

Транспортные услуги

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-05>

УДК: 658.7

МРНТИ: 73.01.29

**Трансформация цепочек поставок под воздействием цифровизации и развития  
омниканальных платформ**

**<sup>\*1</sup> Увалиева А.Б., <sup>1</sup> Тлеукабылова Д.Н.**

<sup>1</sup> Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

\*Автор-корреспондент e-mail: [Uvalieva.asem@bk.ru](mailto:Uvalieva.asem@bk.ru)

Поступила: 22 августа 2025  
Рецензирование: 27 сентября 2025  
Принята в печать: 05 декабря 2025

**Аннотация**

В условиях стремительной цифровизации экономики и активного роста омниканальных платформ управление цепочками поставок претерпевает существенные изменения. В данной статье рассматривается влияние цифровых технологий на трансформацию логистических процессов, с акцентом на повышение их гибкости, прозрачности и эффективности. Особое внимание уделяется ключевым технологическим решениям, таким как большие данные (Big Data), Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI) и облачные системы управления складом (WMS), которые обеспечивают сквозную интеграцию всех звеньев цепочки поставок. Анализируется, как использование данных технологий способствует автоматизации процессов, оперативному принятию решений, снижению логистических издержек, ускорению доставки и повышению уровня удовлетворённости клиентов. Также рассматриваются вызовы, с которыми сталкиваются компании при внедрении цифровых инструментов, включая вопросы кибербезопасности, необходимость адаптации бизнес-процессов и подготовки кадров. Статья подчеркивает значимость цифровой трансформации для устойчивого развития и конкурентоспособности логистических систем в условиях современной экономики.

**Ключевые слова:** оптимизация цепочки поставок, цифровизация логистики, интеграция технологий

**Увалиева А.Б.**

**Информация об авторах:**

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой «Транспортная логистика и экономика», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/000-0001-5609-2563>, E-mail: [Uvalieva.asem@bk.ru](mailto:Uvalieva.asem@bk.ru)

**Тлеукабылова Д.Н.**

Магистрант, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3103-0541>, E-mail: [damila20040205@mail.ru](mailto:damila20040205@mail.ru)

Көлік қызметтері

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-05>

ӘОЖ: 658.7

FTAMP: 73.01.29

**Цифрландыру және көп арналы платформаларды дамыту әсерінен жеткізу тізбегін өзгерту****\*<sup>1</sup> Увалиева А.Б., <sup>1</sup> Тілеуқабылова Д.Н.**<sup>1</sup>Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан\*Автор-корреспондент e-mail: [Uvalieva.aseм@bk.ru](mailto:Uvalieva.aseм@bk.ru)

Мақала келді: 22 тамыз 2025  
Сараптамадан өтті: 27 қыркүйек 2025  
Қабылданды: 05 желтоқсан 2025

**Түйіндеме**

Экономиканы жедел цифрландыру және көп арналы платформалардың белсенді өсуі жағдайында жеткізу тізбегін басқару айтарлықтай өзгерістерге ұшырайды. Бұл мақалада цифрлық технологиялардың логистикалық процестердің өзгеруіне әсері, олардың икемділігін, ашықтығы мен тиімділігін арттыруға баса назар аударылады. Үлкен деректер (Big Data), заттар интернеті (IoT), жасанды интеллект (AI) және бұлтқа негізделген қоймаларды басқару жүйелері (WMS) сияқты негізгі технологиялық шешімдерге баса назар аударылады, олар жеткізілім тізбегінің барлық буындарының түпкілікті интеграциясын қамтамасыз етеді. Бұл технологияларды пайдалану процестерді автоматтандыруға, жедел шешім қабылдауға, логистикалық шығындарды азайтуға, жеткізуді жеделдетуге және тұтынушылардың қанағаттану деңгейін арттыруға қалай ықпал ететіні талданады. Сондай-ақ киберқауіпсіздік мәселелерін, бизнес-процестерді бейімдеу және кадрларды даярлау қажеттілігін қоса алғанда, цифрлық құралдарды енгізу кезінде компаниялардың алдында тұрған сын-қатерлер қарастырылады. Мақала қазіргі экономика жағдайында логистикалық жүйелердің тұрақты дамуы мен бәсекеге қабілеттілігі үшін цифрлық трансформацияның маңыздылығын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** жеткізу тізбегін оңтайландыру, логистиканы цифрландыру, технологияларды интеграциялау

