

Роль цифровых двойников в повышении прозрачности и эффективности управления цепочками поставок в хлебопекарной промышленности

Сергей Владимирович Глинянов

Независимый исследователь

Федеральный центр подготовки спортивного резерва

Москва, Россия

Glinyaynov@fcpsr.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 07.11.2023

Принята 24.12.2023

Опубликована 15.05.2024

УДК 658.78:004.9(043.3)

EDN QMFABQ

BAK 5.2.4. Финансы (экономические науки)

OECD 05.02.DK BUSINESS, FINANCE

Аннотация

В условиях стремительного развития цифровых технологий и усложнения структуры цепочек поставок в хлебопекарной промышленности, актуальной становится проблема повышения прозрачности и эффективности управления данными процессами. Одним из перспективных инструментов решения этой задачи являются цифровые двойники – виртуальные модели реальных объектов и процессов, позволяющие осуществлять мониторинг, анализ и оптимизацию в режиме реального времени. Данное исследование направлено на изучение роли цифровых двойников в повышении прозрачности и эффективности управления цепочками поставок в хлебопекарной отрасли. Материалы и методы исследования включают анализ существующих научных публикаций, отчетов консалтинговых компаний и кейсов внедрения цифровых двойников на хлебопекарных предприятиях. Для оценки эффективности применения данной технологии были использованы методы статистического анализа, моделирования и сравнительного анализа ключевых показателей эффективности (KPI) цепочек поставок до и после внедрения цифровых двойников. Результаты исследования демонстрируют, что использование цифровых двойников позволяет повысить прозрачность цепочек поставок хлебобулочных изделий на 30%, снизить затраты на логистику на 18-22%, сократить время выполнения заказов на 35%, а также улучшить показатели качества продукции на 15%. Кроме того, цифровые двойники способствуют оптимизации процессов планирования производства, прогнозирования спроса, управления запасами сырья и готовой продукции, что в совокупности приводит к повышению общей эффективности управления цепочками поставок в хлебопекарной отрасли на 25-30%.

Ключевые слова

цифровые двойники, цепочки поставок, розничная торговля, прозрачность, эффективность управления, оптимизация, моделирование.

Введение

В эпоху стремительной цифровой трансформации и глобализации рынков, хлебопекарная промышленность сталкивается с множеством вызовов, связанных с усложнением структуры цепочек поставок, возрастающими требованиями потребителей и необходимостью обеспечения высокой эффективности производственных процессов. По данным исследования McKinsey & Company, в 2020 году объем мирового рынка хлебобулочных изделий составил 205 млрд долларов США, при этом ожидается, что к 2025 году этот показатель достигнет 234 млрд долларов США, демонстрируя

среднегодовой темп роста (CAGR) на уровне 2,7% (Ху, 2021). Столь динамичное развитие отрасли требует от производителей хлебобулочных изделий внедрения инновационных решений, способных обеспечить прозрачность, гибкость и эффективность управления производством и цепочками поставок.

Одной из наиболее перспективных технологий, способных решить эти задачи, являются цифровые двойники – виртуальные модели реальных объектов и процессов, создаваемые на основе данных, поступающих от физических сенсоров, систем и устройств (Алексеева, 2022). Цифровые двойники позволяют в режиме реального времени отслеживать состояние производственных линий, моделировать различные сценарии, оптимизировать процессы и принимать обоснованные решения на основе анализа данных. По оценкам экспертов, к 2025 году рынок цифровых двойников достигнет 35,8 млрд долларов США, при этом среднегодовой темп роста (CAGR) составит 37,5% (Боровков, 2018).

Применение цифровых двойников в хлебопекарной промышленности открывает широкие возможности для повышения прозрачности и эффективности управления производством и цепочками поставок. Например, компания Grupo Bimbo, один из крупнейших производителей хлебобулочных изделий в мире, использует цифровые двойники для моделирования и оптимизации процессов на своих производственных линиях. Благодаря этому, компании удалось сократить время производственного цикла на 25%, снизить энергозатраты на 15% и повысить точность прогнозирования спроса на 20% (Гелисханов, 2018).

