

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЛОГИСТИКОЙ

А. Р. Ильязов, Л. Б. Аминул, М. И. Шиккульский

Ильязов Азат Ревалевич, магистрант, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (965) 451-08-77; e-mail: ilyazovazat@yandex.ru;

Аминул Любовь Борисовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной информатики, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (927) 660-59-29; e-mail: aminul.25@mail.ru;

Шиккульский Михаил Игорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики, Астраханский государственный технический университет; доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (917) 171-31-09; e-mail: shikul_m@mail.ru

В статье решается задача управления логистикой для компании электронной коммерции. Показано, что стандартные ИТ-решения неспособны учесть ключевые особенности бизнеса: необходимость особых условий доставки, гибридную модель работы (FBO/FBS) и элементы маркетплейса. В качестве решения предложена оригинальная архитектура системы поддержки принятия решений, интегрирующая аналитическую платформу для расчета и прогнозирования KPI и онтологическую базу знаний для формирования рекомендаций. Разработанный подход формализует процесс целеполагания, анализа и планирования, обеспечивая стратегические преимущества за счет повышения адаптивности, снижения издержек и укрепления лояльности клиентов.

Ключевые слова: *Data mining, онтология, информационно-аналитическая система, система поддержки принятия решений; KPI; электронная коммерция, зоотовары, интеллектуальная система.*

INTELLIGENT SUPPORT SYSTEM FOR LOGISTICS MANAGEMENT

A. R. Ilyazov, L. B. Aminul, M. I. Shikulskiy

Ilyazov Azat Revalevich, undergraduate student, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (965) 451-08-77; e-mail: ilyazovazat@yandex.ru;

Aminul Lyubov Borisovna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Applied Informatics Department, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (927) 660-59-29; e-mail: aminul.25@mail.ru;

Shikulskiy Mikhail Igoryevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Applied Informatics Department, Astrakhan State Technical University; Associate Professor of Automated Design and Modeling Systems Department, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (917) 171-31-09; e-mail: shikul_m@mail.ru

This article addresses the task of logistics management for an e-commerce company. It demonstrates that standard IT solutions are incapable of accounting for key business features: the need for special delivery conditions, a hybrid operation model (FBO/FBS), and marketplace elements. As a solution, an original architecture for a Decision Support System is proposed. This system integrates an analytics platform for calculating and forecasting KPIs with an ontological knowledge base for generating recommendations. The developed approach formalizes the process of goal setting, analysis, and planning, providing strategic advantages through increased adaptability, reduced costs, and enhanced customer loyalty.

Keywords: *Data mining, ontology, information-analytical system, decision support system; KPI; e-commerce, pet products, intelligent system.*

Применение электронных технологий позволило бизнесу выйти на новый уровень, расширяя географию клиентов. Однако резкое увеличение товарооборота и дисперсности заказов поставило перед компаниями новые логистические задачи, связанные с планированием маршрутов, интеграцией со службами доставки, контролем транспортировки и «последней мили», обеспечением прозрачности для потребителей [1–3]. От эффективности доставки зависят прибыль, репутация и лояльность клиентов [4]. Поэтому внедрение интеллектуальных систем управления логистикой становится критически важным шагом

для компании электронной коммерции, стремящейся завоевать рынок.

При этом выбранное решение должно учитывать особенности бизнес-ниши, чтобы превратить логистику в источник стратегического конкурентного преимущества [5]. Наглядной иллюстрацией этих вызовов служит пример компании Petshop – одного из нишевых игроков рынка электронной коммерции.

Среди ключевых особенностей, влияющих на сложность ее логистики, можно выделить:

- широкий ассортимент продукции - от кормов до лекарственных препаратов, требующий

особых условий хранения и доставки товаров каждой категории;

- обширная география потребителей товаров, приводящая к росту логистических издержек и усложнению маршрутного планирования;
- гибридный формат взаимодействия с логистическими партнерами (применение FBO/FBS моделей, доставка грузов собственным транспортом или через операторов, выдача товаров клиенту через ПВЗ или курьером) существенно увеличивает сложность консолидации и отслеживания логистических потоков;
- элементы маркетплейса в бизнес-процессах, обусловленные посреднической ролью компании между поставщиками и покупателями для части заказов, требуют отдельной системы оценки эффективности взаимодействия с продавцами [6].

Данные факторы делают применение типовых программных решений неэффективным, требуя индивидуального планирования логистики для каждого класса заказов.