**Увалиева А.Б.****Авторлар туралы ақпарат:**

Техника ғылымдарының кандидаты, доцент, көліктік логистика және экономика кафедрасының меңгерушісі, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/000-0001-5609-2563>, E-mail: [Uvalieva.aseм@bk.ru](mailto:Uvalieva.aseм@bk.ru)

**Тілеуқабылова Д.Н.**

Көліктік логистика және экономика кафедрасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3103-0541>, E-mail: [damila20040205@mail.ru](mailto:damila20040205@mail.ru)

Transport services

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-05>

UDC: 658.7

IRSTI: 73.01.29

**Transformation of supply chains under the influence of digitalization and the development of omnichannel platforms****\*<sup>1</sup> Uvalieva A.B., <sup>1</sup> Tleukabylova D.N.**<sup>1</sup> Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan\*Corresponding author e-mail: [Uvalieva.asev@bk.ru](mailto:Uvalieva.asev@bk.ru)

Received: 22 August 2025  
Peer-reviewed: 27 September 2025  
Accepted: 05 December 2025

**Abstract**

With the rapid digitalization of the economy and the rapid growth of omnichannel platforms, supply chain management is undergoing significant changes. This article examines the impact of digital technologies on the transformation of logistics processes, with an emphasis on increasing their flexibility, transparency and efficiency. Special attention is paid to key technological solutions such as Big Data, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI) and cloud warehouse management systems (WMS), which provide end-to-end integration of all parts of the supply chain. The article analyzes how the use of these technologies contributes to the automation of processes, prompt decision-making, reduction of logistics costs, faster delivery and increased customer satisfaction. It also examines the challenges companies face when implementing digital tools, including cybersecurity issues, the need to adapt business processes and train personnel. The article highlights the importance of digital transformation for the sustainable development and competitiveness of logistics systems in the modern economy.

**Keywords:** supply chain optimization, logistics digitalization, technology integration

**Uvalieva A.B.****Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Transport Logistics and Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/000-0001-5609-2563>. E-mail: [Uvalieva.asev@bk.ru](mailto:Uvalieva.asev@bk.ru)

**Tleukabylova D.N.**

Master's student of the Department of Transport Logistics and Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3103-0541>. E-mail: [damila20040205@mail.ru](mailto:damila20040205@mail.ru)

## 1. Введение

В условиях ускоряющейся цифровизации экономики и трансформации потребительского поведения управление цепочками поставок приобретает стратегическое значение для компаний, функционирующих в сфере электронной коммерции и розничной торговли. Рост онлайн-продаж, развитие цифровых платформ и повышение ожиданий потребителей в части скорости, прозрачности и надежности доставки требуют переосмысления традиционных логистических моделей. Особую роль в этих процессах играет развитие омниканальных платформ, ориентированных на интеграцию онлайн- и офлайн-каналов продаж в единое информационно-логистическое пространство [1].

Омниканальный подход предполагает обеспечение непрерывного и согласованного взаимодействия с потребителем независимо от используемого канала — веб-сайта, мобильного приложения, физического магазина или пункта выдачи заказов. Для цепочек поставок это означает необходимость синхронизации данных о спросе, запасах, заказах и транспортных операциях в режиме реального времени [2]. В результате возрастают требования к гибкости, адаптивности и прозрачности логистических процессов, а также к скорости принятия управленческих решений.

Цифровизация цепочек поставок рассматривается как ключевой инструмент повышения их эффективности и устойчивости. Внедрение таких технологий, как анализ больших данных (Big Data), Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и облачные системы управления складской логистикой, позволяет автоматизировать процессы, повысить точность прогнозирования спроса, оптимизировать управление запасами и сократить логистические издержки. Кроме того, цифровые решения обеспечивают сквозную интеграцию всех участников цепочки поставок, что особенно важно в условиях омниканальности, характеризующейся высокой сложностью потоков товаров и информации [3,4].

Несмотря на активное внедрение цифровых технологий в логистике, в научной литературе и практических исследованиях сохраняется ряд нерешённых вопросов. Во-первых, недостаточно систематизированы эффекты цифровизации цепочек поставок именно в контексте омниканальных моделей, где требования к синхронизации процессов и данных существенно выше, чем в традиционных каналах продаж [1,5]. Во-вторых, многие исследования фокусируются на отдельных технологиях, не рассматривая их комплексное влияние на трансформацию логистических систем [6]. В-третьих, вопросы ограничений и рисков цифровой трансформации, включая высокие затраты на внедрение, дефицит квалифицированных кадров и угрозы кибербезопасности, часто освещаются фрагментарно [7].