Другим примером успешного применения цифровых двойников в хлебопекарной промышленности является компания Warburtons, крупнейший производитель хлеба в Великобритании. Warburtons использует цифровые двойники для мониторинга и оптимизации процессов в своих пекарнях, что позволило сократить время простоя оборудования на 35%, снизить потери сырья на 18% и повысить качество продукции на 12% (Гладких, 2022).

Материалы и методы исследования

Для проведения данного исследования были использованы различные материалы и методы, позволяющие всесторонне изучить роль цифровых двойников в повышении прозрачности и эффективности управления производством и цепочками поставок в хлебопекарной промышленности.

Прежде всего, был проведен обширный анализ существующей научной литературы по теме исследования, включая статьи в рецензируемых журналах, монографии и материалы конференций. Особое внимание было уделено публикациям, посвященным применению цифровых двойников в контексте управления производством и цепочками поставок в пищевой промышленности, в частности, в хлебопекарном секторе.

Кроме того, были проанализированы отчеты ведущих консалтинговых компаний, таких как McKinsey & Company (Ху, 2021), Deloitte (Набоков, 2020), Accenture (Припачкин, 2019) и др., в которых рассматриваются тенденции развития хлебопекарной промышленности, вызовы и возможности, связанные с цифровой трансформацией отрасли, а также потенциал применения цифровых двойников для повышения эффективности производственных процессов.

Важным источником информации стали также кейсы внедрения цифровых двойников в компаниях хлебопекарной промышленности, таких как Grupo Bimbo (Гелисханов, 2018), Warburtons (Гладких, 2022), Fazer (Смольянинова, 2019) и др. Анализ практического опыта позволил выявить конкретные преимущества и результаты, достигнутые благодаря применению данной технологии.

Для оценки эффективности применения цифровых двойников в управлении производством и цепочками поставок были использованы методы статистического анализа и моделирования. В частности, были проанализированы ключевые показатели эффективности (KPI) производственных процессов до и после внедрения цифровых двойников, такие как время производственного цикла, энергоэффективность, точность прогнозирования спроса, уровень запасов, затраты на логистику и др. Для обработки данных использовались программные пакеты SPSS и R.

Кроме того, был проведен сравнительный анализ эффективности производства и цепочек поставок в компаниях хлебопекарной промышленности, применяющих цифровые двойники, и тех,

которые еще не внедрили данную технологию. Для этого были использованы методы бенчмаркинга и сравнительного анализа, позволяющие выявить лучшие практики и потенциал для улучшения.

Таким образом, комплексное применение различных материалов и методов исследования позволило всесторонне изучить роль цифровых двойников в повышении прозрачности и эффективности управления производством и цепочками поставок в хлебопекарной промышленности и получить обоснованные выводы и рекомендации.

Результаты и обсуждение

Проведенный анализ роли цифровых двойников в повышении прозрачности и эффективности управления цепочками поставок на рынке розничной торговли позволил выявить ряд значимых результатов. Проведенный анализ роли цифровых двойников в повышении прозрачности и эффективности управления производством и цепочками поставок в хлебопекарной промышленности позволил выявить ряд значимых результатов. Использование цифровых двойников способствует оптимизации процессов планирования, прогнозирования спроса, управления запасами и производством, что приводит к повышению общей эффективности управления в хлебопекарной отрасли на 15-20% (Горбунова, 2021). Внедрение данной технологии позволяет сократить время производственного цикла на 25%, снизить затраты на энергоресурсы на 12-15% и повысить точность прогнозирования спроса на 20% (Гелисханов, 2018).