Стандартные системы поддержки принятия решений [7–18] не способны гибко учитывать всю специфику гибридной модели. Поэтому для оценки эффективности логистических операций и приня-

тия обоснованных управленческих решений требуется специализированный инструмент, основанный на внутренних разработках. Для решения этой задачи авторами предложен комплексный подход к построению информационной системы.

Схема управления логистикой посредством предложенной цифровой платформы отражена в модели IDEF0, приведенной на рисунке 1.

Как видно из приведенной схемы, управление логистикой представляет собой непрерывный итеративный процесс, основанный на постоянном мониторинге и планировании.

Первым и ключевым этапом этого процесса является определение и приоритизация целей компании. Это сложная аналитическая задача, которая предполагает построение системы взаимосвязанных целей и разработку для каждой из них набора ключевых показателей эффективности (KPI) [19]. Например, для цели «повысить своевременность доставки товаров» могут быть заданы такие KPI, как «среднее время транспортировки и доставки», «процент своевременно доставленных товаров», «среднее время ожидания товара клиентом». Для каждого показателя определяются формула расчета и целевые значения. Итоговая иерархия целей и показателей зависит от специфики бизнеса.

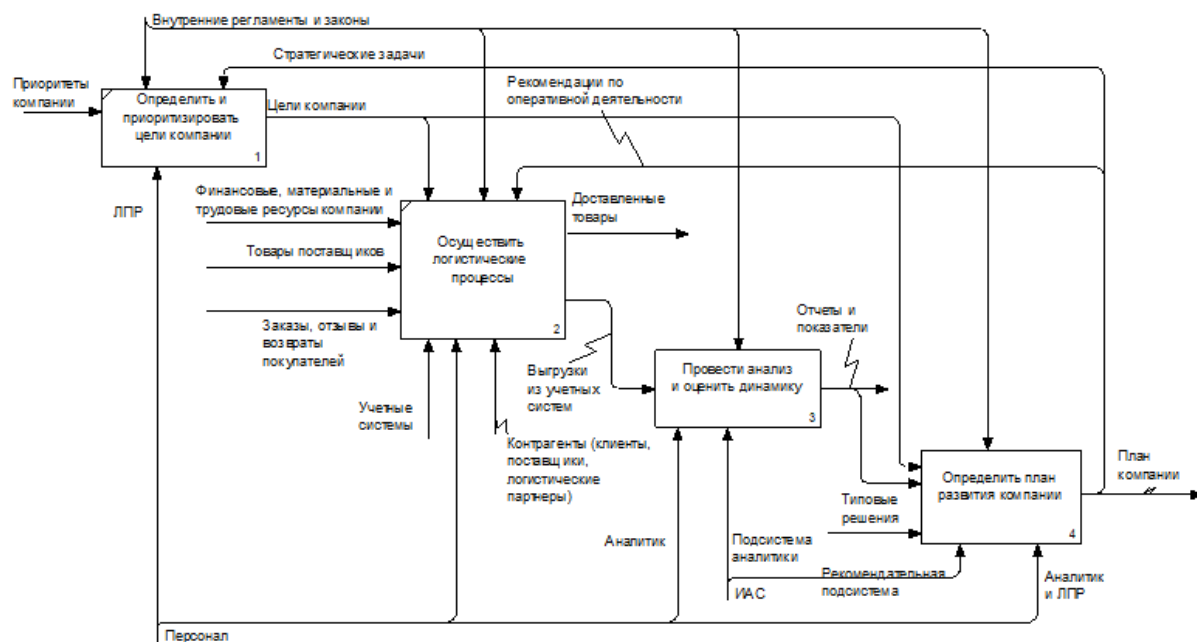


Рис. 1. Модель управления логистическими процессами с помощью ИАС (иллюстрация авторов)
Fig. 1. Model of managing logistics processes using an IAS (illustration by the authors)

На основе этого подхода была разработана иерархическая структура показателей, адаптированная под специфику компании Petshop.

Все показатели в данной структуре классифицированы по четырем основным категориям:

- операционная эффективность – оценка своевременности и качества доставки, а также оптимальности использования ресурсов (складов, транспорта, персонала, ПВЗ);

- финансовая эффективность – анализ выручки, логистических издержек и финансовых потерь, связанных с процессами доставки и взаимодействием сторон в компании;

- взаимодействие с пользователями маркетплейса – оценка эффективности работы с поставщиками и покупателями, включая удовлетворенность последних логистическим сервисом;

• прогнозирование – производные показатели, отражающие динамику и тренды в первых трех категориях, предназначенные для стратегического планирования.

