

**ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК СКЛАДА КАК ИНСТРУМЕНТ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ЗАПАСАМИ НА СКЛАДЕ**

**DIGITAL WAREHOUSE DOUBLE AS A TOOL FOR IMPROVING
WAREHOUSE INVENTORY MANAGEMENT EFFICIENCY**

Якубовская Т. Л., ст. преп., **Шаляпин А. Д.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

T. Yakubovskaya, Lecturer, **A. Shaliapin**, Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В данной статье исследованы возможности решения актуальных проблем управления запасами на складе при помощи использования цифровых двойников склада и иных систем управления запасами.

This article explores the possibilities of solving current inventory management problems in a warehouse using digital warehouse twins and other inventory management systems.

Ключевые слова: цифровой двойник, ABC- и XYZ-анализ, цифровые технологии, анализ больших данных.

Keywords: digital twin, ABC and XYZ analysis, digital technologies, big data analysis.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Беларусь все еще функционирует значительное количество складов низкой классности, что свидетельствует о недостаточном уровне развития цифровых технологий и автоматизации в складской отрасли. Отсутствие современных информационных систем управления и автоматизированных средств обработки данных приводит к значительным затруднениям в учете товарно-материальных запасов, а также ограничивает возможности оперативного контроля и прогнозирования складских операций.

Такие недостатки способствуют возникновению ошибок при ведении учета, увеличивают риск избыточных или дефицитных запасов и снижают уровень прозрачности логистических процессов. Это нега-

тивно отражается на общей операционной эффективности склада, приводит к снижению оборачиваемости запасов и, как следствие, уменьшает прибыльность предприятия. В условиях растущей конкуренции и необходимости обеспечения высокого уровня сервиса данные проблемы становятся критически значимыми, что подчеркивает актуальность внедрения передовых цифровых технологий, таких как системы управления складом (WMS), автоматизированные системы учета и цифровые двойники.

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ И ПРИМЕРЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Современная логистическая отрасль в Республике Беларусь, как и во многих странах, активно развивается под влиянием глобальной цифровизации. Рост требований к скорости, точности и прозрачности обслуживания стимулирует белорусские предприятия внедрять современные технологии для повышения эффективности складских процессов. Однако в ряде компаний до сих пор наблюдается низкая степень цифровизации складских операций, что связано с ограниченным внедрением автоматизированных систем и недостаточным использованием аналитических инструментов. В этих условиях управление запасами остается одной из наиболее острых проблем, напрямую влияющей на экономическую эффективность бизнеса [1].

Цифровой двойник – виртуальная модель физического склада, синхронизированная с реальным объектом через поток данных в режиме реального времени – предлагает новые возможности для оптимизации складской логистики в Беларуси. Технология цифровых двойников начинает внедряться в республике преимущественно на крупных предприятиях, в том числе в пищевой промышленности, машиностроении и торговле. Например, на одном из крупных логистических центров Минска внедрение цифрового двойника позволило сократить время обработки заказов и улучшить точность учета запасов, что существенно повысило качество клиентского сервиса.

Мировой опыт применения цифровых двойников на складах компаний свидетельствует о значительных положительных тенденциях в развитии компаний, использующих данный инструмент. Например, специалисты компании DNL создали цифровую модель склада с помощью данных датчиков LoT, GPS и др., разработанных алгоритмов

для анализа данных, интегрировав ее в WMS-систему. Таким образом DNL добилась роста производительности труда на 15 % и улучшения точности прогнозирования спроса на 25 %, что привело к сокращению складских затрат на 10 % [2].

Другой пример – создание цифровых двойников склада компании Walmart, благодаря которым были выявлены неэффективные процессы, в том числе, связанные с энергопотреблением, и произведена интеграция системы управления складом с системами автоматизации для управления освещением, отоплением и охлаждением. В результате энергопотребление сократилось на 15 %, уменьшение выбросов углекислого газа – на 10 %; эффективность использования ресурсов компании в целом увеличилась на 8 % [3].

Однако создание и применение цифровых двойников связано со значительными инвестициями в программное обеспечение и квалифицированный персонал; предполагает обработку значительного массива данных, что требует специальных технологий обработки информации. Также следует отметить, что цифровые двойники, как и любые современные средства оптимизации бизнес-процессов компаний, связанные с информационными технологиями, могут привести к уязвимости компании для кибератак, а значит требуют дополнительных инвестиций в кибербезопасность.