В условиях динамично развивающегося рынка электронной коммерции и усиления конкуренции необходимость научно обоснованного анализа цифровой трансформации цепочек поставок приобретает особую актуальность. Для компаний, использующих омниканальные стратегии, эффективное управление логистикой становится не только фактором снижения затрат, но и ключевым элементом формирования положительного клиентского опыта и долгосрочной конкурентоспособности [1,8].

Целью настоящего исследования является анализ влияния цифровизации на трансформацию цепочек поставок в условиях развития омниканальных платформ, а также выявление ключевых цифровых технологий, их преимуществ и ограничений с точки зрения повышения эффективности логистических процессов. В рамках работы рассматриваются современные технологические решения, практические примеры их внедрения и основные вызовы, с которыми сталкиваются компании при переходе к цифровым и омниканальным моделям управления цепочками поставок.

## 2. Материалы и методы

Методологическая основа исследования базируется на комплексном подходе, включающем анализ научных публикаций и аналитических отчетов в области цифровизации логистики и управления цепочками поставок, а также изучение практических кейсов компаний, внедривших омниканальные модели.

В рамках исследования использовались следующие методы:

- анализ и обобщение научной литературы по вопросам цифровизации цепочек поставок и омниканальности;
- кейс-анализ практик внедрения цифровых технологий в логистических системах крупных торговых платформ;
- сравнительный анализ эффектов цифровизации логистических процессов;
- качественная интерпретация статистических и аналитических данных, представленных в открытых источниках.

Особое внимание уделялось анализу применения таких цифровых решений, как Big Data, Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и облачные системы управления складом (WMS), а также их влиянию на показатели эффективности логистики.

### **3. Результаты**

Результаты анализа показывают, что цифровизация цепочек поставок в условиях омниканальности приводит к существенным изменениям логистических процессов. Внедрение автоматизированных и интеллектуальных систем позволяет повысить точность прогнозирования спроса, сократить избыточные запасы и ускорить выполнение заказов.

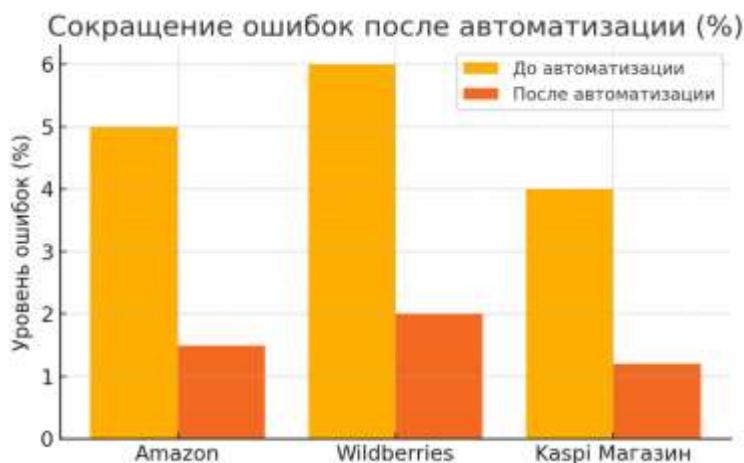
Использование технологий Big Data обеспечивает обработку больших массивов данных о поведении потребителей и динамике продаж, что позволяет компаниям более точно планировать закупки и распределение товаров. Это способствует снижению складских издержек и уменьшению рисков дефицита или перепроизводства [9].

Технологии IoT обеспечивают мониторинг грузов, запасов и транспортных операций в режиме реального времени, повышая прозрачность цепочек поставок и снижая потери при транспортировке и хранении. Искусственный интеллект применяется для оптимизации маршрутов доставки, автоматизации складских операций и повышения скорости обработки заказов [10].

Облачные системы управления складом (WMS) позволяют интегрировать данные различных каналов продаж, обеспечивая централизованное управление запасами и синхронизацию логистических процессов [11]. Практика показывает, что внедрение данных решений приводит к сокращению времени обработки заказов, снижению количества ошибок и повышению уровня обслуживания клиентов.

Анализ кейсов крупных компаний демонстрирует, что автоматизация и роботизация складов, а также использование интеллектуальных алгоритмов управления логистикой, позволяют существенно повысить операционную эффективность и адаптивность цепочек поставок в условиях омниканальных продаж.