На основании составленного перечня целей и KPI лицо, принимающее решение (ЛПР), определяет приоритетные задачи, соответствующие текущим интересам предприятия.

Далее в соответствии с установленными приоритетными целями в компании реализуются логистические процессы: складирование товаров, взаимодействие с продавцами и покупателями, доставка товаров до конечного потребителя, сбор обратной связи и обработка возвратов. Данные о результатах каждого этапа фиксируются в соответствующих учетных системах.

Собранная в учетных системах информация служит исходной базой для работы системы поддержки принятия решений (СППР), играющей ключевую роль в управлении логистикой. В разработанной системе выделены две подсистемы: аналитическая и рекомендательная.

Аналитическая подсистема отвечает за обработку данных с применением интеллектуальных методов Data mining и расчет показателей. Она реализована на российской платформе Logipom, предоставляющей инструменты для гибкой настройки сценариев анализа, визуализации данных и формирования отчетов [20].

Алгоритм аналитической подсистемы состоит из следующей последовательности этапов:

- 1) загрузка и консолидация данных из учетных систем компании;
- 2) расчет ключевых логистических показателей (KPI) в соответствии с заданной иерархией;
- 3) прогнозирование динамики показателей с использованием модели ARIMAX [21] для выявления трендов;
- 4) комплексный статистический анализ, включающий:
 - расчет дескриптивной статистики;
 - ABC-XYZ-анализ в различных разрезах (поставщики, товарные категории, логистические операторы, регионы);
 - выявление ключевых факторов, влияющих на показатели (габариты груза, температурный режим, срок годности и т. д.) методами факторного анализа;

5) визуализация результатов анализа и формирование отчетов для наглядного представления выявленных зависимостей и вычисленных показателей.

Рекомендательная подсистема предназначена для непосредственной поддержки выбора управленческих решений в логистике. В подсистеме формируются предложения, опираясь на данные аналитической подсистемы - отчетов и рассчитанных значений ключевых показателей. Подсистема разработана на основе онтологической модели

предметной области, созданной в редакторе Protégé [22].

Онтологическая модель позволила формализовать структуру, взаимосвязи и бизнес-правила логистики компании с помощью трех основных элементов:

- концептов (классов) – абстрактных сущностей предметной области, таких как «контрагент», «ресурс», «показатель», «цель» и т. п.;
- экземпляров (индивидов) – конкретных представителей классов (например, конкретный поставщик «поставщик_001», конкретная цель «снизить время доставки на 15 %»);
- свойств (связей и ограничений) - определенных отношений между концептами и экземплярами (например, «имеет показатель», «влияет на стоимость») [23, 24].

Таким образом, онтологическая модель служит формализованной базой знаний предметной области. Ее ключевое практическое преимущество заключается в возможности выполнения интеллектуальных запросов для решения конкретных управленческих задач.

Например, для поддержки решения о повышении прибыли компании Petshop система позволяет выявить все показатели, напрямую влияющие на эту цель. Для этого к онтологической модели выполняется семантический запрос на языке SPARQL [25, 26]. Пример такого запроса, извлекающего экземпляры связанных концептов (целей, показателей), представлен на рисунке 2.

Алгоритм работы рекомендательной подсистемы включает четыре основных этапа:

- 1) наполнение базы знаний: загрузка в онтологию экземпляров типовых корректирующих мероприятий, направленных на улучшение целевых показателей;
- 2) выявление приоритетов: определение показателей, требующих вмешательства, на основе анализа отклонений их фактических значений от плановых;
- 3) подбор рекомендаций: выполнение семантических запросов к онтологической базе знаний для поиска мероприятий, релевантных выявленным проблемным показателям;
- 4) формирование плана: консолидация и анализ подобранных мероприятий в комплексный план развития логистики для рассмотрения ЛПР.

Сформированные системой рекомендации оказывают влияние как на оперативное управление текущими логистическими задачами, так и на стратегическое планирование, включая корректировку долгосрочных целей. Таким образом замыкается жизненный цикл управления логистикой, обеспечивая непрерывное улучшение процесса.

Взаимосвязь всех описанных бизнес-процессов в рамках этого цикла представлена на обобщенной схеме (рис. 3).