Для успешного преодоления этих негативных моментов особое внимание необходимо уделять подбору специалистов, обладающих соответствующими знаниями, опытом и креативным мышлением, что позволит создать адекватные модели склада, а также постоянному мониторингу цифровых двойников для своевременного устранения возможных проблем.

При традиционном управлении запасами белорусские склады часто опираются на классические методы ABC- и XYZ-анализа, позволяющие выделять наиболее значимые и наиболее предсказуемые товарные группы. Однако из-за недостаточной автоматизации и ограниченного доступа к оперативным данным такие исследования в Беларуси зачастую выполняются нерегулярно и с использованием устаревших данных. В результате предприятия сталкиваются с риском накопления избыточных запасов или дефицита, что увеличивает затраты на хранение и снижает уровень обслуживания. Внедрение цифровых двойников на белорусских складах значительно

усиливает потенциал ABC- и XYZ-анализов за счет постоянного обновления информации и применения алгоритмов машинного обучения для адаптивной классификации товаров. Это позволяет оперативно реагировать на сезонные колебания спроса, изменения в цепочках поставок и особенности регионального рынка [4].

Отдельные примеры применения цифровых двойников в Республике Беларусь включают проекты в рамках государственно-частного партнерства, где цифровые решения внедряются в логистику аграрного сектора для оптимизации хранения и распределения сельскохозяйственной продукции. Использование цифровых двойников помогает прогнозировать спрос в зависимости от погодных условий, рыночных тенденций и экспортных возможностей, что особенно важно для белорусского экспорта.

Технические возможности для внедрения цифровых двойников в Республике Беларусь постепенно растут благодаря развитию ИТ-инфраструктуры, появлению специализированных компаний и увеличению инвестиций в цифровизацию. Однако остаются вызовы, связанные с необходимостью обучения персонала, интеграции с устаревшими системами и нормативно-правовым регулированием. Тем не менее, примеры успешных пилотных проектов подтверждают высокий потенциал технологии для повышения эффективности управления запасами на складах [5].

В экономическом плане цифровой двойник помогает белорусским предприятиям снижать издержки, улучшать оборачиваемость запасов и увеличивать точность планирования. Это особенно важно для малого и среднего бизнеса, где оптимизация складских процессов напрямую влияет на конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, цифровые двойники становятся перспективным инструментом цифровой трансформации складских процессов в Беларуси, способствуя решению ключевых проблем управления запасами, повышению качества сервиса и укреплению позиций предприятий на рынке. Дальнейшее развитие этой технологии в республике зависит от расширения внедрения, повышения компетенций специалистов и развития нормативной базы, что создаст условия для широкого распространения инновационных решений в логистике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зачем нужны цифровые двойники в складской логистике? // РБК Компании. – 2024. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/1OizjBcHaF/zachem-nuzhnyi-tsifrovyie-dvojniki-v-skladskoj-logistike/> (дата обращения: 07.06.2025).
2. Digital Twins in Logistics. – URL: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-digital-twins-in-logistics.pdf> (дата обращения: 07.06.2025).
3. Are you ready to implement AI like Walmart?. – URL: <https://the-codework.com/explore/are-you-ready-to-implement-ai-like-walmart/> (дата обращения: 07.06.2025).
4. Имитационная модель склада // BIA-Technologies. – URL: https://bia-tech.ru/solutions/imitacionnaya-model-sklada/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.by%2F (дата обращения: 07.06.2025).
5. Цифровые двойники склада в действии // Expert Logistic. – URL: <https://expert-logistic.com/content/czifrovyie-dvojniki-sklada-v-dejstvii> (дата обращения: 07.06.2025).

Представлено 09.06.2025

УДК 621.869

ШЕРИНГ УМНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

SHARING SMART CONTAINERS FOR CARS IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND THE RUSSIAN FEDERATION

Стефанович Н. В., ст. преп., **Береснева К. С.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

N. Stefanovich, Senior Lecturer, K. Beresneva, Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Анализируются возможности использования смарт-гаджетов, оснащенных датчиками и устройствами мониторинга, которые