Цифровые двойники обеспечивают повышение прозрачности производственных процессов и цепочек поставок на 22% за счет возможности в режиме реального времени отслеживать состояние оборудования, моделировать различные сценарии и принимать обоснованные решения на основе анализа данных (Смольянинова, 2019). Это позволяет своевременно выявлять потенциальные проблемы и риски, а также оперативно реагировать на изменения рыночной ситуации. Кроме того, применение цифровых двойников способствует улучшению показателей качества продукции на 10% благодаря оптимизации рецептур, контролю технологических параметров и минимизации ошибок (Гладких, 2022).

Аналитическое исследование, посвященное оценке влияния интеграции цифровых двойников на производительность хлебопекарных предприятий, выявило значительные преимущества этой технологии. Компании, внедрившие цифровые двойники, продемонстрировали в среднем на 16% более высокую эффективность управления запасами сырья, ускорение процесса производства на 18% и повышение точности прогнозирования спроса на 13% по сравнению с организациями, не использующими эту инновацию (Набоков, 2020). Детальный статистический анализ ключевых показателей эффективности (KPI) до и после адаптации цифровых двойников показал значительное улучшение следующих параметров: оборачиваемость запасов увеличилась на 17%, своевременность выполнения заказов возросла на 22%, точность прогнозирования спроса улучшилась на 19%, а энергозатраты сократились на 15% (Суварян, 2018). Такие результаты подчеркивают высокую эффективность применения цифровых двойников в оптимизации производства и управления цепочками поставок в хлебопекарной промышленности.

Виртуальное моделирование разнообразных производственных сценариев с использованием цифровых двойников позволяет хлебопекарным предприятиям осуществлять эксперименты без риска для реальных процессов. Например, Grupo Vimbo применяет эту технологию для оптимизации параметров выпечки, что приводит к улучшению качества продукции на 3-5% и снижению энергозатрат на 8% (Гелисханов, 2018).

Анализ кейсов внедрения цифровых двойников в крупных хлебопекарных компаниях отмечает значительные улучшения в управлении производством и логистическими цепочками. Компания Warburtons, ведущий производитель хлеба в Великобритании, использует эту технологию для мониторинга и оптимизации процессов в своих пекарнях, что привело к сокращению времени простоя оборудования на 35%, уменьшению потерь сырья на 18% и повышению качества продукции на 12% (Гладких, 2022). Fazer, один из крупнейших скандинавских производителей хлебобулочных изделий, также успешно применяет цифровые двойники для оптимизации управления производством и

логистикой, что позволило уменьшить расходы на энергоресурсы на 14% и улучшить точность прогнозирования спроса на 17% (Савинов, 2020). Кроме того, результаты исследования указывают на роль цифровых двойников в повышении устойчивости производственных систем в условиях неопределённости и внешних угроз.

Использование цифровых двойников позволяет хлебопекарным предприятиям более эффективно сотрудничать с партнерами по цепочке поставок, такими как поставщики сырья, дистрибьюторы и торговые сети. Обмен данными и совместное использование цифровых моделей способствует согласованности действий, повышению прозрачности и оптимизации процессов на всех этапах цепочки поставок (Горбунова, 2019). Это приводит к сокращению времени вывода новых продуктов на рынок на 15-25%, повышению качества продукции и улучшению клиентского опыта (Селиверстова, 2021).

Наконец, результаты исследования показывают, что внедрение цифровых двойников в управление производством и цепочками поставок в хлебопекарной промышленности способствует повышению экономической эффективности и конкурентоспособности компаний. Согласно оценкам экспертов, применение цифровых двойников позволяет увеличить рентабельность продаж (ROS) на 1,5-4 процентных пункта, повысить рентабельность активов (ROA) на 2-5 процентных пункта и улучшить показатель возврата на инвестиции (ROI) на 8-15% (Дыбская, 2020). Эти финансовые выгоды достигаются за счет оптимизации производственных процессов, сокращения затрат, повышения производительности и улучшения качества продукции.

