

вая при этом серьезных затрат. В будущем именно те компании, которые умело используют возможности ИИ, смогут сохранять конкурентное преимущество и достигать новых высот. Внедрение ИИ – не просто тенденция, а необходимость для успешного развития в современном мире.

Список использованной литературы

1. Алетдинова А.А., Сапун О.Л. Технологии искусственного интеллекта для управления трудовыми ресурсами Научные исследования: образовательно-педагогические, философские, юридические и экономические технологии (опыт, информация, анализ, прогноз) [Текст]: монография (с междуна. участием) / – Том 92. - Воронеж: ВГПУ; Москва: Наука: информ, 2024. – С. 36–48

2. Сапун, О. Л., Исаченко Е.М. Технологии искусственного интеллекта в HR-менеджменте / О. Л. Сапун, Е. М. Исаченко // Образование. Инновации. Качество: Материалы VI Международной научно-методической конференции. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2025. – С. 10–17

УДК 658.7:338.436.33

ИНФОРМАЦИОННО-СИСТЕМНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛОГИСТИКИ АПК: ОТ ТРАДИЦИОННОГО СНАБЖЕНИЯ К ЦИФРОВЫМ ЭКОСИСТЕМАМ

Семкив М.Н.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: эволюция логистики, управление цепями поставок, научные школы логистики, цифровая трансформация, региональная логистика, устойчивое развитие, информационное обеспечение АПК, системные методы логистики, цифровые экосистемы АПК, инновации в агрологистике, управление цепями поставок в АПК.

Key word: logistics evolution, supply chain management, academic schools of logistics, digital transformation, regional logistics, sustainable development, information support of the agro-industrial complex, systems-based logistics methods, digital ecosystems in agri-food supply chains, innovations in agricultural logistics, supply chain management in the agro-industrial sector.

Аннотация: В статье рассматривается историческая и концептуальная эволюция логистики от древних практик военного снабжения до совре-

менных цифровых экосистем. Цель исследования — систематизировать этапы становления логистики как научной дисциплины, выявить методологические особенности ведущих научных школ и определить актуальные векторы современных исследований. На основе сравнительного анализа отечественных и зарубежных источников выделены пять ключевых этапов развития: функциональный, системный, стратегический, а также цифровой и экосистемный. Охарактеризована специфика западной (маркетингово-управленческой), российской (системно-математической) и белорусской (регионально-прикладной) научных школ. Сформирован перечень семи приоритетных тематических направлений, включая управление цепями поставок, транспортную и отраслевую логистику, интеграционные процессы в ЕАЭС и управление рисками. Особое внимание уделено адаптации системных методов и инструментов информационного обеспечения к специфике агропромышленного комплекса, где цифровизация логистических потоков выступает драйвером инновационного развития и продовольственной безопасности. Сделан вывод о том, что современная логистика трансформировалась из вспомогательной функции в стратегический инструмент обеспечения устойчивости и конкурентоспособности экономики. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования образовательных программ и разработки адаптивных логистических стратегий в условиях цифровой трансформации и геополитической нестабильности.

Summary: This article examines the historical and conceptual evolution of logistics from ancient military supply practices to modern digital ecosystems. The purpose of the study is to systematize the stages of logistics development as a scientific discipline, identify the methodological features of leading academic schools, and outline current research trends. Based on a comparative analysis of domestic and international literature, five key evolutionary stages are identified: functional, systemic, strategic, and digital-ecosystem. The specific contributions of the Western (marketing-management), Russian (system-mathematical), and Belarusian (regional-applied) academic schools are characterized. Seven priority research areas are highlighted, including supply chain management, transport and industry-specific logistics, EAEU integration processes, and risk management. Special emphasis is placed on adapting systems-based methods and IT support tools to the unique requirements of the agri-food sector, in which the digital transformation of logistics chains acts as a primary driver of innovation and food security. The study concludes that modern logistics has transformed from a support function into a strategic driver of economic resilience and competitiveness. The findings can be applied to improve academic curricula and develop adaptive logistics strategies in the context of digital transformation and geopolitical uncertainty.

Введение. Логистика представляет собой одну из древнейших форм управленческой деятельности, истоки которой неразрывно связаны с развитием человеческой цивилизации, торговли и военного дела. Уже в античные времена – от строительства египетских пирамид до снабжения римских легионов – решались фундаментальные логистические задачи: доставка необходимых ресурсов в требуемом объёме, в нужное время и в нужное место. Это свидетельствует о том, что природа логистической деятельности – обеспечение согласованности между спросом и предложением в пространстве и времени – оставалась неизменной на протяжении веков, несмотря на радикальные трансформации методов и технологий.

