

УДК 004.896

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ В ЛОГИСТИКЕ



М.Г. Иващенко
Инженер-программист
ЦИИР БГУИР
ivas.maxon21092@gmail.com



С.Н. Нестеренков
Декан факультета
компьютерных систем и
сетей БГУИР, кандидат
технических наук, доцент
s.nesterenkov@bsuir.by



А.В. Ситников
Инженер-программист
ЦИИР БГУИР
sitnikov.alexey1@gmail.com

М.Г. Иващенко

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. в 2022 году по специальности «Вычислительные машины, системы и сети». Работает инженером-программистом в отделе информационных технологий ЦИИР БГУИР.

С.Н. Нестеренков

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Кандидат технических наук, декан факультета компьютерных систем и сетей Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий. Автор публикаций на тему машинного обучения, алгоритмов принятия решений, искусственных нейронных сетей и автоматизации.

А.В. Ситников

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в 2022 году по специальности «Вычислительные машины, системы и сети». Работает инженером-программистом в отделе информационных технологий ЦИИР БГУИР.

Аннотация. Статья рассматривает роль нейронных сетей в улучшении эффективности логистических процессов через автоматизацию. Она предоставляет анализ актуальных задач логистики, демонстрирует преимущества и вызовы использования нейронных сетей, а также приводит успешные случаи внедрения нейронных сетей в логистических компаниях, а также будущие перспективы развития.

Ключевые слова: нейронные сети, логистика, эффективность нейронных сетей, оптимизация маршрутов, автоматизация в логистике.

Введение. В современном мире, где технологии и бизнес-модели постоянно меняются, логистика становится важной областью и автоматизация играет в этой области огромную роль. Однако с увеличением количества товаров становится и сложнее цепочка поставок, что в свою очередь будет труднее для обработки логистическими компаниями. Традиционные способы автоматизации часто не могут справиться с такими сложными задачами, как управление запасами, оптимизация маршрутов и планирование поставок. Эти системы могут столкнуться с трудностями адаптации к изменяющимся условиям рынка и не всегда справляются с колебаниями спроса и предложения.

В контексте решения проблем автоматизации в логистике, нейронные сети представляют собой мощный инструмент, способный адаптироваться к изменениям, выявлять сложные паттерны и прогнозировать тенденции. Использование искусственного интеллекта может предоставить более гибкие и точные решения, способные учитывать множество переменных и динамически адаптироваться к условиям рынка.

Цель данной статьи заключается в глубоком анализе и документировании преимуществ, технических аспектов, вызовов, успешных кейсов и будущих перспектив применения нейронных сетей в логистике. Разработка четкого понимания роли нейронных сетей в современных логистических операциях поможет компаниям принимать обоснованные решения о внедрении технологий, способствующих повышению эффективности и конкурентоспособности их бизнеса.

Основные задачи логистики и их решение с помощью нейронных сетей. Рассмотрим основные проблемы логистики, которые можно удачно решить с помощью нейронных сетей.

Прогнозирование спроса на товар с помощью нейронных сетей. Одним из основных преимуществ нейронных сетей является их возможность искать взаимосвязь между входными и выходными данными. Их архитектура позволяет находить нелинейные зависимости. Для прогнозирования спроса с использованием нейронных сетей, необходимо собрать разнообразные данные. Это могут быть как данные о прошлых продажах, поведении покупателя, погодных условиях, праздниках и других факторах, которые непосредственно могут влиять на спрос. Затем осуществляется подготовка данных и выбор архитектуры нейронной сети. Далее производится обучение модели на подготовленных данных. Благодаря хорошо обученной нейронной сети модель будет позволять анализировать текущие данные и факторы, которые влияют на спрос на товар у покупателей и с этой помощью позволят предсказывать, как изменится спрос в будущем.

Оптимизация маршрутов и планирование поставок с помощью нейронных сетей. Нейронные сети позволяют рассчитывать наиболее оптимальные маршруты на основе большого количества данных, таких как дорожные условия, транспортные средства и расписание доставки. Использование нейронных сетей в оптимизации маршрутов имеет следующие преимущества: эффективность, экономия и масштабируемость. К недостаткам можно отнести высокую стоимость, требование высококвалифицированных специалистов и др. Таким образом можно сделать вывод, что в настоящее время нейронные сети позволяют эффективно оптимизировать маршруты и планировать поставки соответственно, но в процессе внедрения новых технологий необходимо учитывать недостатки, связанные с применением нейронных сетей.

