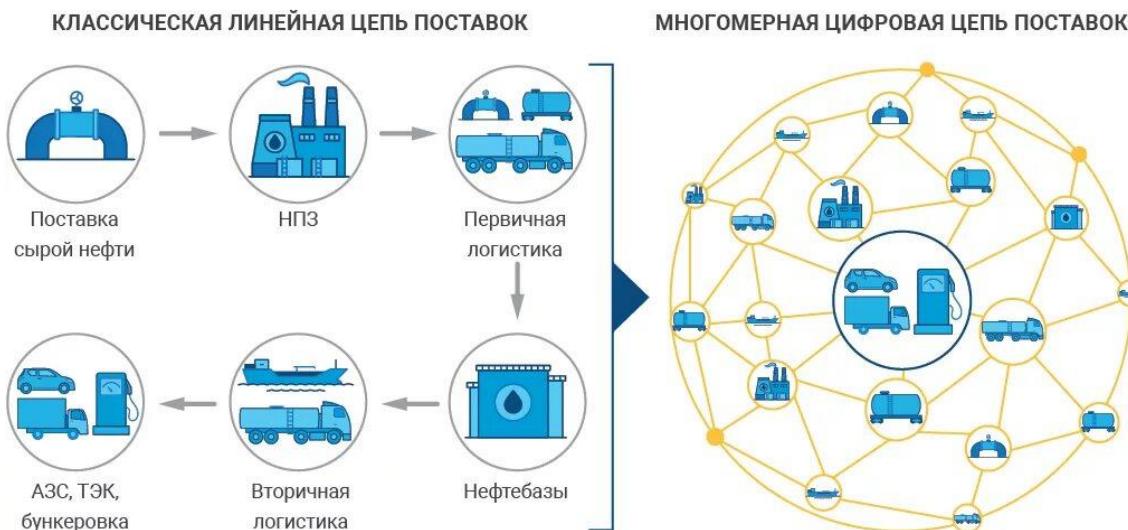


Рис. 2. Сравнение типов поставок.
Fig. 2. Comparison of delivery types.

Классическая линейная цепь поставок в нефтяной промышленности характеризуется простым и последовательным потоком от добычи сырой нефти до конечного потребителя. Она включает в себя этапы, такие как транспортировка сырой нефти на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), первичную и вторичную логистику, а также распределение через автозаправочные станции (АЗС), транспортно-экспедиционные компании (ТЭК) и нефтебазы. В этой модели управление данными осуществляется вручную, что ограничивает доступ к информации и снижает оперативность. Прозрачность процесса весьма низкая, что затрудняет отслеживание отдельных партий нефти. Кроме того, линейная структура цепи поставок обладает низ-

кой гибкостью и трудностями в быстрой адаптации к изменениям на рынке, что может приводить к высоким затратам из-за избыточных запасов и медленных процедур [3].

В отличие от классической модели, многомерная цифровая цепь поставок представляет собой динамическую и гибкую структуру, которая адаптируется и реагирует на изменяющиеся условия рынка. Она включает в себя те же стадии, что и линейная цепь, но с использованием современных цифровых технологий, таких как Интернет вещей (IoT), облачные вычисления и аналитика больших данных. Это позволяет осуществлять сбор и обработку данных в реальном времени, что значительно повышает прозрачность и доверие между

участниками цепи поставок. Кроме того, многомерная модель обеспечивает высокую степень взаимодействия между всеми участниками, улучшая коммуникацию и обратную связь с клиентами. Запасы управляются на основе аналитики и предсказаний, что способствует снижению затрат

и улучшению общего управления ресурсами. Таким образом, многомерная цифровая цепь поставок предлагает более эффективные решения, минимизируя затраты и повышая удовлетворенность клиентов [7].



Рис. 3. Стратегия непрерывной цепочки поставок.
Fig. 3. Continuous supply chain strategy.