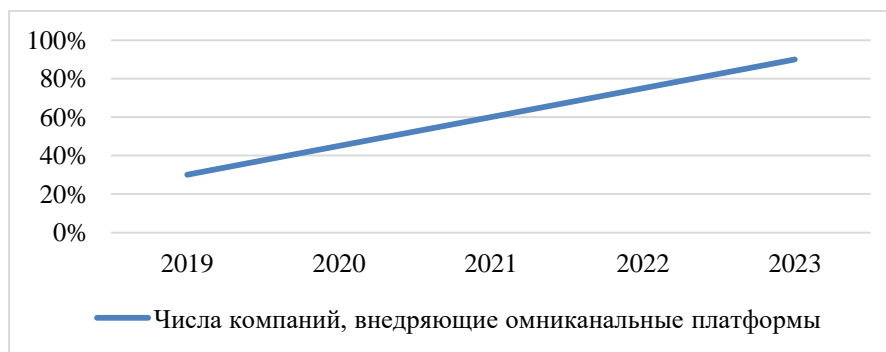
Цифровые технологии значительно повышают эффективность цепочек поставок (рисунок 1). Согласно McKinsey, их применение сокращает расходы на 15–20% и ускоряет цикл поставок на 50%. Big Data помогает точнее прогнозировать спрос, снижая издержки на хранение и объемы лишних запасов.



**Рисунок 1.** Сокращение ошибок после внедрения автоматизации в компаниях [собственный материал]

Согласно Harvard Business Review, 73% покупателей используют несколько каналов для покупок, а компании с омниканальными подходами увеличивают удержание клиентов на 91% по сравнению с теми, кто использует один канал [4].

Автоматизация процессов значительно повышает точность и скорость операций. Amazon с помощью 200 000 роботов сократил время обработки заказов на 30%. Wildberries ускорил обработку на складах на 25% благодаря автоматизации приема и размещения товаров. Kaspi Магазин внедрил цифровые технологии, что позволило сократить время обработки заказов на 20% и снизить ошибки на 15%. Это подчеркивает роль омниканальности в улучшении клиентского опыта (рисунок 2).



**Рисунок 2.** Числа компаний, внедряющие омниканальные платформы [собственный материал]

С 2019 по 2023 годы число компаний, внедряющих омниканальные стратегии, выросло более чем на 60%. Это связано с необходимостью адаптации к изменениям рынка и повышением требований к уровню обслуживания [5].

Цифровизация трансформирует логистику, повышая эффективность, гибкость и прозрачность управления цепочками поставок (таблица 1). Технологии, включая автоматизацию, облачные системы и IoT, ускоряют обработку заказов, минимизируют ошибки и оптимизируют маршруты, снижая потери.

**Таблица 1.** Влияние цифровизации на логистику

Технология	Описание	Преимущества	Пример внедрения
Big Data	Анализ больших данных	Снижение запасов,	Amazon, Alibaba



Технология	Описание	Преимущества	Пример внедрения
	для прогнозирования спроса	улучшения планирования, персонализация	
IoT (Интернет вещей)	Датчики для мониторинга грузов и запасов	Отслеживание в реальном времени, снижение потерь	DHL, Maersk
Искусственный интеллект	Оптимизация маршрутов и процессов	Сокращение времени доставки, снижение затрат	Amazon Robotics
Облачные системы (WMS)	Управление складской логистикой	Снижение ошибок, интеграция каналов, оперативность	Lamoda, Wildberries

4. Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что цифровизация является ключевым фактором трансформации цепочек поставок в условиях омниканальности. Однако наряду с положительными эффектами выявлен ряд ограничений и вызовов, с которыми сталкиваются компании при внедрении цифровых решений.

Одним из основных ограничений являются высокие капитальные затраты на внедрение цифровых технологий, включая приобретение оборудования, программного обеспечения и обучение персонала. Существенную роль играет дефицит квалифицированных специалистов, способных эффективно работать с данными, интеллектуальными системами и цифровыми платформами.

Отдельного внимания требует проблема кибербезопасности. Рост цифровизации и использование облачных решений увеличивают риски утечки данных и кибератак, что может привести к значительным финансовым и репутационным потерям. В условиях омниканальности, где происходит постоянный обмен данными между различными каналами, данные риски приобретают особую актуальность.

В то же время цифровизация открывает новые возможности для устойчивого развития логистических систем, включая оптимизацию транспортных маршрутов, снижение выбросов за счет повышения эффективности перевозок и внедрение экологически ориентированных решений. Таким образом, цифровая трансформация цепочек поставок требует стратегического и поэтапного подхода, сочетающего технологические, организационные и кадровые меры.