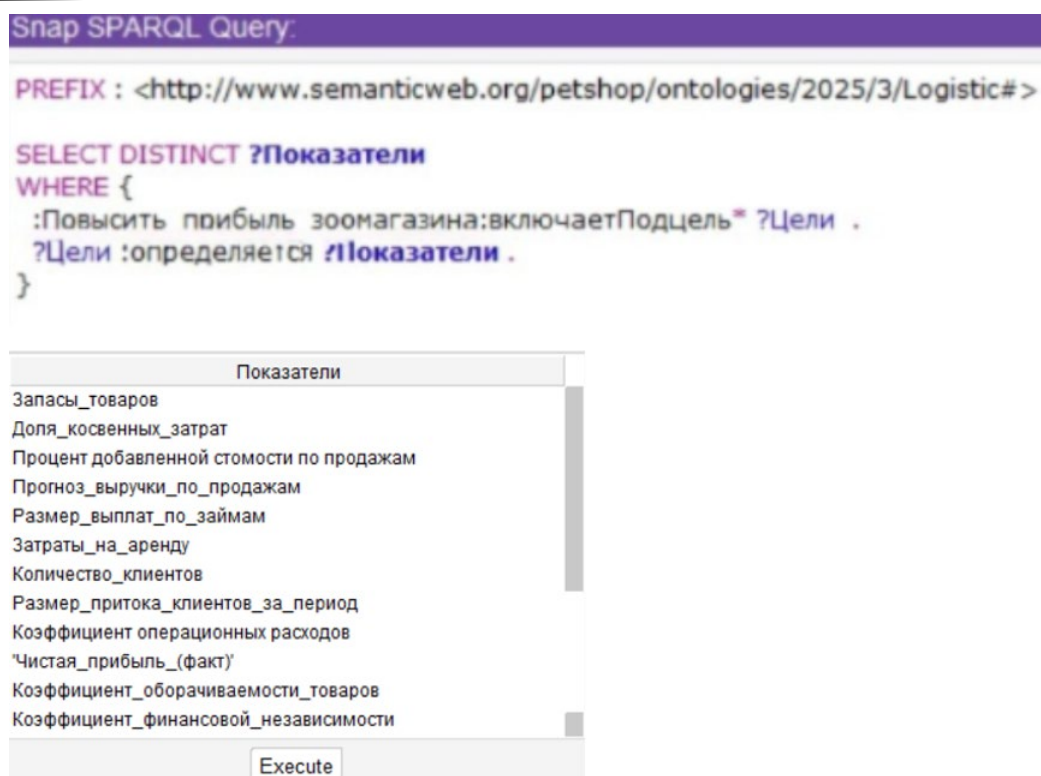


Рис. 2. Пример запроса SPARQL онтологической модели (иллюстрация авторов)
Fig. 2. Example of a SPARQL query for an ontological model (illustration by the authors)