Мониторинг и управление складскими операциями. Существует несколько способов как можно значительно улучшить эффективность управления складскими процессами. Прежде всего нейронные сети могут быть обучены распознавать и классифицировать товары по их внешнему виду или уникальным характеристикам и это может помочь в автоматическом отслеживании товаров на складе без необходимости ручного вмешательства. Одним из способов является использование нейронных сетей совместно с технологиями *Radio-Frequency Identification (RFID)* или *Internet of Things (IoT)*, которое позволяет более точно и быстро отслеживать перемещение товаров на складе. Нейронные сети также могут управлять системами автоматизированной сборки заказов, определяя оптимальный порядок сборки товаров и сокращая время выполнения заказов. Помимо всего вышеперечисленного анализ данных и использование нейронных сетей позволяют более точно предсказывать время доставки, что улучшает обслуживание клиентов и повышает удовлетворенность заказчиков.

Решение проблемы последней мили. «Последней милей» в логистике принято обозначать завершающий этап доставки – до конечного потребителя, например, из

распределительного центра до двери покупателя. Нейронные сети способны сделать процесс доставки на последнем этапе более эффективным, учитывая географические особенности и предпочтения клиентов. На данный момент существует несколько идей того, как можно улучшить эффективность решения данной проблемы: улучшать или осуществлять персонализированную доставку с использованием нейронных сетей для более точного предсказания времени доставки и выбора оптимального момента, также можно использовать данные о предпочтениях клиентов для предоставления дополнительных услуг, например определенное время доставки или выбор места для получения товара; наладить взаимодействие с клиентами, а именно разработку систем уведомлений и отслеживания с использованием нейронных сетей для предоставления клиентам более точной информации о статусе доставки.

Типы нейронных сетей и их применение в логистике.

Многослойные перцептроны (MLP). MLP представляют собой базовую форму нейронной сети, состоящую из как минимум трех слоев нейронов. Данный тип нейронных сетей можно использовать в прогнозировании спроса на товары с целью оптимизации запасов, а также в маршрутном планировании, чтобы оптимизировать логистические операции.

Рекуррентные нейронные сети (RNN). RNN обладают способностью запоминать предыдущие входы, что делает их подходящими для анализа временных последовательностей. Рекуррентные нейронные сети можно применить в прогнозировании времени доставки, так как они могут обучаться на основе исторических данных и предсказывать время доставки грузов. Также способность данного типа нейронных сетей анализировать временные зависимости полезна для управления запасами в реальном времени.

Сверточные нейронные сети (CNN). CNN специализируются на обработке и анализе данных, имеющих пространственную структуру, таких как изображения. CNN может использоваться для распознавания и классификации грузов на основе изображений, а также с целью оптимизации маршрутов транспортных средств при помощи анализа картографических данных.

Глубокие автокодировщики (DAE). DAE используются для обучения компактным представлениям входных данных и их восстановлению. Их можно использовать в целях улучшения кластеризации товаров, а именно для группировки товаров в логистических цепочках. Помимо вышечисленного представление, полученное с использованием глубоких автокодировщиков, может помочь в оптимизации распределения товаров на складе.

Генеративные состязательные сети (GAN). Генеративно-состязательная нейросеть представляет собой архитектуру, которая состоит из генератора и дискриминатора, настроенных на работу друг против друга. Данный тип нейронных сетей можно использовать в создании сценариев для тестирования логистических стратегий без фактического их выполнения.

Технические вызовы и пути их преодоления.

Обработка больших объемов данных. Для эффективного обучения нейронных сетей и последующего их использования в логистике и других сферах необходимы обширные объемы данных. Чтобы преодолеть данный вызов можно использовать различные технологии для эффективной обработки информации, а также хранения больших данных.

Обучение на реальных данных. Недостоверные реальные данные снижают эффективность их работы. Чтобы преодолеть данный технический вызов, можно использовать генерацию синтетических данных либо осуществлять адаптацию реальных данных к тому, что считается достоверным.

Безопасность данных. Большим техническим вызовом безусловно является обеспечение безопасности данных при использовании нейронных сетей. Для этой цели следует применять современные методы и алгоритмы шифрования данных, чтобы обеспечить конфиденциальность и защиту от взломов.