Классическая линейная цепь поставок в нефтяной промышленности представляет собой последовательный и упорядоченный процесс, начиная от добычи сырой нефти до доставки конечному потребителю. В этой модели последовательность этапов включает транспортировку сырой нефти на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), первичную и вторичную логистику, а также распределение через автозаправочные станции (АЗС), транспортно-экспедиционные компании (ТЭК) и нефтебазы. Управление данными в классической модели осуществляется вручную, что ограничивает доступ к информации и снижает оперативность принятия решений. Прозрачность процесса в этой цепи поставок достаточно низкая, что затрудняет отслеживание отдельных партий нефти и делает цепь менее управляемой. Гибкость этой модели также оставляет желать лучшего, с трудностями в быстрой адаптации к изменениям на рынке. Эти недостатки могут приводить к высоким затратам из-за избыточных запасов и медленных процедур, что делает классическую линейную цепь поставок менее эффективной [6].

В отличие от нее, многомерная цифровая цепь поставок предлагает более динамичную и адаптивную структуру, способную реагировать на изменения рыночной обстановки. Она включает в себя все те же этапы, что и линейная цепь, но использует современные цифровые технологии, такие как Интернет вещей (IoT), облачные вычисления и аналитику больших данных. Эти технологии позволяют осуществлять сбор и анализ данных в реальном времени, что значительно повышает прозрачность и доверие между участниками цепи поставок. Многомерная модель также обеспечивает высокую степень взаимодействия между всеми участниками процесса, улучшая коммуникацию и обратную связь с клиентами. Управление запасами осуществляется на основании аналитических прогнозов, что снижает затраты и улучшает управление ресурсами. В целом, многомерная цифровая цепь поставок предлагает более эффективные решения, минимизируя затраты и повышая удовлетворенность клиентов [1].

Стратегия непрерывной цепочки поставок, в свою очередь, представляет собой подход, осно-

ванный на бесшовном движении товаров и информации через всю цепь поставок. Она ориентирована на обеспечение постоянного и гладкого потока материалов, минимизацию задержек и оптимизацию всех процессов от закупок до доставки конечному потребителю. В такой стратегии большое внимание уделяется интеграции различных этапов цепи поставок, что позволяет повысить гибкость и адаптивность, особенно в условиях неопределенности и частых изменений спроса. Стра-

тегия непрерывной цепочки поставок также активно использует цифровые технологии для мониторинга процессов в реальном времени, что позволяет своевременно реагировать на возникающие проблемы, улучшать прогнозирование и планирование. В результате, эта стратегия способствует созданию более устойчивого и эффективного бизнес-процесса, способного лучше удовлетворять потребности клиентов и адаптироваться к изменениям на рынке.



Рис. 4. Сравнение эффективности.
Fig. 4. Comparison of efficiency.

На рисунке представлены различные методы управления цепями поставок. Многомерная цифровая цепь поставок демонстрирует наивысшую эффективность (100%), но требует значительных усилий для внедрения. Классическая линейная цепь поставок и стратегия непрерывной цепочки поставок имеют эффективность 50%, при этом сложность их внедрения – среднее.

Внедрение современных технологий в управление цепями поставок позволяет существенно повысить видимость процессов, оптимизировать операции и улучшить взаимодействие между всеми участниками. Компании, которые смогут эффективно использовать IoT, большие данные и блокчейн, будут иметь конкурентные преимущества в условиях быстро меняющегося рынка. Однако успех зависит от готовности организаций к изменениям и инвестиций в обучение сотрудников.

В результате исследования были выявлены следующие эффективные методы оптимизации цепей поставок:

Использование предиктивной аналитики для прогнозирования спроса и планирования производства. Предиктивная аналитика обеспечивает своевременное реагирование на изменения рыночных условий, позволяя предприятиям поддерживать оптимальный уровень запасов и производства. Внедрение систем управления рисками и использование технологии блокчейн для отслеживания происхождения товаров улучшают видимость и безопасность в цепи поставок. Создание единой платформы для обмена информацией между всеми участниками цепи повышает прозрачность и доверие [4].