Основная часть. Термин «логистика» происходит от греческого *logistikē* («искусство вычисления») и латинского *logista* («распорядитель»). В военном деле он употреблялся с XVII–XVIII веков для обозначения материального обеспечения армий. Немецкий генерал Карл фон Клаузевиц в труде «Об искусстве войны» определил логику как область, занимающуюся подготовкой и снабжением армии продовольствием, боеприпасами и снаряжением, закрепив за ней роль «коммерческого департамента» в военной машине [1]. Швейцарский теоретик Антуан-Анри Жомини развил эту концепцию, определив логику как «практическое искусство управления войсками», включающее планирование операций и транспортное обеспечение [2]. Исторические примеры, такие как неудачная экспедиция Наполеона в Россию 1812 года, наглядно демонстрируют, что даже стратегические победы невозможны без эффективного тылового обеспечения.

До середины XX века логистика не имела статуса самостоятельной науки. В СССР управление материальными потоками осуществлялось в рамках плановой системы материально-технического снабжения (МТС) через такие структуры, как Госснаб и Наркомснаб, без комплексного подхода к оптимизации затрат. Переломный момент наступил после Второй мировой войны, когда накопленный военный опыт управления сложными потоками был транслирован в гражданскую экономику США и Западной Европы. В 1948 году Американская ассоциация маркетинга (АМА) впервые официально определила логику как деятельность по планированию и осуществлению физического перемещения материалов от источника сырья до конечного потребителя [3].

Сегодня существует множество определений логики, отражающих эволюцию её содержания. Совет профессионалов по управлению цепями поставок (CSCMP) рассматривает её как часть управления цепями поставок, охватывающую планирование и контроль эффективного перемещения и хранения товаров [4]. Российский ГОСТ и ведущие исследователи, такие как А. М. Гаджинский, определяют логику как науку о планиро-

вании, управлении и контроле движения материальных, информационных и финансовых потоков для эффективного удовлетворения спроса при минимальных совокупных затратах [5; 6]. Современное понимание охватывает интеграцию трёх потоков и направлено на создание ценности для всей цепи поставок.

Пять этапов эволюции логистики

Анализ трудов отечественных и зарубежных исследователей позволяет выделить пять ключевых этапов эволюции логистики, каждый из которых знаменовал собой качественный скачок в управленческих подходах [7].

1. Функциональный этап (1950–1970-е гг.) На этом этапе логистика рассматривалась как совокупность разрозненных функций: транспортировка, складирование, упаковка и управление запасами. Каждая функция оптимизировалась отдельно, без учёта взаимосвязей. Например, снижение транспортных издержек за счёт консолидации партий часто приводило к росту складских расходов и замораживанию оборотных средств. Теоретической основой служила теория запасов (модель Уилсона) [8]. В СССР и постсоветском пространстве подобный фрагментарный подход доминировал вплоть до 1990-х годов. Главным ограничением этапа было отсутствие системного мышления и игнорирование эффекта «суммарных издержек».

2. Системный этап (1980–1990-е гг.) Наступил качественный скачок: логистика стала восприниматься как интегрированная система управления потоками. Ключевой идее стало понятие «совокупных логистических издержек» – признание того, что оптимизация всей цепи важнее локальной эффективности отдельных звеньев. В этот период зарождается концепция управления цепями поставок (Supply Chain Management, SCM). Фундаментальный вклад внесли Д. Дж. Бауэрсокс и М. Кристофер, показавшие, что «конкурируют не отдельные компании, а целые цепи поставок» [9; 10]. Появляются первые модели интеграции, такие как «точно в срок» (Just-in-Time), и развиваются партнёрские отношения с поставщиками. В российской науке этому этапу соответствуют работы, делающие акцент на межфункциональной координации и сквозном управлении потоками.

3. Стратегический и клиентоориентированный этап (2000–2010-е гг.) Логистика окончательно утверждается как стратегический ресурс, формирующий конкурентные преимущества. Центр тяжести смещается с минимизации издержек на создание ценности для клиента: скорость доставки, гибкость, прозрачность и уровень сервиса. Распространяется аутсорсинг логистических функций (3PL, 4PL), внедряются ERP-системы, разрабатывается модель SCOR как стандарт описания цепей поставок [11]. Особенность этапа заключается в том, что логистика становится рыночно ориентированной, а не только внутренне-операционной.