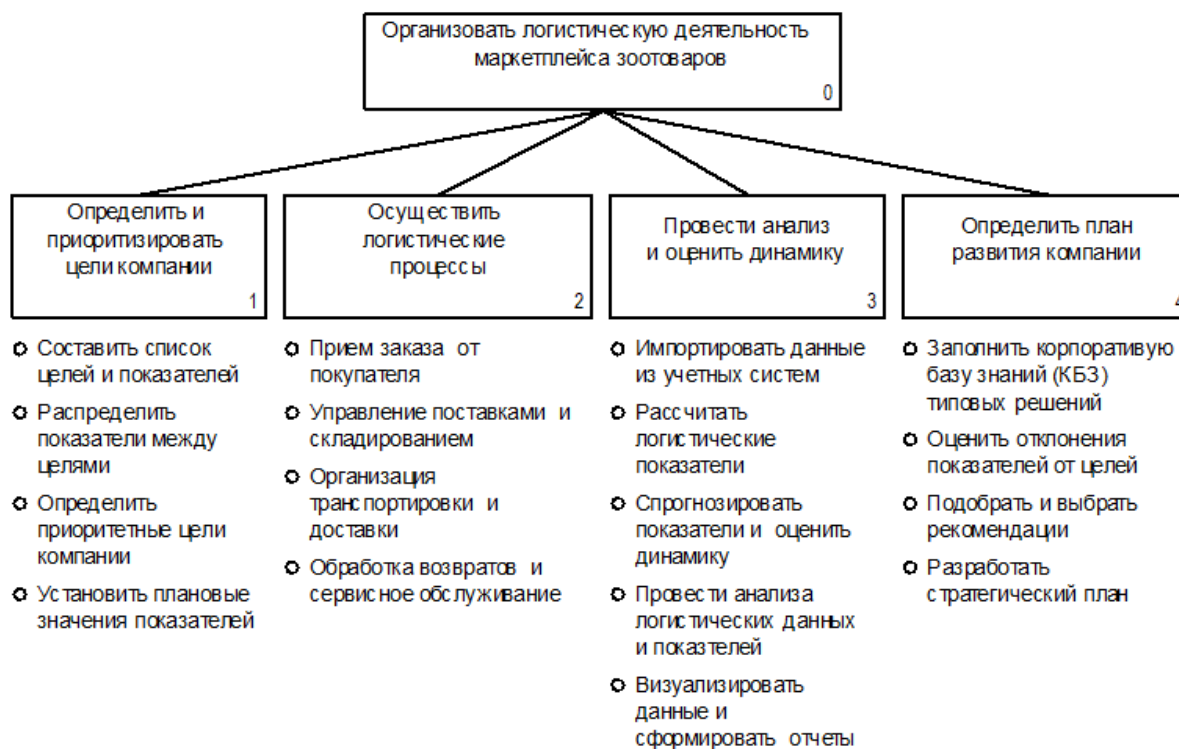


Рис. 3. Дерево узлов модели управления логистическими процессами (иллюстрация авторов)
Fig. 3. Tree of nodes of the logistics process management model (illustration by the authors)

Заключение

Внедрение предложенной цифровой модели управления логистикой обеспечит предприятию электронной коммерции ряд стратегических и операционных преимуществ:

- повышение гибкости и адаптивности за счет оперативного реагирования на изменение рыночной конъюнктуры и отклонения ключевых показателей от целевых значений;

- снижение зависимости от человеческого фактора при планировании логистических операций за счет формализации знаний и использования аналитики данных;

- сокращение финансовых потерь, вызванных логистическими ошибками, простоями и возвратами товаров;

- оптимизация распределения ресурсов (складов, транспорта, персонала, ПВЗ) во всей цепи поставок;

- укрепление репутации компании и лояльности клиентов благодаря более надежному, предсказуемому и качественному сервису доставки.

В настоящее время ведутся работы по дальнейшему развитию системы. В рамках текущих исследований решаются задачи масштабирования базы знаний, учета потребительских предпочтений, а также адаптации архитектуры под задачи других сегментов электронной коммерции.