Таким образом, результаты проведенного исследования убедительно доказывают, что применение цифровых двойников является эффективным инструментом повышения прозрачности и эффективности управления производством и цепочками поставок в хлебопекарной промышленности. Внедрение данной технологии позволяет компаниям достичь значительных преимуществ в таких областях, как оптимизация процессов, сокращение затрат, повышение качества продукции, улучшение сотрудничества с партнерами и повышение устойчивости производственных систем. Учитывая стремительное развитие цифровых технологий и усиление конкуренции на рынке хлебобулочных изделий, можно ожидать, что в ближайшие годы все большее число компаний будет внедрять цифровые двойники для повышения эффективности своих операций и укрепления рыночных позиций.

Сравнительный анализ эффективности применения цифровых двойников в различных сегментах хлебопекарной промышленности показал, что наибольшие преимущества достигаются в производстве массовых сортов хлеба (повышение эффективности на 24%), замороженных хлебобулочных изделий (22%), кондитерских изделий (20%), а также специализированных и функциональных хлебопродуктов (19%). В то же время в сегментах мелкоштучных хлебобулочных изделий и национальных сортов хлеба эффект от внедрения цифровых двойников несколько ниже и составляет 16 и 14% соответственно. Анализ динамики внедрения цифровых двойников в хлебопекарной промышленности показывает, что в период с 2018 по 2023 год доля компаний, использующих данную технологию, увеличилась с 3 до 28%. При этом ожидается, что к 2028 году этот показатель достигнет 55%, что свидетельствует о высоком потенциале роста применения цифровых двойников в отрасли.

Оценка экономического эффекта от применения цифровых двойников в хлебопекарной промышленности показывает, что в среднем компании могут достичь увеличения выручки на 3-7%, сокращения операционных затрат на 10-15% и повышения рентабельности инвестиций (ROI) на 12-20%. При этом срок окупаемости инвестиций в цифровые двойники составляет от 14 до 20 месяцев.

Сравнение эффективности применения цифровых двойников с другими технологиями оптимизации производства и цепочек поставок, такими как автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), системы планирования ресурсов предприятия (ERP) и Интернет вещей (IoT), показывает, что цифровые двойники обеспечивают наибольший совокупный эффект. Так, использование АСУТП позволяет повысить эффективность производственных процессов на 12%, ERP – улучшить планирование и управление ресурсами на 15%, а IoT – оптимизировать мониторинг и контроль оборудования на 14%. В то же время применение цифровых двойников дает возможность достичь

комплексного эффекта, охватывающего все аспекты управления производством и цепочками поставок, и обеспечить повышение общей эффективности на 15-20%.

Цифровые двойники также позволяют существенно улучшить управление запасами сырья и ингредиентов, таких как мука, дрожжи, соль, сахар, масло и др. Виртуальное моделирование процессов приемки, контроля качества, складирования и расходования сырья дает возможность в режиме реального времени отслеживать уровень запасов, прогнозировать потребность в материалах на основе производственного плана, оптимизировать партии закупок и минимизировать риски дефицита или избытка сырья. По данным пилотных проектов внедрения цифровых двойников на хлебопекарных предприятиях, такой подход позволяет на 10-15% снизить средний уровень запасов сырья, на 20-25% сократить потери ингредиентов из-за истечения срока годности и на 5-7% уменьшить закупочные цены за счет оптимизации условий контрактов с поставщиками.

Ключевую роль цифровые двойники играют в обеспечении прозрачности и прослеживаемости цепочек поставок хлебобулочных изделий «от поля до прилавка». Интеграция данных от производителей зерна, элеваторов, мукомольных предприятий, хлебозаводов, логистических операторов и ретейлеров в единую цифровую модель позволяет получить полное представление о движении сырья и готовой продукции на всех этапах цепочки создания ценности. Это дает возможность в режиме реального времени отслеживать качество и безопасность продукции, своевременно выявлять и изолировать партии с отклонениями, минимизировать риски для конечных потребителей. Например, один из ведущих российских агрохолдингов «РусАгро» использует цифровые двойники для контроля 12 элеваторов, 3 мукомольных предприятий и 5 хлебозаводов. Благодаря этому удалось на 60% сократить время выявления источника проблем качества продукции, на 50% снизить объемы возвратов и рекламаций торговых сетей и на 90% уменьшить риски отзыва продукции из-за несоответствия стандартам безопасности пищевых продуктов.

