

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ (DIGITAL TWIN) В ЛОГИСТИКЕ

Логичным продолжением развития цифрового производства стало объединение информационных технологий с операционными процессами для создания цифровых двойников. Они способны повысить производительность промышленных предприятий, поэтому ведущие компании в разных отраслях уже взяли на вооружение новую технологию. Существует несколько типов Digital Twin: Digital Twin Prototype (прототип), Digital Twin Instance (экземпляр), Digital Twin Aggregate (агрегированный двойник), Hybrid Digital Twin, Digital Twin of Organization (комплексный двойник). Цифровые двойники – крайне актуальная и экономически выгодная составляющая, и на сегодняшний день мы имеем немало примеров применения данной технологии, в том числе и на предприятиях Республики Беларусь.

Ключевые слова: цифровой двойник, технологии, цепь поставок, моделирование

Важную роль в цифровой трансформации цепей поставок играют *цифровые двойники* (Digital Twin – DT).

По определению компании Gartner: «Цифровой двойник – это цифровая копия физических активов (физических двойников), процессов, людей, мест, систем и устройств, которые могут использоваться для различных целей. Цифровые двойники объединяют искусственный интеллект, машинное обучение и программный анализ с графами пространственных сетей для создания живых цифровых имитационных моделей, которые обновляются и меняются по мере изменения их физических аналогов» [1, с. 13].

Если говорить проще, то это виртуальная копия реального объекта.

Ключевые технологии DT включают в себя аналитику; машинное обучение; виртуальную, дополненную и смешанную реальности; планирование ресурсов предприятия; управление жизненным циклом продукта; системное моделирование и симуляция.

Аналитик Д. Бартон отмечает: «Растущий импульс вокруг системного мышления в планировании цепей поставок породил цифрового двойника – окончательного планировщика сценариев „что, если“. Цифровые двойники помогают компаниям минимизировать риски путем точного тестирования устойчивости сложных многоуровневых глобальных цепей поставок», т. е. в каждый момент времени цифровой двойник представляет собой физическую цепь поставок с фактическими данными о транспортировке, запасах, спросе и мощностях (производственных и логистических), поэтому может использоваться для планирования и принятия решений в режиме реального времени. Мы больше не используем устаревшую историю прогнозов, а получая в режиме реального времени информацию, корректируем прогнозы. При этом в некоторых случаях даже люди и их поведение моделируются цифровыми близнецами, например, поток покупателей в магазинах.

Цифровые двойники продолжают развиваться, что предоставляет все больше возможностей для использования данных, которые они могут отслеживать и генерировать в различных бизнес-сценариях. Технологии больших данных и имитационное моделирование объединяются в DT. К сожалению, многие цепи поставок не имеют доступа к данным в реальном времени к системам оперативного планирования, которые им необходимы для эффективного прогнозирования, планирования и удовлетворения постоянно растущего спроса клиентов. Цифровой двойник цепи поставок использует технологию, например, интернета вещей (IoT) в качестве детальной основы, из которой можно создать полное, сквозное отображение процессов в цепи поставок.

Существует несколько типов Digital Twin:

- *Digital Twin Prototype (прототип)*. Виртуальная копия физического объекта, в которой заключена вся существующая информация о нем: 3D-модель, технические параметры, проектные данные, условия эксплуатации/утилизации и многое другое;

- *Digital Twin Instance (экземпляр)*. Дает представления о физических свойствах объекта: компонентах, материалах, результатах тестирования, обслуживания, ремонта. Содержит информацию с датчиков, результаты мониторинга. Сведения используют для оценки состояния оборудования, просчета вероятности сбоев, симуляции поведения узлов и агрегатов в различных режимах;

- *Digital Twin Aggregate (агрегированный двойник)*. Основное назначение – тренажер для персонала и совершенствование процессов ТОиР (техобслуживания и ремонта). Существенно упрощает освоение оборудования – специалист сразу приступает к работе с агрегированным двойником, тут же видит результат и ошибки;

- *Hybrid Digital Twin*. Сочетает несколько технологий: машинное обучение, интернет вещей. Применяют для точной оценки технического состояния, остатка ресурса, прогнозированию функциональных изменений в перспективе, выборе оптимального режима эксплуатации;

- *Digital Twin of Organization (комплексный двойник)*. Сочетает все технологии моделирования, обработки данных, визуализации и иные методы. Образовался в результате развития Hybrid Digital Twin;

Существует несколько методов создания Digital Twin: 3D-моделирование, на базе IoT (интернет вещей), CAE-системы (математические модели), визуализация, AR, VR.

