

03 июля 2019

Близнецовый метод

Реализация концепции «Индустрия 4.0» подразумевает широкое использование методов математического моделирования и предиктивной аналитики. В сфере ИТ эта задача решается путем создания цифровых двойников оборудования, процессов или производств. Они представляют собой цифровые модели, поддерживаемые в актуальном состоянии за счет данных о характеристиках объекта или процесса, получаемых в режиме реального времени. Исходя из специфики применения цифровых двойников, важно выработать принципы определения целесообразности и ожидаемого эффекта от их внедрения.

Динамические математические модели, которые в последнее время принято называть цифровыми двойниками, уже стали одним из элементов цифровизации различных сфер экономики, управления и производства. Специалисты ожидают, что в перспективе, по мере развития цифровой трансформации такие модели будут приобретать все более важное значение, а в некоторых случаях без них нельзя будет обойтись. Это касается, например, концепции предиктивного технического обслуживания сложной техники в процессе ее эксплуатации.

Руководитель направления оптимизационного планирования ООО «Джи-Эм-Си-Эс Верэкс» (GMCS) Илья Корнилов отмечает, что растет распространение цифровых двойников в самых разных сферах. «Концепция цифровых



двойников (Digital Twins) появилась еще в начале 2000-х годов, но активное развитие получила в связи с диджитализацией. По оценкам Gartner, 13 % организаций так или иначе используют Интернет вещей (IoT) и внедряют цифровых двойников, а 62 % либо находятся в процессе создания цифровых двойников, либо планируют применять данную технологию в будущем. Используя IoT-датчики и специализированное программное обеспечение, можно получить точную копию физического процесса или продукта, что открывает широчайшие возможности во многих отраслях – в энергетике, на сложных производствах, в нефтегазовой промышленности, телекоммуникациях, авиационно-космической и оборонной промышленности, а также на транспорте, в медицине и науке», – поясняет Илья Корнилов.

Руководитель департамента предпроектного консалтинга по бизнес-приложениям Oracle в России и СНГ Нина Путинцева также подтверждает успешность использования концепции Digital Twins в цифровизации производства и потенциал применения этого опыта в других областях экономики. Она подчеркивает, что создание цифровых двойников – это обязательный этап в процессе цифровой трансформации производственных компаний. «По данным McKinsey, производственные компании за счет цифровой трансформации смогут снизить время выпуска продукции на рынок на 20-50 %, сократить затраты на техобслуживание на 10-40 %, увеличить производительность на 3-5 %, сократить время простоя на 30-50 %, снизить затраты на запасы на 20-50 %, уменьшить затраты на обеспечение качества на 10-20 % и достигнуть других преимуществ. В среднем в результате цифровизации компании могут ежегодно экономить до 25 % от операционных

затрат. Для компании со статьей операционных затрат в 4 млрд рублей такая экономия будет составлять 1 млрд рублей в год», – рассуждает Нина Путинцева.

Спрос на модель

Цифровые двойники находят применение во многих сферах уже сегодня, а потенциал их применения – еще шире.

Директор по промышленным решениям ЗАО «КРОК инкорпорейтед» Вячеслав Максимов напомнил об одном из первых применений цифровых двойников и их текущем использовании. «Математические модели давно и успешно применяются для решения самых разных задач. Ярким примером использования цифровых двойников может служить добровольный отказ от проведения ядерных испытаний, оформленный в 1996 году, когда в Нью-Йорке был открыт для подписания договор об их всеобъемлющем запрещении. С этого момента вся разработка ядерного оружия основывается на математических моделях, а ядерные испытания перешли в виртуальность. Заодно это подстегнуло развитие компьютерной индустрии. Давно стала цифровой разработкой и конструированием изделий с помощью средств автоматизированного проектирования и инженерного анализа. Цифровые двойники производственных объектов на базе дополненной и виртуальной реальности в настоящее время используются для обучения персонала, что особенно актуально для опасных производств: химическая и нефтехимическая промышленность, нефтеперерабатывающие заводы, шахты и пр. Большой потенциал имеют методы математического моделирования и оптимизации в энергетике. Близкая задача –



моделирование технологических процессов для сложных химических и нефтегазохимических производств, но спрос на такие решения в России только начинает формироваться», – отметил Вячеслав Максимов.