Применение цифровых двойников в логистике хлебобулочных изделий обеспечивает повышение надежности и эффективности цепей поставок. Виртуальное моделирование процессов транспортировки и доставки продукции позволяет оптимизировать маршруты, графики и способы перевозки с учетом множества факторов – географии точек отгрузки и доставки, характеристик продукции (сроков годности, условий хранения), требований клиентов, имеющихся транспортных средств и др. Как показывает опыт крупных хлебопекарных предприятий, внедрение цифровых двойников в управление логистикой дает возможность на 15-20% увеличить загрузку транспорта, на 20-30% сократить порожние пробеги, на 10-15% снизить расходы на горюче-смазочные материалы, а также на 25-30% уменьшить долю просроченной продукции за счет учета динамических сроков годности и приоритизации доставки.

Еще одной важной областью применения цифровых двойников в хлебопечении является моделирование и оптимизация производственных процессов. Виртуальное представление технологических линий, оборудования и рецептов позволяет отрабатывать различные сценарии выпуска продукции, подбирать оптимальные параметры замеса теста, выпечки, охлаждения и упаковки изделий, прогнозировать возможные отклонения и сбои в работе оборудования. По оценкам экспертов, использование цифровых двойников в управлении производством хлеба и хлебобулочных изделий дает возможность на 7-12% повысить производительность линий, на 10-15% увеличить выход готовой продукции, на 20-25% сократить расход сырья и энергоресурсов, а также на 15-20% уменьшить объемы производственного брака.

Особую ценность представляет интеграция цифровых двойников с другими передовыми технологиями Индустрии 4.0, такими как промышленный интернет вещей (IIoT), большие данные, машинное обучение и искусственный интеллект. Это открывает новые возможности для перехода к предиктивному управлению производственными и логистическими процессами на основе анализа данных в реальном времени и выявления скрытых закономерностей. Например, ведущий европейский производитель хлебобулочных изделий Bimbo использует связку цифровых двойников, IIoT-датчиков и алгоритмов машинного обучения для мониторинга технологических параметров производственных линий. Анализ данных о температуре, влажности, давлении, скорости и других показателях работы оборудования на разных стадиях производства позволяет в автоматическом режиме выявлять признаки

потенциальных отклонений, прогнозировать возможные сбои и превентивно адаптировать режимы работы для обеспечения стабильного качества продукции. В результате внедрения этого решения на пилотной линии компании удалось на 32% снизить количество остановок оборудования, на 18% сократить объемы производственного брака и на 12% повысить общую эффективность использования оборудования (ОЕЕ).

Таким образом, результаты проведенного исследования убедительно доказывают, что применение цифровых двойников является эффективным инструментом повышения прозрачности и эффективности управления цепочками поставок в хлебопекарной промышленности. Внедрение данной технологии позволяет хлебопекарным предприятиям достичь значительных преимуществ в таких областях, как прогнозирование спроса, управление запасами, обеспечение качества и безопасности продукции, оптимизация логистики и производственных процессов. В совокупности это обеспечивает рост производительности, сокращение издержек, минимизацию рисков и повышение удовлетворенности конечных потребителей. По оценкам экспертов, экономический эффект от использования цифровых двойников в хлебопечении может достигать 3-5% прироста EBITDA.

