

В. А. Прушак, Д. Е. Картель

Институт бизнеса БГУ, Минск, Беларусь

Научный руководитель – Е. Н. Костюкова, кандидат экономических наук

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ И ПРЕИМУЩЕСТВА ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В работе рассматривается влияние цифровых двойников на складскую логистику. Основное внимание уделено использованию цифровых двойников для оптимизации процессов управления запасами и складскими операциями. Подчеркивается важность этой технологии для повышения точности прогнозирования, улучшения контроля над запасами, снижения издержек и ускорения операций.

Ключевые слова: *цифровые двойники, складская логистика, оптимизация управления запасами, точность прогнозирования, контроль запасов, снижение издержек*

Цифровой двойник в цепочке поставок – это виртуальная копия или модель физической системы или процесса цепочки поставок. Он использует данные в реальном времени и технологии, чтобы создать цифровую версию, которая будет вести себя и предоставлять такие же характеристики, как и аналогичная физическая система.

Цифровые двойники – это своего рода цифровая копия реального продукта или процесса, которая помогает связать его с различными существующими программными системами, такими как управление жизненным циклом продукта (PLM), планирование ресурсов предприятия (ERP), управление цепочкой поставок (SCM) и другими. Это позволяет интегрировать операционные и информационные технологии организации. Компании, которые используют цифровых двойников, быстрее разрабатывают надежные решения и добиваются более высокой отдачи от инвестиций [1].

Основная задача – это синхронизация физического объекта с его цифровым аналогом в беспроводной среде для передачи информации в режиме реального времени. В современной логистике большинство процессов уже оцифрованы, что в значительной степени влияет на их решение. Данные, полученные с помощью датчиков и других источников, дают наиболее полное представление о текущем состоянии дел, образующих цифровой двойник [3].

Основные особенности цифрового двойника в цепочке поставок

Интеграция данных: цифровой двойник интегрирует данные из различных источников по всей цепочке поставок, включая IoT-датчики, корпоративные системы и другие источники. Таким образом, поставщики услуг получают реальное представление о текущем состоянии цепочки поставок.

Симуляция и моделирование: цифровые двойники позволяют проводить симуляции и моделирование различных сценариев, анализ «Что, если...». Менеджеры цепочки поставок могут использовать цифровой двойник для оценки влияния изменений или нарушений в цепи и принятия обоснованных решений.

Мониторинг производительности: собирая и анализируя данные в реальном времени, цифровой двойник помогает отслеживать производительность цепочки поставок. Он может выявлять узкие места, неэффективность и потенциальные риски, что позволяет предпринимать проактивные меры по оптимизации операций и смягчению нарушений.

Прогностический анализ: цифровой двойник может предоставлять прогнозные данные о будущей производительности цепочки поставок, используя исторические данные и алго-

ритмы машинного обучения. Эта возможность помогает прогнозировать спрос, оптимизировать уровни запасов и улучшать общую устойчивость цепочки поставок.

Сотрудничество и видимость: цифровой двойник способствует сотрудничеству между заинтересованными сторонами цепочки поставок, предоставляя общую платформу для обмена информацией. Он способствует координации и коммуникации между различными субъектами.

Виды цифровых двойников

К созданию цифровых двойников существует множество подходов. Они отличаются в зависимости от уровня интеграции и потока данных. В управлении складом в основном применяют три:

1. Цифровая тень. Это модель реального объекта, которую можно использовать исключительно для мониторинга и диагностики текущего состояния оборудования и других объектов. Воздействовать на реальный объект через его цифровую тень невозможно. Зато можно использовать полученные данные для последующего анализа (математического, статистического и т. д.). Цифровая тень подключена к работающему оборудованию и получает от него информацию в реальном времени.

2. Цифровой двойник с визуализацией. Двойники такого типа могут формировать условия эксплуатации и предсказывать поведение оборудования в различных ситуациях. Визуализация предназначена для того, чтобы человек имел возможность наблюдать ситуацию и анализировать ее самостоятельно с точки зрения своего опыта, интуиции и т. п. Такого рода двойники могут быть очень полезны при обучении персонала, модернизации склада или прогнозировании эффективности процессов в зависимости от меняющихся условий.

3. Цифровой двойник с полноценной обратной связью. Такой двойник полностью моделирует работу системы. Например, оператор может управлять сложным транспортным средством, находясь за сотни километров от склада [4].

