

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК: технология, революционирующая методы работы предприятий

И.А.Кубасов, д.т.н., проф. кафедры информационных технологий Академии управления МВД Российской Федерации / igorak@list.ru

УДК 004.946, DOI: 10.22184/2070-8963.2023.110.2.72.76

В статье сформулированы преимущества предприятий, применяющих технологии цифровых двойников; разработаны рекомендации по выработке обоснованного решения о внедрении данной технологии на предприятии, включающего выбор концептуального подхода к созданию цифровых двойников. Предложен общий алгоритм создания цифрового двойника на предприятии, спрогнозированы перспективы развития и применения цифровых двойников.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня мы становимся свидетелями начала четвертой промышленной (индустриальной) революции, которая представляет собой переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную сеть вещей и услуг. Четвертая промышленная революция отличается от всех предыдущих: она развивается гораздо быстрее, в ней велика роль государства, она предполагает полную перестройку существующих моделей предпринимательства и позволяет прогнозировать будущее [1].

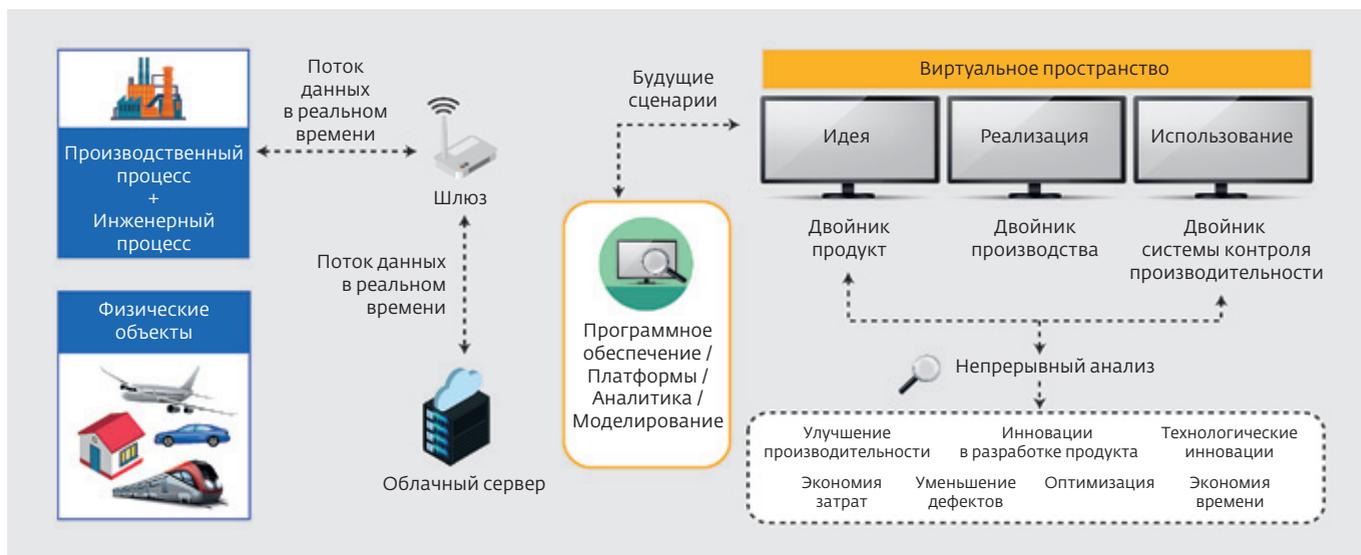
Отличительным признаком "Индустрии 4.0" является применение наряду с другими сквозными технологиями технологии цифровых двойников [2]. Цифровой двойник – это программный аналог

физического устройства, который моделирует внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в изменяющихся условиях [3, 4].