Руководитель направления промышленных решений IBM в странах Центральной и Восточной Европы Алексей Аникин перечисляет несколько направлений использования цифровых двойников. «В качестве примера можно привести работы по созданию цифровых двойников при моделировании автомобилей. Цифровые двойники позволяют сократить время вывода продукта на рынок – с учетом того, что многие испытания можно проводить в цифровом виде, а также проверять, как отразится на продукте то или иное изменение – без необходимости его физического воплощения. При строительстве сложных инженерных сооружений – например, атомных электростанций – до 70 % проектной информации наследуется в течение жизненного цикла станции. В данном случае создание динамичной (развиваемой в процессе работы) цифровой среды, описывающей работу станции, может принести до 1,5 % экономии от стоимости строительства», – говорит Алексей Аникин.

По оценке руководителя направления роботизации АО «Бэлл Интегратор» (Bell Integrator) Кирилла Филенкова, спектр применения цифровых двойников настолько широк, что выделить наиболее перспективные области использования довольно сложно. «Наибольшая выгода от применения цифровых двойников достигается при моделировании дорогостоящих и сложных объектов и процессов. Среди таких примеров – различные тесты безопасности автомобилей, симуляции запуска ракет или реакторов на предельных мощностях. Ведь для тестирования запуска реальной ракеты

необходимы большие вложения денег и огромные трудозатраты. Гораздо выгоднее создать симуляцию, в которой будет произведено необходимое количество тестов, и только после этого приступать к реальным испытаниям», – считает Кирилл Филенков.

Руководитель проектов департамента ИТ-аутсорсинга ГК «КОРУС

Консалтинг» Владимир Бобров подчеркивает, что сфера применения цифровых двойников простирается от исследования транспортных средств и самолетов нового поколения до жизнедеятельности целого города. «Технологии цифровых двойников уже используются для моделирования сценариев работы таких крупных объектов как космическая инфраструктура, здания и города. Некоторые аналитики даже считают, что и у людей могут быть цифровые близнецы. А пока цифровые двойники завоевывают производство, помогая предприятиям решать проблемы с техническим обслуживанием оборудования и обеспечивать оптимальный вывод продукции на рынок. К примеру, компания Chevron рассчитывает сэкономить миллионы долларов на техобслуживании оборудования благодаря технологии виртуальных двойников, которую она собирается развернуть на нефтяных месторождениях и нефтеперерабатывающих заводах к 2024 году. По сути, цифровые двойники могут в режиме реального времени «наблюдать» за тем, что происходит с оборудованием или другими физическими активами, и прогнозировать сценарии «а что если» для любых типов процессов. Поэтому наиболее перспективные направления производства для применения цифровых двойников – это машиностроение, нефтегазовая отрасль, производители композитных материалов, лифтового оборудования, кранов, систем канатных дорог и эскалаторов, а также



фармпроизводства. То есть все те предприятия, где есть непрерывная смена модельного ряда, связанная с крупными расходами на разработку новых продуктов, и сложная производственная структура цехов», – поясняет

Владимир Бобров.

Двойник на своем месте

Конкретные примеры использования цифровых двойников так же разнообразны, как отраслевой потенциал их развития.

Нина Путинцева говорит, что применение цифровых двойников не ограничено типами производственных процессов и может использоваться даже на стадии планирования. «Представьте, что у каждого объекта производства есть цифровой двойник – его виртуальная копия, которая расскажет все о своем оригинале. Если это оборудование – расскажет, где, когда и кем оно было выпущено, когда введено в эксплуатацию, какова история показателей его работоспособности и технического состояния, а также даст информацию о техобслуживании и ремонтах, эксплуатации и простоях, о том, как оборудование ведет себя в настоящее время и как будет вести себя в будущем. Если это транспорт, то цифровой двойник отразит его местонахождение, перемещение, движение и остановки, технические характеристики, потребление топлива, поведение водителей – исторические, текущие и прогнозные данные. Если это выпускаемая продукция, то в модели будет представлена вся информация о производственном процессе конкретной единицы или партии – сырье и ингредиенты, их поставщики, рабочая смена, параметры оборудования, информация о качестве и заказчиках. Причем реального физического

объекта пока может не существовать. Цифровой двойник может быть создан еще на стадии дизайна и проектирования», – отмечает руководитель департамента Oracle.