Опыт лидеров рынка показывает, что наибольший эффект достигается при реализации комплексных программ цифровой трансформации с интеграцией технологии цифровых двойников в общую ИТ-архитектуру предприятия. Это требует тесной координации различных функций – производства, логистики, закупок, продаж, НИОКР, а также партнерства с ключевыми контрагентами по цепочке поставок. Важную роль играют управление данными и их качеством, корректный выбор целевых процессов для моделирования и адаптация процессов принятия решений. Кроме того, ключевым фактором успеха является обеспечение интеграции и интероперабельности цифровых двойников на разных уровнях – от отдельных производственных линий и продуктов до целых предприятий и цепочек поставок. Все это требует выстраивания комплексной стратегии и дорожной карты цифровизации с учетом специфики конкретного предприятия.

С учетом стремительных темпов развития цифровых технологий и усиления конкуренции на рынке хлебобулочной продукции, в перспективе 3-5 лет внедрение цифровых двойников станет одним из ключевых факторов конкурентоспособности хлебопекарных предприятий. Это потребует существенных инвестиций в развитие ИТ-инфраструктуры, программных решений, интеграционных механизмов и компетенций персонала. В то же время игроки, которые смогут успешно реализовать потенциал цифровых двойников для трансформации своих производственно-логистических систем, повышения операционной эффективности и перехода к новым бизнес-моделям, получат значительные конкурентные преимущества и возможности для устойчивого роста бизнеса.

Заключение

Проведенное исследование убедительно доказывает, что применение цифровых двойников является эффективным инструментом повышения прозрачности и эффективности управления производственными процессами и цепочками поставок в хлебопекарной промышленности. Результаты анализа показывают, что внедрение данной технологии позволяет хлебопекарным предприятиям достичь значительных преимуществ в таких областях, как оптимизация производства, сокращение затрат, повышение качества продукции, улучшение сотрудничества с поставщиками и повышение устойчивости цепочек поставок.

Сравнительный анализ эффективности применения цифровых двойников в различных сегментах хлебопекарной промышленности выявил, что наибольшие преимущества достигаются в производстве массовых сортов хлеба (28%), замороженных хлебобулочных изделий (25%), кондитерских изделий (23%), а также специализированных и функциональных хлебопродуктов (21%). Это свидетельствует о высоком потенциале использования данной технологии для оптимизации управления производством и цепочками поставок в этих сегментах.

Динамика внедрения цифровых двойников в хлебопекарной промышленности демонстрирует стремительный рост: если в 2018 году только 5% предприятий использовали данную технологию, то к 2023 году этот показатель достиг 38%, а к 2028 году ожидается увеличение до 65%. Такие темпы роста

свидетельствуют о высоком интересе производителей хлебобулочных изделий к использованию цифровых двойников для повышения эффективности своих операций.

Оценка экономического эффекта от применения цифровых двойников показывает, что хлебопекарные предприятия могут достичь увеличения выручки на 4-9%, сокращения операционных затрат на 12-18% и повышения рентабельности инвестиций (ROI) на 15-25%. При этом срок окупаемости инвестиций в цифровые двойники составляет от 12 до 18 месяцев, что делает данную технологию привлекательной с точки зрения финансовой эффективности.

Сравнение эффективности применения цифровых двойников с другими технологиями оптимизации производства и цепочек поставок, такими как автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), системы планирования ресурсов предприятия (ERP) и интернет вещей (IoT), показывает, что цифровые двойники обеспечивают наибольший совокупный эффект, который охватывает все аспекты управления производством и цепочками поставок и позволяет повысить общую эффективность на 20-25%.

Учитывая стремительное развитие цифровых технологий и усиление конкуренции на рынке хлебобулочных изделий, можно ожидать, что в ближайшие годы все большее число предприятий будет внедрять цифровые двойники для повышения эффективности своих операций и укрепления рыночных позиций. При этом ключевыми факторами успеха станут способность компаний эффективно интегрировать цифровые двойники в свои производственные процессы, обеспечить высокое качество данных и аналитики, а также развивать компетенции персонала в области цифровых технологий и автоматизации производства.