В данной статье исследованы преимущества применения технологии цифровых двойников на предприятии, обоснованы рекомендации для предприятий по внедрению цифровых двойников, а также спрогнозированы перспективы их развития и применения.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ, ПРИМЕНЯЮЩИХ ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

Цифровой двойник, как цифровая модель физического объекта, представляет собой программный продукт, который отражает уникальные характеристики физического объекта (процесса, системы или среды) или уникальную коллекцию физических объектов на основе показаний различных датчиков. Технология цифровых двойников используется



Цифровой двойник на предприятии

предприятиями (компаниями) для предоставления точного и актуального представления о физической системе, мониторинга и управления ею в режиме реального времени (см. рисунок).

Например, в здравоохранении цифровые двойники могут использоваться для отслеживания истории болезни пациента, предоставляя информацию о состоянии его здоровья в режиме реального времени, что помогает врачам проводить более эффективное лечение. Цифровое моделирование производственных процессов в реальном времени помогает промышленным предприятиям оптимизировать производство и снизить затраты. В розничной торговле цифровые двойники, используемые для создания виртуальных магазинов, позволяют покупателям совершать покупки, не посещая магазин физически.

Преимущества использования технологии цифровых двойников многочисленны, они могут значительно повысить прибыль предприятия [5]. Одним из ключевых преимуществ является сокращение времени простоя и затрат на техническое обслуживание, поскольку цифровые двойники предоставляют ценные данные о производительности физических активов, что позволяет лучше проводить профилактическое обслуживание, более точно прогнозировать, как актив будет работать в будущем и оптимизировать активы, системы и процессы.

Цифровые двойники также позволяют компаниям разрабатывать новые продукты и услуги быстрее и дешевле, чем когда-либо прежде. Создавая цифровые модели своих физических активов, предприятия могут имитировать производительность новых продуктов и услуг в виртуальной среде, исключая

дорогостоящие процессы прототипирования и тестирования. Подключая цифровых двойников к облаку, предприятия могут обмениваться данными с клиентами и партнерами, что позволяет им лучше понимать потребности клиентов и разрабатывать новые инновационные решения.

Следовательно, эта технология, предоставляя платформу для разработки, тестирования и развертывания новых продуктов и услуг, способна революционизировать методы работы предприятия и принести огромные преимущества предприятию любого размера, что важно в условиях рыночной конкуренции.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАБОТКЕ ОБОСНОВАННОГО РЕШЕНИЯ О ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Для выработки обоснованного решения о целесообразности и возможности внедрения цифрового двойника на предприятии прежде всего необходимо понимание цели технологии и того, как ее можно использовать для пользы компании. Для этого следует определить, где цифровое моделирование может обеспечить наибольшую производительность и экономию затрат в рамках внутренних бизнес-единиц. Следует начинать с перспективных бизнес-процессов, которые наиболее явно влияют на восприятие продукта или сервиса клиентом. При этом планировать использование цифрового двойника для оптимизации затрат и уменьшения дефектов на самом дорогостоящем по финансовой оценке участке.

Чаще всего цифровые двойники сегодня используются для моделирования физических активов

(например, таких как производственное оборудование или даже целый завод) или для создания иммерсивного (иммерсивность – это способ восприятия, создающий эффект погружения в искусственно созданную среду) клиентского опыта. Например, цифровой двойник магазина может применяться для просмотра макета и продуктов в 3D и/или для интерактивного взаимодействия с пользователем.

После того как перед предприятием поставлена цель, следует определить задачи по достижению данной цели с учетом имеющихся ресурсов и инфраструктуры.

Наиболее существенным ресурсом является команда специалистов, в которую должны входить люди с глубоким пониманием бизнес-процессов и операций компании. Инфраструктура должна включать в себя настройку выделенной облачной платформы или виртуального частного сервера для размещения цифровых двойников, а также обеспечение безопасности сетей и систем предприятия.

Выработка обоснованного решения о внедрении технологии включает в себя также и выбор концептуального подхода к созданию цифрового двойника, наиболее соответствующего потребностям конкретного предприятия. Существует ряд различных концептуальных подходов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Концепция первого подхода заключается в использовании прямого сбора данных от датчиков. Подход включает в себя непосредственное подключение физических объектов к цифровой среде через физические датчики или беспроводные соединения для сбора и передачи данных в режиме реального времени.