Список литературы

1. Top Ecommerce Trends to Watch in 2025 // BigCommerce. – 2025. – Режим доступа: <https://www.bigcommerce.com/articles/ecommerce/ecommerce-trends/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
2. Ecommerce trends: top 15 to watch in 2025 // Hostinger Tutorials. – 2025. – Режим доступа: <https://www.hostinger.com/tutorials/ecommerce-trends>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
3. Ревина С. Ю. Тенденции и перспективы российской электронной коммерции / С. Ю. Ревина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2017. – Т. 25, №4. – С. 487–497. – doi: 10.22363/2313-2329-2017-25-4-487-497.
4. Overcoming e-commerce barriers in developing markets: A review of data-driven strategies for sustainable growth // Sustainable Futures. – 2025. – Vol. 10. – P. 101408. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sfsr.2025.101408>.
5. Иванов Д. Ю. Логистика «последней мили» в электронной розничной торговле: проблемы и решения / Д. Ю. Иванов // Логистика сегодня. – 2022. – № 3. – С. 45–58.
6. Официальный сайт магазина «Petshop». – Режим доступа: <https://www.petshop.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Медведева, Г. Б. Влияние цифровых инструментов на интеграцию бизнес-процессов в цепях поставок / Г. Б. Медведева, Л. А. Захарченко // Логистика: современные тенденции развития : материалы XXIII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 04–05 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург : Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, 2024. – С. 51–59. – EDN NOFWWY.
8. Баркова В. М. Информационно-аналитическая система поддержки деятельности супермаркета / В. М. Баркова, М. И. Шиккульский // 73-я Международная студенческая научно-техническая конференция : материалы конференции, Астрахань, 17–22 апреля 2023 года. – Астрахань : Астраханский государственный технический университет, 2023. – С. 666–668.
9. Гусев С. С. Исследование проекта процессной информационной системы управления цепями поставок на примере бизнес-процесса ООО «AUVIX» / С. С. Гусев, В. В. Макаров // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1 (39). – С. 122–128.
10. Шиккульский М. И. Применение ETL-процессов для автоматизации анализа данных по розничным продажам / М. И. Шиккульский, О. В. Медведева, В. М. Баркова, Л. А. Плешакова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 4 (42). – С. 108–113.
11. Абуова Г. Б. Разработка системы поддержки принятия решений по выбору технологий очистки поверхностных природных вод / Г. Б. Абуова, М. И. Шиккульский, О. М. Шиккульская // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 4 (46). – С. 115–121. – DOI 10.52684/2312-3702-2023-46-4-115-121. – EDN VMEZIR.
12. Есмагамбетов Т. У. Принятие решений по выбору маршрута следования подразделений пожарной охраны на объект пожара в условиях городской среды / Т. У. Есмагамбетов, О. М. Шиккульская, И. Т. Богатырев // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования : материалы XIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 28–31 мая 2024 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 269–271. – EDN LNUIEQ.
13. Шиккульская О. М. Обеспечение конструктивно-технологической безопасности объекта защиты на основе принятия решений в условиях неопределенности / О. М. Шиккульская, Г. Е. Никифоров // Каспий и глобальные вызовы : материалы Международной научно-практической конференции, Астрахань, 23–24 мая 2022 года / сост. : О. В. Новиченко и др. – Астрахань : Астраханский государственный университет, 2022. – С. 806–812. – EDN UKTFSB.
14. Шиккульская О. М. Решение оптимизационных задач транспортной логистики с учетом состояния и загруженности дорог / О. М. Шиккульская, Т. У. Есмагамбетов // Вестник МГСУ. – 2015. – № 12. – С. 160–173.
15. Petrova E. Decision making, some individual decision-making styles and software for decision making / E. Petrova, R. Ștefănescu // Przegląd Nauk o Obronności. – 2022. – № 15. – P. 1–12. – DOI 10.37055/pno/156919. – EDN OZCGXI.
16. Yung K. K. Judgement and Decision Making in Clinical and Return-to-Sports Decision Making: A Narrative Review / K. K. Yung, C. L. Ardern, F. R. Serpiello, S. Robertson // Sports Medicine. – 2024. – DOI 10.1007/s40279-024-02054-9. – EDN DUZPBF.
17. Charles C. Decision-making in the physician-patient encounter: revisiting the shared treatment decision-making model / C. Charles, A. Gafni, T. Whelan // Social Science & Medicine. – 1999. – Vol. 49, № 5. – P. 651–661. – EDN HAJNNH.
18. Radecki C. M. Gender-role differences in decision-making orientation and decision-making skills / C. M. Radecki, J. Jaccard // Journal of Applied Social Psychology. – 1996. – Vol. 26. – P. 76–94. – EDN HIFLBR.

19. Горбачева А. И. Показатели эффективности логистики интернет-магазина / А. И. Горбачева // Бизнес. Образование. Экономика : сборник статей Международной научно-практической конференции, Минск, 1–2 апреля 2021 года / под ред. : В. В. Манкевича и др. – Минск : Институт бизнеса БГУ, 2021. – С. 456-458.
20. Официальный сайт платформы Loginom. – Режим доступа: <https://loginom.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
21. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс, Г. Рейнсел. – 5-е изд. – Москва : Диалектика, 2021. – 424 с.
22. Stanford Center for Biomedical Informatics Research. Protégé. – Режим доступа: <https://protege.stanford.edu/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
23. Андреев Д. А. Модель концептов действий в онтологических представлениях технологий / Д. А. Андреев // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. – 2014. – № 3 (62). – С. 85–87.
24. Копайгородский А. Н. Применение онтологий в семантических информационных системах / А. Н. Копайгородский // Онтология проектирования. – 2014. – №4 (14). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-ontologiy-v-semanticheskikh-informacionnyh-sistemah> (дата обращения: 06.12.2025), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
25. Harris S, Seaborne A. SPARQL 1.1 Query Language / S. Harris, A. Seaborne // World Wide Web Consortium (W3C). – 2013. – Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
26. Kaur J. Enhancing SPARQL query generation for question answering with a hybrid encoder-decoder and cross-attention model / J. Kaur, M. Kumar // Journal of Web Semantics. – 2025. – Vol. 87. – Art. 100869. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.websem.2025.100869>.

© А. Р. Ильязов, Л. Б. Аминул, М. И. Шиккульский

Ссылка для цитирования:

Ильязов А. Р., Аминул Л. Б., Шиккульский М. И. Интеллектуальная система поддержки принятия решений по управлению логистикой // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2025. № 4 (54). С. 75–80.