Владимир Бобров указывает на то, что предприятия используют технологию цифровых двойников в решении многих задач, включая улучшение текущих бизнес-процессов, тестирование новых продуктов и даже обучение сотрудников. «Но есть несколько областей, где такие решения наиболее востребованы. Во-первых, большой интерес к применению цифровых двойников мы наблюдаем в процессах производства продукции и гарантийной поддержки. Приложения помогают производить, исследовать и оптимизировать даже крупные объекты, такие как авиационные и космические двигатели и другие крупногабаритные системы, еще до начала реального производства. Во-вторых, виртуальные модели широко востребованы для управления бизнес-процессами на производствах. Одно из главных преимуществ цифровых близнецов – возможность моментально собирать огромные массивы данных из учетных систем и с IoT-датчиков, установленных на оборудовании, использовать их для визуализации процессов и их важных компонентов – и извлекать из этой информации заключения о состоянии объекта практически в режиме реального времени. Кроме того, виртуальные двойники серьезно упрощают техническое обслуживание техники. Например, можно использовать цифрового близнеца оборудования, чтобы протестировать, насколько условия эксплуатации влияют на функциональные характеристики каждого конкретного объекта. Наконец, цифровые двойники незаменимы при «умной» автоматизации производства. Они помогают анализировать, как поменяется работа

компании после внедрения той или иной инновации, и оценивать реальный возврат инвестиций от нее», – характеризует область применения цифровых двойников **руководитель проектов «КОРУС Консалтинг»**.

Глава направления Digital Industry X.0 российского офиса компании Accenture Антон Епишев полагает, что в первую очередь цифровые двойники полезны при разработке новых продуктов. «С их помощью можно тестировать новый продукт, процесс или даже бизнес-модель без рисков в реальном мире. Цифровые двойники позволяют отслеживать состояние удаленного оборудования, оптимизировать процессы производства новых продуктов, моделировать бизнес-процессы или целый бизнес во всей полноте», – сказал Антон Епишев. Илья Корнилов не сомневается, что применение цифрового двойника возможно на протяжении всего жизненного цикла изделия, включая его проектирование, производство, ввод в эксплуатацию и последующее обслуживание. Он отмечает, что оптимизация сервисного обслуживания физических активов – один из наиболее востребованных сценариев использования цифровых двойников.

«Высокоточный цифровой близнец, построенный на инженерных данных, позволяет проектной команде оптимизировать ввод в эксплуатацию и упростить заводские приемочные испытания (Factory Acceptance Test, FAT) – сделать эти процессы более эффективными, вывести их с критического пути, что в конечном счете поможет обеспечить выполнение проектов в соответствии с установленным графиком. Обучение персонала необходимым навыкам работы с оборудованием – еще одно перспективное направление для использования цифровых двойников. Известно, что

подготовка специалистов с нужным уровнем компетенций занимает несколько лет и требует значительных инвестиций. Цифровая симуляция может применяться для повышения квалификации персонала, операторов конвейерных линий и т. д., для оттачивания необходимых навыков работы не только с работающим оборудованием, но и с новыми технологиями, которые предприятие планирует ввести в эксплуатацию», – отмечает представитель GMCS.

Близнецовая экономика

Планируя цифровое развитие компании, важно найти ответ на вопросы о том, в чем состоит экономический и операционный эффект от использования цифровых двойников, и в каких случаях будут оправданы затраты производственного предприятия на их внедрение.

По мнению Антона Епишева, цифровой двойник – это часть фундамента, на котором можно построить новые бизнес-модели. Это так называемый enabler – то, что не дает прямого коммерческого эффекта, но является основанием для развития. «Использование цифровых двойников повышает операционную эффективность бизнеса: с их помощью можно виртуально проверить гипотезы при перепроектировании процессов обслуживания клиентов, а затем уже в реальности протестировать только те, которые по итогам моделирования дадут лучшие результаты. Это значительно дешевле и быстрее, чем проводить множество практических экспериментов. Кроме того, сбор в цифровом дневнике разрозненной информации о каком-либо сложном оборудовании позволит осуществлять предиктивную аналитику для сокращения затрат на ремонты. Цифровой двойник сам

по себе не имеет ценности – важны его приложения; важно то, что мы будем с ним делать. Например, если уже есть предиктивные модели (или есть уверенность в возможности их построения) для предсказания отказов в работе дорогостоящего оборудования, то для их индустриализации требуется создание двойника», – поделился мнением представитель российского офиса Accenture.

Вячеслав Максимов характеризует экономическую сторону использования цифровых моделей. «Затраты на создание цифровых двойников всегда заметно ниже затрат на производство и производственных потерь от неэффективного планирования и использования ресурсов. Поэтому затраты на создание цифровых двойников сложно назвать капитальными, а вот эффект от их применения может оказаться значительным. Естественно, экономический эффект и срок окупаемости проекта по созданию цифрового двойника нужно считать в каждом конкретном случае. У нас большой опыт проведения технико-экономического обоснования для применения различных решений, включая внедрение систем предиктивной диагностики. Что касается оправданности затрат, то, например, эффект от цифрового реинжиниринга производства мы ожидаем уже через три-шесть месяцев после внедрения. Обычно же срок окупаемости проектов по моделированию производственных процессов и созданию цифровых двойников составляет от года до двух, редко достигает трех лет», – говорит директор по промышленным решениям компании «КРОК».