4. Цифровой, устойчивый и экосистемный этап (2010-е гг. – настоящее время) Современная логистика трансформируется под влиянием трёх ключевых вызовов. Во-первых, цифровизация: IoT-датчики отслеживают грузы в реальном времени, блокчейн обеспечивает прослеживаемость, а ИИ прогнозирует спрос [12]. Во-вторых, устойчивость (resilience): глобальные кризисы обнажили уязвимость цепей, возникла потребность в адаптивных системах. В-третьих, ESG и «зелёная» логистика: снижение выбросов CO₂ и переход к круговой экономике [13]. Концепция логистической экосистемы заменяет линейную цепь: участники взаимодействуют через цифровые платформы, совместно создавая ценность. Выделенные этапы эволюции (особенно системный и цифровой) напрямую транслируются в АПК через: внедрение ERP/SCM-систем для учета скоропортящейся продукции, IoT-мониторинг условий хранения, блокчейн-трассировку «от поля до прилавка», системное моделирование сезонных грузопотоков.

Научные школы и направления исследований

Интеллектуальный портрет современной логистической науки представлен рядом школ, где каждый регион вносит свой специфический вклад. Выделено три основные научные школы, каждая из которых занимает свою уникальную нишу.

Западная (зарубежная) школа формирует маркетингово-управленческий подход. Ее центральная идея заключается в том, что логистика является стратегическим инструментом создания ценности для клиента. Ученые, такие как Ф. Котлер и Д. Ламберт, заложили основы связи логистики с маркетингом, отвечая на вопрос «Зачем нужна логистика?» через призму бизнеса: удовлетворение потребителя (концепция 7R) и стратегическое планирование [14]. Их вклад – создание языка и концепций, ставших стандартом для глобальной бизнес-практики, где цепь поставок конкурирует как единое целое.

Российская школа занимает позицию системно-математического подхода. Если западные коллеги отвечают на вопрос «Зачем?», то российские ученые (В.С. Лукинский, Б.А. Аникин, В.И. Сергеев) отвечают на вопрос «Что такое?» [5; 15; 16]. Их главный вклад – формирование фундаментальной теории логистики, ее классификации и математического аппарата. Исследования включают классификацию моделей, методы математической теории управления запасами и теорию графов. Эта школа создала теоретический корпус, ставший основой для преподавания и исследований во всем постсоветском пространстве.

Белорусская школа характеризуется регионально-прикладным подходом. Она адаптирует западные концепции и российскую теорию к специфическим условиям Республики Беларусь: географическому положению транзитного хаба, требованиям ЕАЭС и влиянию внешних ограничений. Ученые (А.Д. Молокович, Н.Ф. Зеньчук) отвечают на вопрос «Как приме-

нять логистику здесь и сейчас?» [17; 18]. Их методология – это статистический анализ и эконометрическое моделирование грузопотоков, оценка транзитного потенциала и влияния таможенных процедур.

Актуальные тематические направления

На основе анализа трудов исследователей выделено семь основных тематических направлений, охватывающих широкий спектр проблем [7; 19]. Наиболее разработанной темой является Управление цепями поставок (УЦП). Авторы рассматривают логистику как интегрированную систему, объединяющую всех участников движения товара. Методология варьируется от системных подходов до сложных математических моделей оптимизации.

Второй по значимости темой является Транспортная логистика, имеющая узкоспециализированный фокус на движении материальных потоков. Исследования охватывают организацию перевозок, оптимизацию маршрутов и оценку эффективности транспортных услуг. Особый интерес представляют работы, связанные с транспортными коридорами и транзитным потенциалом Беларуси [17].

Маркетинг-логистика освещает взаимосвязь логистики и маркетинга, рассматривая логистические возможности как инструменты реализации маркетинговой стратегии. Ключевым элементом здесь является концепция 7R (Правильный продукт, количество, состояние, место, время, клиент, стоимость) [14].

Региональная логистика фокусируется на анализе логистических систем на уровне территорий и их влиянии на социально-экономическое развитие. Ключевые концепции – «логистический потенциал региона» и «роль логистики в национальной экономике» [18].

Управление рисками стало особенно актуальным в условиях глобальных кризисов. Исследования направлены на выявление, оценку и минимизацию рисков, угрожающих стабильности цепей поставок, с использованием методик контроллинга и классификации угроз [20].

Интеграция в рамках ЕАЭС носит региональный характер и фокусируется на гармонизации логистических процессов и стандартов между странами-участницами. Анализ влияния интеграционных процессов на грузопотоки и конкурентоспособность является ключевым для данного направления [17].

Наконец, Отраслевая логистика, в частности в агропромышленном комплексе (АПК), занимается адаптацией общих концепций к специфике конкретной отрасли, учитывая сезонность, особенности товаров и технологические процессы [19].

Заключение. История логистики – это путь от эмпирического искусства снабжения к научной дисциплине, основанной на системном анализе, информационных технологиях и стратегическом управлении. Современная логистика перестала быть вспомогательной функцией и стала ключевым эле-

ментом устойчивого развития экономики. Особенно это важно для таких секторов, как агропромышленный комплекс, где эффективность потоков напрямую влияет на продовольственную безопасность и экспортный потенциал.