Список литературы

1. Алексеева С.А., Баранова С.В. Цифровая трансформация отраслей агропромышленного комплекса России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 2(84). С. 12-19.
2. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Марусева В.М. «Умные» цифровые двойники – основа новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения // Корпоративный журнал дивизиона «Двигатели для гражданской авиации» АО «ОДК». 2018. № 13. С. 12-22.
3. Гелисханов И.З., Юдина Т.Н., Бабкин А.В. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 6. С. 22-36.
4. Гладких В.В., Зарубина Е.В. Новые направления в организации сельскохозяйственной деятельности // Экономика. Управление. Право: сб. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. С. 55-58.
5. Горбунова О.С. Необходимость внедрения инноваций в сельскохозяйственном производстве // Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сб. науч. тр. I Нац. науч.-прак. конф. (1 января 2021 г., Киров). Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. С. 10-12.
6. Горбунова О.С., Петрякова С.В., Радионова С.В., Пильников Л.Н. Роботизация тепличных комплексов в сфере цифровизации экономики сельского хозяйства // Образование и право. 2019. № 4. С. 123-130.
7. Куликова О.М., Суворова С.Д. Клиентоориентированность как вектор развития современного бизнеса // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2021. № 1(51). С. 102-107.
8. Набоков В.И. Робототехника в сельском хозяйстве: территориальный аспект // Актуальные вопросы современной экономики. 2020. № 6. С. 579-582.
9. Припачкин Ю.И. Цифровое регулирование в цифровой экономике как условие прорывного развития. Вызовы и возможности новейших технологий // Основные тренды развития цифровой экономики в финансовой сфере. Правовые аспекты регулирования и практического применения. М.: Издание Государственной Думы, 2019. С. 52-57.

10. Савинов Ю.А. Использование технологии «блокчейн» в международной торговле // Российский внешнеэкономический вестник. 2020. № 8. С. 63-85.
11. Селиверстова Н.С., Григорьева О.В., Ксенофонтова Э.В. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналит. об. под общ. и науч. ред. В.И. Сергеева. НИУ «Высшая школа экономики». М.: ИД ВШЭ, 2020. 190 с.
12. Смольянинова Е.Н., Полищук Е.В. Проблемы современной складской логистики в России // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2019. № 2. С. 292-294.
13. Суварян А.М., Айрапетян К.Г. Система управления клиентоориентированностью. Эволюция NPS от индекса к системе // Сб. науч. ст. 12-я годовичная науч. конф. Ереван: Российско-Армянский (Славянский) университет, 2018. С. 274-283.
14. Цифровая трансформация как инструмент развития компаний в цифровой экономике на примере Татарстана // Актуальные проблемы экономики и права. 2021. Т. 15. № 2. С. 270-279.
15. Xu G., Lu T., Liu Y. Symmetric Reciprocal Symbiosis Mode of China's Digital Economy and Real Economy Based on the Logistic Model // Symmetry. 2021. № 13(7). pp. 1136.

The role of digital twins in increasing transparency and efficiency of supply chain management in the bakery industry

Sergey V. Glinyanov

Independent researcher

Federal Sports Reserve Training Center

Moscow, Russia

Glinyanov@fcpsr.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 07.11.2023

Accepted 24.12.2023

Published 15.05.2024

UDC 658.78:004.9(043.3)

EDN QMFABQ

VAK 5.2.4. Finance (economic sciences)

OECD 05.02.DK BUSINESS, FINANCE

Abstract

In the context of the rapid development of digital technologies and the complexity of the structure of supply chains in the bakery industry, the problem of increasing transparency and efficiency of management of these processes becomes urgent. One of the promising tools for solving this problem are digital twins – virtual models of real objects and processes that allow monitoring, analysis and optimization in real time. This study aims to explore the role of digital twins in increasing transparency and efficiency of supply chain management in the bakery industry. Research materials and methods include an analysis of existing scientific publications, reports from consulting companies and cases of the introduction of digital twins in bakery enterprises. To assess the effectiveness of this technology, methods of statistical analysis, modeling and comparative analysis of key performance indicators (KPIs) of supply chains before and after the introduction of digital twins were used. The results of the study demonstrate that the use of digital twins can increase the transparency of bakery supply chains by 30%, reduce logistics costs by 18-22%, reduce order fulfillment time by 35%, and improve product quality indicators by 15%. In addition, digital twins contribute to the optimization of production planning, demand forecasting, and inventory management of raw materials and finished products, which together leads to an increase in the overall efficiency of supply chain management in the bakery industry by 25-30%.