Стоит учитывать, что наиболее эффективно применение цифровых двойников, когда есть доступ к мониторингу состояния, получению технической информации; жизненный цикл объекта – продолжительный (не менее пяти лет); степень масштабирования технологии – высокая (нет смысла в создании Digital Twin для одного изделия); присутствует вариативность эксплуатационных условий, регламентных и ремонтных работ.

В итоге использование цифровых двойников дает:

- целостный взгляд на процессы в цепи поставок, чтобы разработать комплексную политику в отношении рисков и надежности;

- больше точных данных, чем альтернативные технологии (при вычислении маршрута): учитывается состояние дорог, погоды, множество других факторов. Цели: правильное распределение пассажиропотоков, перераспределение их в нестандартных ситуациях;

- сбор информации о клиентах в режиме реального времени, который позволяет получить представление о реальном спросе, какие продукты пользуются спросом у покупателей и где;

- возможность оценить собственное производство, сколько сейчас производим и сколько можем производить, как возможно скорректировать текущие планы;

- легкое получение данных, описывающих геометрию отправляемого товара, если его цифровой двойник уже ранее создан. В качестве альтернативы, данные о товаре могут быть сгенерированы при подготовке поставки с использованием трехмерного сканирования. Объединение данных о продукте и упаковке поможет компаниям повысить эффективность, например, за счет автоматизации выбора упаковки и стратегий упаковки контейнера;

- представление о существующих и планируемых запасах, а также о том, где их найти (цифровые двойники производственных процессов, складских операций и процессов транспортировки). Следовательно, улучшается планирование: нужны ли дополнительные запасы, или же необходимо переназначать существующий текущий запас, а возможно, даже перенаправлять запасы в путь в новое место назначения.

В логистике цифровой близнец будет моделью всей сети, включающей не только логистические активы, но и океаны, железнодорожные линии, шоссе, улицы, а также дома и рабочие места

клиентов. Идея такого всеобъемлющего близнеца в настоящее время во многом является стремлением для логистической отрасли. Пока же это только стремление и использование ДТ – это больше частные случаи, а не глобальные. Например, GE – широкопрофильный технический гигант использует цифровых двойников для моделирования цепочек поставок и производственных процессов в своих цехах в Неваде для лучшего управления материально-техническим снабжением. Tesla Motors – еще одна компания, щедро инвестирующая в технологию цифровых двойников. Это делается в целях предоставления качественного сервиса и обеспечения высокого уровня безопасности владельцев автомобилей. Tesla создает цифровой двойник для каждого автомобиля, который она продает. Затем на основе сведений, собранных с датчиков индивидуальных транспортных средств, Tesla обновляет программное обеспечение и загружает новые версии в свои продукты. Выстроенный по такой схеме и основанный на данных процесс разработки программного обеспечения позволяет более эффективно распределять ресурсы внутри компании и наиболее удобен для пользователя автомобиля.

В рамках выполнения государственных научно-технических программ наработки наших ученых успешно внедрены на белорусских предприятиях различной специализации. Первым результатом стало ускорение разработки и повышение качества проектных решений для новых видов экспортно-ориентированной продукции. Так, цифровой двойник телескопической стрелы погрузчика «Амкодора» позволил сократить сроки проектирования нового изделия с четырех до шести месяцев, сроки выхода нового изделия на рынок – с трех до двух лет. Подготовка технической и эксплуатационной документации значительно упростилась и ускорилась.

Сергей Кругликов привел показательный пример, когда удалось снизить издержки и материалоемкость производства за счет уменьшения брака: «В основе проекта лежало инновационное моделирование процесса литья. Результаты показали, что создание цифровых двойников позволяет провести исследования различных деталей, механизмов и сократить количество брака на 69–85 %. Например, на Минском моторном заводе брак по пористости составлял 80 %. Сейчас он не превышает 15 %. На Бобруйском машиностроительном заводе удалось снизить процент брака на 31 %, а издержки – на 10 %, практически на треть сократились суммарные сроки производства» [3].

Список использованных источников

1. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор / В. В. Дыбская [и др.] ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высш. шк. экономики, 2020. – 13 с.
2. Что такое цифровой двойник, как и зачем их использовать бизнесу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calltouch.ru/blog/что-такое-цифровой-двойник-как-и-зачем-их-использовать-бизнесу/>. – Дата доступа: 12.10.2022.
3. Что такое цифровой двойник, и почему они так важны для производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/kopiya-ne-khuzhe-originala-tsifrovye-dvoyniki.html>. – Дата доступа: 12.10.2022.