Второй концептуальный подход к созданию цифровых двойников заключается в использовании моделирования данных. Он включает в себя создание цифровой копии физического актива и создание имитации, которую затем можно протестировать, настроить и изучить. Подход требует больших инвестиций и подробных данных, но может обеспечить более точные результаты, чем непосредственный сбор данных с датчиков.

Третий концептуальный подход заключается в использовании искусственного интеллекта (ИИ) для создания цифрового двойника, который может "учиться" на своих собственных данных, а также на данных других цифровых двойников. ИИ обеспечивает создание более точных моделей цифровых двойников, поскольку он способен выявлять закономерности и тенденции в данных. Это особенно полезно использовать для сложных систем (процессов) и изменчивой физической среды.

И еще один возможный, четвертый, подход к созданию цифровых двойников – использование дополненной реальности (AR, Augmented Reality). Этот подход обеспечивает более полный учет интерактивного опыта.

Следует отметить, что в будущем наверняка будут разработаны новые, улучшенные подходы с учетом дальнейшего развития информационных технологий.

Наконец, у предприятия должна быть четко определенная стратегия использования технологии цифровых двойников, включающая не только цели и задачи, но и план-график реализации, и бюджет данного проекта.

После принятия решения по созданию цифрового двойника (с учетом имеющихся ресурсов и инфраструктуры) предприятию рекомендуется пошагово следовать в соответствии с ниже предлагаемым общим алгоритмом.

Общий алгоритм создания цифрового двойника на предприятии

Шаг 1. Сбор данных

Первым шагом в создании цифрового двойника является сбор данных непосредственно от физического объекта и контекстуальных данных о среде существования объекта.

Данные, поступающие непосредственно от объекта, могут быть идентификаторами, временными рядами, событиями, классами/экземплярами и т.д. Примеры: температура, давление, данные о состоянии, включен или выключен, или данные о событиях (например, предупреждения о том, когда элемент превысил свой порог). Контекстуальные данные предоставляют дополнительную релевантную информацию об объекте и об окружающей или производной среде вокруг объекта, например метеорологические данные, журналы технического обслуживания, данные о цепочке поставок и инвентаризации и т.д.

Шаг 2. Создание цифровой модели

Собранные данные используются для создания цифрового представления объекта. Это можно сделать с помощью программы 3D-моделирования, такой как Autodesk Maya или Blender, или программы автоматизированного проектирования (САПР), например Solid Works или CATIA. Модель может включать такие элементы, как структура данных, метаданные (физические и реляционные) и системные модели функциональных элементов или критических переменных (температура, давление и т.д.). Входные сигналы для цифрового двойника могут прийти от имитационных моделей, моделей компьютерного проектирования (CAD), моделей спецификации материалов

АВТОРИТЕТНАЯ ПЛОЩАДКА
ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ЛИДЕРОВ ТЭК

18–20 АПРЕЛЯ 2023



РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РМЭФ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

XXX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
 **ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

ОДНОВРЕМЕННО С РМЭФ-2023 ПРОЙДУТ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЕКТЫ:
**ВЫСТАВКА «ЖКХ РОССИИ», ВЫСТАВКА «СВАРКА/WELDING»,
ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС «ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ»**



@ENERGYFORUMSPB САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О РМЭФ В НАШЕМ TELEGRAM-КАНАЛЕ!

18+

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ENERGYFORUM.RU
rief@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб.2626

EXPOFORUM

ENERGETIKA-RETEC.RU
energo@restec.ru
+7 (812) 303 88 68

РЕСТЭК®
ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ



и функциональных моделей физического объекта. Чаще всего строится более общая модель цифрового двойника для типа объектов, но затем создается экземпляр, который согласуется с уникальной идентичностью реального объекта.