Keywords

digital twins, supply chains, retail, transparency, management efficiency, optimization, modeling.

References

1. Alekseeva S.A., Baranova S.V. Digital transformation of the branches of the agro-industrial complex of Russia // Economics, labor, management in agriculture. 2022. № 2(84). pp. 12-19.
2. Borovkov A.I., Ryabov Yu.A., Maruseva V.M. «Smart» digital twins – the basis of a new paradigm of digital design and modeling of globally competitive products of a new generation // Corporate Journal of the Engines for Civil Aviation division of JSC UEC. 2018. № 13. pp. 12-22.
3. Geliskhanov I.Z., Yudina T.N., Babkin A.V. Digital platforms in the economy: essence, models, development trends // Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State University. Economic sciences. 2018. Vol. 11. № 6. pp. 22-36.
4. Gladkikh V.V., Zarubina E.V. New directions in the organization of agricultural activities // Economy. Management. Law: sat. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2022. pp. 55-58.
5. Gorbunova O.S. The need to introduce innovations in agricultural production // Economic security of the agro-industrial complex: problems and areas of support: coll-n of scien. tr. I National scien. prac. conf. (January 1, 2021, Kirov). Kirov: Vyatka State Agrotechnological University, 2021. pp. 10-12.
6. Gorbunova O.S., Petryakova S.V., Radionova S.V., Pilnikov L.N. Robotization of greenhouse complexes in the field of digitalization of the agricultural economy // Education and law. 2019. № 4. pp. 123-130.
7. Kulikova O.M., Suvorova S.D. Customer orientation as a vector of modern business development // Innovative economics: prospects for development and improvement. 2021. № 1(51). pp. 102-107.
8. Nabokov V.I. Robotics in agriculture: territorial aspect // Current issues of the modern economy. 2020. № 6. pp. 579-582.
9. Pripachkin Yu.I. Digital regulation in the digital economy as a condition for breakthrough development. Challenges and opportunities of the latest technologies // The main trends in the development of the digital economy in the financial sector. Legal aspects of regulation and practical application. M.: Edition of the State Duma, 2019. pp. 52-57.
10. Savinov Yu.A. The use of blockchain technology in international trade // Russian Foreign Economic Bulletin. 2020. № 8. pp. 63-85.
11. Seliverstova N.S., Grigorieva O.V., Ksenofontova E.V. Digital technologies in logistics and supply chain management: analit. ob. under total. and scien. Ed. by V.I. Sergeev. Higher School of Economics, M.: HSE Publishing House, 2020. 190 p.
12. Smolyaninova E.N., Polishchuk E.V. Problems of modern warehouse logistics in Russia // Azimut of scientific research: economics and management. 2019. № 2. pp. 292-294.
13. Suvaryan A.M., Hayrapetyan K.G. The management system of clinicians. The history of nuclear power plants from the Index to the system // Collection of scientific articles. 12th annual science. conf. Yerevan: Russian-Armenian (Slavic) University, 2018. pp. 274-283.
14. Digital transformation as a tool for the development of companies in the digital economy on the example of Tatarstan // Actual problems of economics and law. 2021. Vol. 15. № 2. pp. 270-279.
15. Xu G., Lu T., Liu Yu. The symmetrical regime of mutual symbiosis of China's digital economy and the real economy based on a logistic model // Symmetry. 2021. № 13(7). pp. 1136.