Применение Big Data позволяет точно прогнозировать спрос, снижая избыточные запасы и складские издержки на 15%. IoT обеспечивает прозрачность цепочки поставок в реальном времени, сокращая потери на 40% и транспортные издержки на 15%. Искусственный интеллект оптимизирует маршруты и управление складом, снижая логистические издержки на 20–25%. Облачные технологии обеспечивают централизованное управление запасами, ускоряя обработку заказов на 25% и уменьшая ошибки на 30% [6].

Однако внедрение технологий связано с вызовами, такими как высокая стоимость и необходимость адаптации (таблица 2).

Таблица 2. SWOT-анализ внедрения цифровизации на примере омниканальных платформ

Сильные стороны (Strengths):	Слабые стороны (Weaknesses):
- Увеличение прозрачности цепочек поставок. - Повышение эффективности за счет	- Высокая стоимость внедрения технологий.

<b>Сильные стороны (Strengths):</b>	<b>Слабые стороны (Weaknesses):</b>
автоматизации. - Снижение логистических издержек.	- Зависимость от IT-инфраструктуры и кадров.
<b>Возможности (Opportunities):</b>	<b>Угрозы (Threats):</b>
- Рост клиентской базы благодаря улучшенному обслуживанию. - Интеграция устойчивых логистических решений (экологичность).	- Риски утечки данных. - Увеличение конкуренции в отрасли.

Цифровизация цепочек поставок предлагает значительные возможности для повышения эффективности, но сопровождается рядом вызовов, которые замедляют процесс трансформации, такие как:

- высокие затраты на внедрение: значительные инвестиции в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. По данным PwC, 45% компаний называют это ключевым препятствием [8].

- дефицит квалифицированного персонала: современные технологии требуют специалистов, которых не хватает, что подтверждает исследование Deloitte (60% компаний сталкиваются с этим).

- риски безопасности данных: с ростом цифровизации увеличивается угроза кибератак, а средняя стоимость утечки данных в 2023 году достигла 4,24 млн долларов (IBM) [8].

Для успешной цифровизации необходимо учитывать эти вызовы, применяя комплексный подход, чтобы максимизировать выгоды и минимизировать риски. Рекомендации:

- инвестировать в обучение сотрудников для устранения нехватки квалифицированных кадров.

- внедрять технологии постепенно, чтобы снизить риски и повысить рентабельность.

- усилить кибербезопасность при использовании облачных решений и IoT.

- применять экологичные решения, такие как оптимизация маршрутов и электротранспорт, для сокращения затрат и укрепления репутации.

Цифровизация цепочек поставок необходима для конкурентоспособности и устойчивого развития. Стратегический подход позволит компаниям преодолеть вызовы и использовать новые возможности для укрепления позиций на рынке.

## 5. Заключение

Цифровизация цепочек поставок в условиях развития омниканальных платформ является необходимым условием повышения конкурентоспособности и устойчивости компаний в современной экономике. Применение технологий Big Data, IoT, искусственного интеллекта и облачных систем управления логистикой способствует повышению гибкости, прозрачности и эффективности логистических процессов, сокращению издержек и улучшению клиентского опыта.

Вместе с тем успешная цифровая трансформация требует учета существующих ограничений, включая финансовые затраты, кадровые проблемы и риски информационной безопасности. Реализация комплексной стратегии цифровизации, ориентированной на поэтапное внедрение технологий, развитие человеческого капитала и усиление киберзащиты, позволяет минимизировать риски и максимизировать положительный эффект от цифровых решений.

Полученные выводы могут быть использованы при разработке и корректировке стратегий управления цепочками поставок в условиях омниканальности, а также при формировании программ цифровой трансформации логистических систем.



**Конфликт интересов.** Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Увалиева А.Б., Тлеукабылова Д.Н. Трансформация цепочек поставок под воздействием цифровизации и развития омниканальных платформ // *Вестник Казахского автомобильно-дорожного института* = *Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute* = *Kazakh avtomobil-zhol institutyнын Khabarshysy*. 2025; 4 (12). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-05>

Cite this article as: Uvalieva A.B., Tleukabylova D.N. Transformaciya cepochek postavok pod vozdejstviem cifrovizacii i razvitiya omnikanal'nyh platform [Transformation of supply chains under the influence of digitalization and the development of omnichannel platforms]. *Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta* = *Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute* = *Kazakh avtomobil-zhol institutyнын Khabarshysy*. 2025; 4 (12). (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.4-2025-05>