Данный шаг включает в себя создание правил, алгоритмов и логики, которые позволят цифровому двойнику реагировать на окружающую среду и взаимодействовать с другими объектами. Это делается с помощью программного кодирования, такого как Python, Java или C++.

Шаг 3. Подключение модели к источникам данных

После создания модели ее необходимо подключить к источникам данных: датчикам на объекте, базам данных, облачным системам и др. Важно убедиться, что источники данных надежно подключены к модели, например, через Интернет вещей (IoT) или протокол связи, такой как Bluetooth или Wi-Fi.

Любое приложение, которое хочет прочитать данные из объекта (или отправить данные в объект), должно получить доступ к данным через этот цифровой двойник. Архитектурно, это может быть исполняемая программная оболочка, микросервис или другая форма компоненты программного приложения. Программный шлюз взаимодействия с цифровым двойником может быть реализован как в высокотехнологичной REST-style client/server API парадигме или даже разговорном (NLP) интерфейсе, так и в более традиционных вариантах реализации систем обмена сообщениями, потоками данных (см. рисунок).

Шаг 4. Мониторинг и анализ

Этот шаг может включать мониторинг и анализ рабочих параметров, энергопотребления и других показателей, результаты которых можно использовать для определения областей, требующих улучшения, и для оптимизации производительности актива.

Шаг 5. Повторение и улучшение

Данный шаг подразумевает возможное внесение изменений в модель, добавление новых источников данных и дополнительное выполнение анализа. Процесс можно повторять по мере необходимости, чтобы цифровой двойник оставался эффективным и актуальным.

Перспективы развития и применения цифровых двойников

Цифровые двойники быстро становятся эффективным инструментом для бизнеса во многих отраслях экономики [5]. В будущем они, вероятно, станут неотъемлемой частью многих предприятий. Так как цифровые двойники – лишь следующая форма доступности

и оперативности информационных потоков, то эта технология продолжит тренд информационной революции в производстве и коммуникациях. Совместное использование цифровых данных в экосистемах с поддержкой технологий моделирования будет стимулировать как традиционные, так и новые "разрушительные" бизнес-модели и стили мультистороннего взаимодействия, ориентированного на активы, которые выйдут за рамки традиционных цепочек создания стоимости.

Предприятия с цифровыми экосистемами будут все чаще применять цифровые двойники в качестве новой формы совместного использования основных данных, основанной на асимметрии информации. Экосистемное лидерство будет благоприятствовать предприятиям, которые становятся цифровыми агрегаторами данных на основе цифровых двойников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология цифровых двойников быстро набирает обороты в качестве мощного инструмента для повышения эффективности предприятий, внедрения инноваций и достижения конкурентных преимуществ. Имея подходящие ресурсы и инфраструктуру, предприятия смогут более полно раскрыть потенциал этой технологии, революционизирующей методы работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимова З.Н. Цифровая трансформация бизнеса // Журнал У. Экономика. Управление. Финансы. 2021. № 4 (26). С. 89–96.
2. Кубасов И.А., Щетников А.В. О реализации федерального проекта "Искусственный интеллект" национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" в сфере внутренних дел // Цифровая трансформация системы МВД России. Сб. научных статей по материалам Международного форума. В 2-х ч. М., 2022. С. 422–428.
3. Кириллов Д.С., Барчукова Т.А. Цифровые двойники как основа цифровой трансформации промышленных предприятий // Актуальные вопросы экономики и управления, Смоленск, 21–22 октября 2021 года. Смоленск: Маджента, 2021. С. 161–164.
4. Рудской А.И. Цифровая промышленность на основе цифровых двойников // Приборы. 2021. № 3(249). С. 9–16.
5. Абрамов В.И., Туйцына А.А. Цифровые двойники – эффективные инструменты цифровой трансформации компании // Управление бизнесом в цифровой экономике. Сб. тезисов выступлений Четвертой международной конференции. СПб, 2021. С. 33–39.