Понимание различий между научными школами является ключом к глубокой интерпретации исследований: западная школа предоставляет концептуальное видение, российская дает теоретический аппарат, а белорусская предлагает практические решения, адаптированные к сложным региональным условиям. В условиях цифровой трансформации и геополитической нестабильности способность организации интегрировать, консолидировать и переформировать ресурсы становится главным источником конкурентного преимущества. Логистика сегодня – это управление данными, рисками и возможностями в постоянно меняющемся мире.

Применение системных методов и современных средств информационного обеспечения позволяет трансформировать логистику АПК из операционной функции в инновационный драйвер, обеспечивающий устойчивость, прозрачность и конкурентоспособность агропромышленных цепей создания стоимости.

Список использованной литературы

1. Клаузевиц, К. фон. О войне / К. фон Клаузевиц ; пер. с нем. А. А. Стогова. – Москва : Эксмо, 2020. – 656 с.
2. Жомини, А.-А. Очерки военного искусства / А.-А. Жомини ; пер. с фр. – Санкт-Петербург : Тип. Департамента уделов, 1857. – Т. 1. – 312 с.
3. American Marketing Association. Marketing Definitions: A Glossary of Marketing Terms / AMA. – Chicago : AMA, 1948. – 45 p.
4. Council of Supply Chain Management Professionals. CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary [Electronic resource]. – Access mode: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary.aspx. – Date of access: 15.04.2026.
5. Гаджинский, А. М. Логистика : учебник для бакалавров / А. М. Гаджинский. – 23-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К°, 2021. – 484 с. ГОСТ Р 56838-2015. Логистика. Термины и определения. – Введ. 2016-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 28 с.
6. Сергеев, В. И. Эволюция концепций логистики и управления цепями поставок / В. И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2019. – № 3 (92). – С. 12–25.
7. Wilson, R. H. A scientific routine for stock control / R. H. Wilson // Harvard Business Review. – 1934. – Vol. 13, № 1. – P. 116–128.
8. Bowersox, D. J. Supply Chain Logistics Management / D. J. Bowersox, D. J. Closs, M. B. Cooper. – 4th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2013. – 576 p.
9. Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management / M. Christopher. – 5th ed. – Harlow : Pearson Education, 2016. – 416 p.

10. Supply-Chain Operations Reference-model: SCOR Overview, Version 12.0 [Electronic resource] / Supply-Chain Council. – Access mode: <https://www.apics.org/scor>. – Date of access: 15.04.2026.

11. Иванов, Д. А. Цифровые двойники и блокчейн в управлении цепями поставок / Д. А. Иванов // Управление цепями поставок. – 2021. – № 1. – С. 6–21.

12. Семененко, А. И. «Зелёная» логистика как фактор устойчивого развития экономики / А. И. Семененко, Е. В. Никитина // Вестник БГЭУ. – 2022. – № 4. – С. 89–101.

13. Котлер, Ф. Маркетинг менеджмент / Ф. Котлер, К. Л. Келлер ; пер. с англ. под ред. С. Г. Божук. – 15-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2020. – 848 с.

14. Лукинский, В. С. Модели и методы теории логистики / В. С. Лукинский. – 2-е изд. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 448 с.

15. Аникин, Б. А. Логистика : учебник / Б. А. Аникин, Т. А. Родкина. – Москва : Проспект, 2020. – 432 с.

16. Молокович, А. Д. Транзитный потенциал Республики Беларусь в условиях интеграции в ЕАЭС / А. Д. Молокович, Н. Ф. Зеньчук // Веснік БДАТУ. – 2023. – № 2. – С. 112–119.

17. Зеньчук, Н. Ф. Региональная логистика: теория и практика развития в Республике Беларусь / Н. Ф. Зеньчук // Экономика и управление. – 2021. – № 5 (187). – С. 45–53.

18. Гаджинский, А. М. Отраслевая логистика в агропромышленном комплексе : монография / А. М. Гаджинский, И. В. Киреева. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 216 с.

19. Лукинский, В. С. Управление рисками в логистике : учебное пособие / В. С. Лукинский, Ю. В. Малевич. – Санкт-Петербург : СПбГИЭУ, 2019. – 184 с.

УДК 004.85:[378.147:51]:63

АНАЛИЗ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ И ДИАГНОСТИКИ ВХОДНОГО УРОВНЯ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ

Тиунчик А.А., к.ф.-м.н., доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: искусственный интеллект, адаптивное тестирование, математическое образование, теория моделирования ответов на задания, машинное обучение, оценка знаний, аграрные вузы.