### Литература

1. Ishfaq, R., & Gibson, B. (2021). Digital supply chains in omnichannel retail: A conceptual framework. *Journal of Business Logistics*. <https://doi.org/10.1111/jbl.12277>.
2. Zhou, Q., & Wang, S. (2021). Study on the Relations of Supply Chain Digitization, Flexibility and Sustainable Development—A Moderated Multiple Mediation Model. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su131810043>.
3. Yarlagaadda, K. (2025). AI-Powered Supply Chain Optimization: Enhancing Demand Forecasting and Logistics. *Journal of Computer Science and Technology Studies*. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.4.92>.
4. Khan, Y., Su'ud, M., Alam, M., Ahmad, S., Ayassrah, A., & Khan, N. (2022). Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15010694>.
5. Yang, M., Fu, M., & Zhang, Z. (2021). The adoption of digital technologies in supply chains: Drivers, process and impact. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120795>.
6. Tiwari, M., Bidanda, B., Geunes, J., Fernandes, K., & Dolgui, A. (2024). Supply chain digitisation and management. *International Journal of Production Research*, 62, 2918 - 2926. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2316476>.
7. Ezeamii, F., Idoko, I., & Ojochogwu, O. (2025). The Role of Digital Transformation and Predictive Analytics in Modern Supply Chain Management: A Review of Challenges, Innovations, and Future Prospects. *International Journal of Research Publication and Reviews*. <https://doi.org/10.55248/gengpi.6.0525.1973>.
8. Hirna, O. (2025). Digital technologies in supply chain management. *Economic scope*. <https://doi.org/10.30838/ep.199.20-25>.
9. Arguelles, P., & Pólkowski, Z. (2023). Impact of Big Data on Supply Chain Performance through Demand Forecasting. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*. <https://doi.org/10.54489/ijcim.v3i1.232>.
10. Sallam, K., Mohamed, M., & Mohamed, A. (2023). Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices. *Sustainable Machine Intelligence Journal*. <https://doi.org/10.61185/smij.2023.22103>.
11. Yerra, S. (2025). Optimizing Supply Chain Efficiency Using AI-Driven Predictive Analytics in Logistics. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*. <https://doi.org/10.32628/cseit25112475>.

### References

1. Ishfaq, R., & Gibson, B. (2021). Digital supply chains in omnichannel retail: A conceptual framework. *Journal of Business Logistics*. <https://doi.org/10.1111/jbl.12277>.

2. Zhou, Q., & Wang, S. (2021). Study on the Relations of Supply Chain Digitization, Flexibility and Sustainable Development—A Moderated Multiple Mediation Model. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su131810043>.
3. Yarlagađa, K. (2025). AI-Powered Supply Chain Optimization: Enhancing Demand Forecasting and Logistics. *Journal of Computer Science and Technology Studies*. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.4.92>.
4. Khan, Y., Su'ud, M., Alam, M., Ahmad, S., Ayassrah, A., & Khan, N. (2022). Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15010694>.
5. Yang, M., Fu, M., & Zhang, Z. (2021). The adoption of digital technologies in supply chains: Drivers, process and impact. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120795>.
6. Tiwari, M., Bidanda, B., Geunes, J., Fernandes, K., & Dolgui, A. (2024). Supply chain digitisation and management. *International Journal of Production Research*, 62, 2918 - 2926. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2316476>.
7. Ezeamii, F., Idoko, I., & Ojochogwu, O. (2025). The Role of Digital Transformation and Predictive Analytics in Modern Supply Chain Management: A Review of Challenges, Innovations, and Future Prospects. *International Journal of Research Publication and Reviews*. <https://doi.org/10.55248/gengpi.6.0525.1973>.
8. Hirna, O. (2025). Digital technologies in supply chain management. *Economic scope*. <https://doi.org/10.30838/ep.199.20-25>.
9. Arguelles, P., & Pólkowski, Z. (2023). Impact of Big Data on Supply Chain Performance through Demand Forecasting. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*. <https://doi.org/10.54489/ijcim.v3i1.232>.
10. Sallam, K., Mohamed, M., & Mohamed, A. (2023). Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices. *Sustainable Machine Intelligence Journal*. <https://doi.org/10.61185/smij.2023.22103>.
11. Yerra, S. (2025). Optimizing Supply Chain Efficiency Using AI-Driven Predictive Analytics in Logistics. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*. <https://doi.org/10.32628/cseit25112475>.