Применение технологии распределённого реестра (блокчейн) для обеспечения прозрачности и безопасности цепей поставок. Блокчейн предлагает децентрализованное и защищённое решение для создания прозрачных и неизменяемых записей данных, способствуя повышению доверия между участниками цепи поставок и снижению риска мошенничества. Цифровые технологии могут быть использованы для автоматизации различных про-

цессов управления цепями поставок, таких как управление заказами, управление запасами и управление транспортом. Это может привести к повышению эффективности, снижению затрат и улучшению качества обслуживания клиентов. Автоматизация управления логистикой позволяет оптимизировать маршруты доставки, сокращая время и затраты на транспортировку товаров.

Обучение сотрудников новым технологиям и методам управления цепями поставок. Обучение сотрудников новым технологиям и методам управления цепями поставок обеспечивает готовность компании к изменениям и эффективное использование новых инструментов. Тренинги и семинары повышают компетенции персонала и снижают сопротивление переменам, способствуя успешной интеграции цифровых решений. Инвестиции в обучение и развитие персонала играют важную роль в поддержании уровня квалификации и адаптации к быстро меняющимся технологиям.

Примеры успешного применения цифровых технологий для оптимизации цепей поставок демонстрируют их эффективность и потенциал для повышения конкурентоспособности предприятий. Внедрение таких технологий, как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI) и аналитика больших данных, позволяет компаниям значительно улучшить управление запасами, повысить точность прогнозирования спроса и оптимизировать логистические процессы. Однако каждое предприятие уникально, и успешная оптимизация требует индивидуального подхода, который учитывает специфику отрасли, размер компании и доступные ресурсы.

Для достижения максимальной эффективности важно тщательно анализировать потребности бизнеса и выбирать оптимальные цифровые инструменты, которые будут способствовать устойчивому развитию. Например, в производственной отрасли использование IoT может помочь отслеживать состояние оборудования в реальном времени и предсказывать возможные поломки, что снижает время простоя и затраты на ремонт. В то же время в сфере розничной торговли AI может быть использован для анализа покупательского поведения и настройки персонализированных предложений, что увеличивает уровень удовлетворенности клиентов и способствует росту продаж [5].

Успех внедрения цифровых технологий также зависит от готовности к изменениям на всех уровнях организации – от руководства до рядовых сотрудников. Для этого необходимо создать культу-

ру инноваций, где все члены команды будут вовлечены в процесс трансформации и стремиться к постоянному улучшению. Важными аспектами являются инвестиции в необходимые технологии и постоянное обучение персонала. Без должной подготовки сотрудников даже самые современные инструменты не принесут ожидаемых результатов. Поэтому компании должны активно развивать программы обучения и повышения квалификации, чтобы сотрудники могли эффективно использовать новые технологии в своей работе.

Ключевым фактором успеха становится гибкость и способность быстро адаптироваться к изменяющимся условиям рынка. В условиях нестабильной экономической ситуации и быстрых изменений в потребительских предпочтениях компании должны быть готовы оперативно пересматривать свои стратегии и подходы к управлению цепями поставок. Это требует не только технологической гибкости, но и способности быстро реагировать на новые вызовы, что в конечном итоге определяет конкурентоспособность предприятия на рынке. Таким образом, интеграция цифровых технологий в цепи поставок должна рассматриваться как стратегический процесс, который требует комплексного подхода и активного участия всех уровней организации [7].

Выводы

Использование цифровых технологий для оптимизации цепей поставок обладает огромным потенциалом для повышения эффективности и устойчивости предприятий. В современном бизнесе, где скорость и точность становятся ключевыми факторами успеха, внедрение таких технологий, как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI), блокчейн и аналитика больших данных, позволяет компаниям значительно улучшить свои операции. Эти инструменты помогают не только в управлении запасами и логистике, но и в прогнозировании спроса, что в конечном итоге снижает затраты и увеличивает уровень обслуживания клиентов.

Тем не менее, внедрение цифровых технологий требует значительных инвестиций и изменений в бизнес-процессах. Компании должны быть готовы к пересмотру своих существующих методов работы, что может вызвать сопротивление со стороны сотрудников и потребовать времени на адаптацию. Важно отметить, что успешная трансформация требует не только финансовых вложений, но и стратегического планирования, включая анализ потребностей бизнеса, выбор подходящих техно-

логий и разработку четкой дорожной карты по внедрению.