Экономические выгоды и расходы. Благодаря рассмотренным методам автоматизации логистических процессов с использованием нейронных сетей существенно снижается необходимость в большом количестве сотрудников, но в качестве противовеса требуются расходы для обучения персонала и внедрения новых технологий. К экономическим выгодам можно отнести улучшенную эффективность доставки продуктов, управления запасами, прогнозирования спроса, что может привести к значительному увеличению прибыльности, но для этого опять же нужны первоначальные расходы и капитал, чтобы внедрить системы на основе нейронных сетей.

Случаи успешного применения нейронных сетей в логистике.

Coca-Cola: оптимизация снабжения и прогнозирование спроса. *Coca-Cola* внедрила систему глубокого обучения для оптимизации цепочки поставок и прогнозирования спроса. Нейронные сети анализируют большие объемы данных, включая информацию о продажах, погодных условиях и рекламных кампаниях. Это позволяет компании точнее предсказывать спрос, оптимизировать запасы и улучшать эффективность поставок.

Amazon: роботизированные склады с использованием искусственного интеллекта. *Amazon* успешно применяет нейронные сети и другие технологии искусственного интеллекта для управления своими роботизированными складами. Система использует машинное обучение для принятия решений о маршрутах и организации товаров на складе, что позволяет сократить время обработки заказов и улучшить общую эффективность логистики.

Maersk: прогнозирование грузовых потоков и маршрутов. Мировой логистический гигант *Maersk* применяет нейронные сети для прогнозирования грузовых потоков и оптимизации морских маршрутов. Алгоритмы глубокого обучения анализируют множество факторов, таких как погодные условия, политическая обстановка, исторические данные о перевозках, чтобы предсказать оптимальные маршруты и сроки доставки.

UPS: повышение эффективности маршрутизации. Компания *UPS* использует нейронные сети для улучшения эффективности маршрутизации грузов. Система анализирует данные о движении транспортных средств, дорожных условиях, сроках доставки и других параметрах, чтобы автоматически оптимизировать маршруты, уменьшая затраты на топливо и время доставки.

Перспективы внедрения новых технологий в логистические процессы. Внедрение новых технологий в логистические процессы будет способствовать повышению эффективности и конкурентоспособности компаний. Некоторые перспективы в этом направлении включают: использование роботов и автономных транспортных средств; технология блокчейн для обеспечения более высокого уровня прозрачности в логистических цепях, что поможет предотвратить мошенничество и снизить потери; технологии будут направлены на создание более экологичных логистических систем, включая оптимизацию маршрутов для снижения выбросов и использования электрических транспортных средств.

Заключение. В данной статье были представлены ключевые моменты, связанные с внедрением нейронных сетей в логистические операции. Основные результаты включают

в себя рассмотрение улучшения эффективности и точности прогнозирования спроса, оптимизации маршрутов доставки, а также повышения общей эффективности логистических процессов. Нейронные сети продемонстрировали потенциал в улучшении управления цепями поставок, снижении издержек и повышении уровня обслуживания клиентов.

Список литературы

- [1] Арифджанова Н.З. Инновационные концепции развития логистических услуг по перевозке и складированию грузов // Научный журнал «A Posteriori». - 2015.
[2] Nazarova V. Influence of integrated communications on increasing the attractiveness of transport services in Uzbekistan // International Finance and Accounting. - 2018. - Т. 2018. - №. 5.
[3] Карпова Ю.А., Соколов Н.Н. Цифровые технологии по оценке персонала в управлении и образовании: настоящее состояние и перспективы // Редакционная коллегия. - 2019.

Авторский вклад

Иващенко Максим Геннадьевич – руководство написанием статьи, анализ результатов работы.

Нестеренков Сергей Николаевич – формирование темы и задач исследования, определение объекта и предмета исследования.

Ситников Алексей Владимирович – подготовка данных по логистическим проблемам.

EFFECTIVE USE OF NEURAL NETWORKS IN SOLVING AUTOMATION PROBLEMS IN LOGISTICS

M.H. Ivashchenko

Software Engineer at information technologies department at the BSUIR

S.N. Nesterenkov

Dean of the Faculty of Computer systems and Networks of BSUIR, Associate Professor

A.V. Sitnikov

Software Engineer at information technologies department at the BSUIR

Abstract. The article examines the role of neural networks in improving the efficiency of logistics processes through automation. It provides an analysis of current logistics tasks, demonstrates the advantages and challenges of using neural networks, and provides successful cases of neural networks implementation in logistics companies as well as future development prospects.

Keywords: neural networks, logistics, efficiency of neural networks, route optimisation, automation in logistics.