Алексей Аникин описывает критерии целесообразности затрат на внедрение цифровых двойников: «Для меня своеобразным триггером, который говорит, что на том или ином участке можно внедрить цифровые двойники, является

значительное колебание производственных параметров (качество продукции, отказы в работе оборудования, потребление энергии) в зависимости от работающей смены. Если такое колебание есть, то точно можно добиться положительного эффекта от внедрения. В целом, я бы разделил цифровых двойников на две категории. С одной стороны, если есть возможность при проектировании создать модели физических и других материальных процессов и учесть эти модели при работе, то точность функционирования таких цифровых двойников будет весьма высокой. С другой стороны, если для работающего на предприятии оборудования подобных моделей нет, то лучше применять подход со статистическим моделированием».

У **Владимира Боброва** – свое отношение к вопросу экономической эффективности цифровых двойников. «Ожидать быстрой окупаемости от применения цифровых двойников не стоит – это не революционное открытие, а новый метод предоставления информации для бизнес-анализа. Инвестиции могут быть оправданы в том случае, если внедрение технологии снизит издержки на аналитику и поможет своевременно принимать решения, обеспечивающие сокращение производственных затрат. Чтобы понять, каким будет возврат инвестиций от внедрения цифровых двойников, стоит реализовать пилотный проект внедрения. Это позволит оценить, насколько оправданы затраты на такие системы», – поясняет **специалист «КОРУС Консалтинга»**.

Создать двойника

По мнению специалистов, текущий уровень развития информационных технологий позволяет создавать эффективные решения в области цифровых двойников.

Нина Путинцева отмечает, что уже есть готовые решения в данной сфере. «Например, готовые решения от Oracle универсальны для различных типов производств, настраиваются под требования конкретного предприятия и разделяются по типу объектов цифровизации – активы (оборудование), производственные линии, рабочие, транспорт, сервисное обслуживание. Каждое бизнес-приложение позволяет создать цифровой двойник, подключить его к облачной платформе для анализа поступающих данных, обогатить потоковые данные контекстуальной информацией из систем управления ресурсами предприятия (ERP), кадрового управления (HCM), управления поставками (SCM) и взаимоотношениями с клиентами (CRM), сигнализировать об аномальных ситуациях, прогнозировать поведение объекта и в режиме реального времени информировать обо всех необходимых показателях. Эти решения уже доказали свою эффективность», – рассказывает представитель Oracle в России и СНГ.

По оценке руководителя направления роботизации Bell Integrator Кирилла Филенкова, текущее состояние технологий не только позволяет реализовывать концепцию цифровых двойников, но и делает их максимально приближенными к реальности. «Обычно цифровые двойники создаются на основе систем автоматического проектирования (Computer Aided Design, CAD), а также решений по анализу видов и последствий отказов (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) с помощью моделирования физических процессов и технологии машинного обучения», – напомнил он.

Вячеслав Максимов говорит, что на рынке представлено много различных решений и платформ по моделированию и созданию цифровых двойников для совершенно разных отраслей, задач и типов производства. «Иногда такие решения сложно найти в силу их специфики, но в последнее время практически на все запросы по цифровым двойникам нам удается подобрать либо готовые решения, либо специализированные платформы для их создания», – делится опытом директор по промышленным решениям «КРОК».

У Антона Епишева – двоякая оценка готовности ИТ к развитию решений в области цифровых двойников. «Есть два ответа на этот вопрос. Технологии для создания цифровых двойников очень зрелые – у каждого вендора цифровых платформ разработаны специализированные инструменты и технологии, особенно в части IoT. С другой стороны, цифровых моделей конкретного оборудования и процессов пока мало – рынок пока ими только наполняется. Больше всего, конечно, продвинулись производители оборудования: у них есть все возможности и данные для создания двойников. Но нельзя забывать, что для каждого производства двойники, скорее всего, должны быть адаптированы или даже созданы заново», – рассуждает глава направления Digital Industry X.0 российского офиса Accenture.

Илья Корнилов в качестве примера готового решения для создания цифровых двойников приводит платформу имитационного моделирования AnyLogic Professional. «Платформа широко и успешно используется для моделирования процессов на производстве, в добыче полезных ископаемых, на грузовых терминалах и т. д. Имитационная модель задается как набор логических правил, а процесс симуляции – не что иное как выполнение этого набора правил в заданном промежутке времени. Результат работы модели

показывает поведение системы или процесса во времени. Это еще можно назвать динамическим моделированием», – пояснил руководитель направления оптимизационного планирования GMCS.

Источник: журнал «Стандарт»