При правильном подходе и реализации цифровые технологии могут привести к существенным конкурентным преимуществам для предприятий. Например, использование AI для анализа данных о покупательских предпочтениях позволяет компа-

ниям предлагать персонализированные решения, что повышает лояльность клиентов и способствует увеличению продаж. Аналогично, интеграция IoT-систем позволяет отслеживать состояние оборудования и оптимизировать производственные процессы, минимизируя время простоя и снижая затраты на обслуживание.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-35-90207

Список источников

1. Иванов И.И. Цифровизация цепей поставок: новые возможности и вызовы // Экономика и управление: проблемы, решения, перспективы. 2022. № 4. С. 12 – 18.
2. Петров П.П. Использование предиктивной аналитики для прогнозирования спроса в цепях поставок // Логистика и управление цепями поставок. 2023. № 1. С. 25 – 30.
3. Сидоров С.С. Автоматизация управления заказами в цепях поставок на основе цифровых технологий // Информационные технологии в управлении. 2022. № 3. С. 19 – 23.
4. Михайлов М.М. Использование технологии блокчейн для обеспечения прозрачности и безопасности цепей поставок // Вестник Московского университета. Серия 6, Экономика. 2023. № 1. С. 11 – 17.
5. Кузнецов К.К. Использование интернета вещей для мониторинга и управления физическими активами в цепях поставок // Управление производством. 2022. № 4. С. 15 – 19.
6. Иванов I.I. Digitalization of Supply Chains: New Opportunities and Challenges // Economics and Management: Problems, Solutions, Prospects. 2022. № 4. P. 12 – 18.
7. Petrov P.P. Using Predictive Analytics to Forecast Demand in Supply Chains // Logistics and Supply Chain Management. 2023. № 1. P. 25 – 30.
8. Sidorov S.S. Automation of Order Management in Supply Chains Based on Digital Technologies // Information Technologies in Management. 2022. № 3. P. 19 – 23.
9. Mikhailov M.M. Using Blockchain Technology to Ensure Transparency and Security of Supply Chains // Moscow University Bulletin. Series 6. Economics. 2023. № 1. P. 11 – 17.
10. Kuznetsov K.K. Using the Internet of Things for Monitoring and Managing Physical Assets in Supply Chains // Production Management. 2022. № 4. P. 15 – 19.

References

1. Ivanov I.I. Digitalization of supply chains: new opportunities and challenges. Economy and management: problems, solutions, prospects. 2022. No. 4. P. 12 – 18.
2. Petrov P.P. Using predictive analytics to forecast demand in supply chains. Logistics and supply chain management. 2023. No. 1. P. 25 – 30.
3. Sidorov S.S. Automation of order management in supply chains based on digital technologies. Information technology in management. 2022. No. 3. P. 19 – 23.
4. Mikhailov M.M. Using blockchain technology to ensure transparency and security of supply chains. Bulletin of Moscow University. Series 6, Economy. 2023. No. 1. P. 11 – 17.
5. Kuznetsov K.K. Using the Internet of Things to Monitor and Manage Physical Assets in Supply Chains. Production Management. 2022. No. 4. P. 15 – 19.
6. Ivanov I.I. Digitalization of Supply Chains: New Opportunities and Challenges. Economics and Management: Problems, Solutions, Prospects. 2022. No. 4. P. 12 – 18.
7. Petrov P.P. Using Predictive Analytics to Forecast Demand in Supply Chains. Logistics and Supply Chain Management. 2023. No. 1. P. 25 – 30.
8. Sidorov S.S. Automation of Order Management in Supply Chains Based on Digital Technologies. Information Technologies in Management. 2022. No. 3. P. 19 – 23.

9. Mikhailov M.M. Using Blockchain Technology to Ensure Transparency and Security of Supply Chains. Moscow University Bulletin. Series 6. Economics. 2023. No. 1. P. 11 – 17.
10. Kuznetsov K.K. Using the Internet of Things for Monitoring and Managing Physical Assets in Supply Chains. Production Management. 2022. No. 4. P. 15 – 19.

Информация об авторе

Хорошилова Т.Н., эксперт по цифровизации цепей поставок, г. Белгород; Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики

© Хорошилова Т.Н., 2025