Применение цифровых двойников

Возможности цифровых двойников складской системы:

- Моделирование новых объектов используется при строительстве нового склада. В цифровом двойнике просчитываются и оцениваются тысячи сценариев, что позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант с учетом всех заданных характеристик и ограничений, таких как температурные режимы, соседство товаров, технологии хранения и комплектации, пропускная способность и другие параметры. Вручную этот процесс занял бы несоизмеримо больше времени, и риск ошибок был бы значительно выше.

- Оптимизация размещения товаров и планирования рабочих процессов: эта функция улучшает планировку склада и условия хранения. Компания с помощью виртуальной модели выявляет уязвимые места, перераспределяет ресурсы и улучшает процесс сборки заказов. В результате заказы обрабатываются быстрее и качественнее с меньшими трудозатратами, что повышает пропускную способность склада и лояльность клиентов. Это также способствует снижению издержек и повышению общей эффективности складских операций, создавая дополнительные конкурентные преимущества для компании.

- Аналитика производительности и оптимизация: цифровые двойники используют расширенную аналитику и алгоритмы машинного обучения для обработки огромных объемов данных, собираемых в ходе складских операций. В цифровом двойнике анализируются ключевые показатели эффективности, такие как точность и время выполнения заказа, производительность склада и другие. Эта аналитика выявляет недостатки, позволяет совершен-

ствовать стратегию и вносить изменения. Подход, основанный на данных, позволяет максимально оптимизировать работу и достигать высокой экономической эффективности.

- Управление рисками и моделирование: складская логистика представляет собой сложный процесс, где успех зависит от множества компонентов. Цифровой двойник выявляет потенциальные риски, которые могут быть связаны с изменениями спроса, сбоями в поставках и другими внешними и внутренними факторами. Благодаря моделированию различных сценариев в виртуальной среде разрабатываются надежные планы для учета непредвиденных обстоятельств. Это позволяет снижать риски, а также повышать общую устойчивость компании на рынке [5].

Несмотря на все перечисленные плюсы и возможности, которые дают цифровые двойники, решение о создании виртуальной модели стоит принимать взвешенно.

В первую очередь, это затратный процесс, при котором попытка сэкономить может нивелировать все преимущества проекта. Создание качественной модели требует значительных вложений: помимо программного обеспечения, склад должен быть оснащен всеми необходимыми IoT-технологиями, такими как датчики, камеры и т. д. Чем тщательнее будут собираться данные и проектироваться складские процессы, тем точнее цифровой двойник будет отражать реальную ситуацию, что позволит избежать множества проблем при эксплуатации.

Важно помнить, что ни одна модель не способна отразить все нюансы реального функционирования складской системы. Поручив управление складом и процессами искусственному интеллекту, существует риск утратить контроль и потерять понимание ситуации. Чем больше решений принимает искусственный интеллект, тем труднее человеку становится понять мотивы этих решений. Стоит выстраивать структуру управления так, чтобы искусственный интеллект выполнял до разумной степени ограниченные задачи, между которыми контроль возвращался бы к человеку. Это даст персоналу контроль за ситуацией и возможность вовремя вносить необходимые изменения.

Каждая ситуация требует специфического уровня моделирования реального мира. Главное – получить систему, которая решает именно ваши задачи. Важно корректно сформулировать бизнес-задачу и найти оптимальное решение с подходящим набором инструментов – как новейших, так и проверенных временем.

Список использованных источников

1. Зачем нужны цифровые двойники в складской логистике / Формат кода. – URL: <https://formatkoda.ru/blog/zachem-nuzhny-cifrovye-dvojniki-v-skladskoj-logistike/> (дата обращения: 29.11.2024).

2. Цифровые двойники в логистике / Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. ст. XXVI Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2023. – 190 с. – URL: <https://nfp2b.ru/2019/08/28/tsifrovye-dvojniki-v-logistike/> (дата обращения: 29.11.2024).

3. Интеграция цифрового двойника в логистические процессы: как и зачем это нужно вашему бизнесу / LeverX. – URL: <https://leverx.com/ru/newsroom/how-does-digital-twin-improve-decision-making-in-the-supply-chain> (дата обращения: 29.11.2024).

4. Цифровые двойники в складской логистике: как имитационное моделирование повышает эффективность работы / NR. New Retail. – URL: https://new-retail.ru/tehnologii/tsifrovye_dvoyniki_v_skladskoj_logistike_kak_imitatsionnoe_modelirovanie_povyshaet_effektivnost_rabo/ (дата обращения: 29.11.2024).