

Гляжу в DT, как в зеркало

Цифровой двойник – это цифровая копия физического объекта, процесса или целого производственного комплекса, отвечающая на вопрос «что будет, если?». Как эту технологию используют игроки транспортного рынка?



На заводе и в космосе

Технология создания цифровых двойников (digital twin, DT) применяется во всех сферах, требующих создания сложных технических систем. В основном это машиностроение (авиа- и судостроение, газотурбинные двигатели, ракетно-космическая промышленность), строительство крупных промышленных и инфраструктурных объектов, отметил руководитель дивизиона PLM компании «Аскон» Иван Трохалин. В промышленности эту технологию можно встретить в трех ипостасях: двойник прототипа (или типовой конструкции) изделия, двой-

ник экземпляра (физического изделия) и двойник прототипа производственного процесса. У каждого из них свои особенности.

По словам И. Трохалина, в машиностроении технология цифровых двойников позволяет снизить совокупные затраты ресурсов и времени на разработку, изготовление, поддержку и вывод изделий из эксплуатации. Достигается это через замену дорогостоящих и единичных натурных испытаний на многочисленные и гораздо более дешевые виртуальные, а также через прогнозирование поведения физического объекта и принятие

адекватных управленческих решений на основе этих прогнозов.

Как добавляет заместитель директора по новым рынкам компании «Рексофт» Александр Семенов, в первую очередь цифровой двойник полезен там, где доступ к основной системе затруднен или невозможен, либо он высокочастотен, либо связан с деструктивными явлениями. «Отмечу, что три указанных признака можно найти практически в любом масштабном проекте создания новой производственной системы», – добавил эксперт.

Широкое применение двойники получили и в логистике предприятий. «Логистические департаменты проверяют пригодность упаковочных материалов для конкретной перевозки, анализируют влияние процедур упаковывания продукции на доставку, тестируют проекты складских помещений на показатели операционной эффективности, рассчитывают маршруты распределения и места хранения запасов на основе данных о дорожной ситуации – во всем этом уже сейчас помогают цифровые двойники», – рассказал генеральный директор IT-компании Omega Алексей Рыбаков.

ТОЧКА ЗРЕНИЯ



Иван Трохалин,
руководитель дивизиона PLM компании «Аскон»

– Создание цифрового двойника прототипа изделия начинается с построения его цифровой геометрической модели в САД-системе. Затем эта модель наполняется необходимой для производства информацией и передается на все последующие этапы жизненного цикла изделия. В том числе геометрическая модель используется для виртуальных испытаний, когда в CAE-системах анализируется влияние различных факторов и процессов на состояние изделия, моделируется его поведение. Геометрическая модель поступает в САМ-систему для разработки управляющих программ и моделирования обработки деталей изделия на станке. Цифровые двойники физических изделий предусматривают оснащение средствами сбора данных, телеметрии, передачи их в ту систему, где это изделие было спроектировано, чтобы сравнить план и факт. Соответственно нужны программные средства накопления и анализа таких данных, например цифровые паспорта или формуляры изделий в рамках систем логистической поддержки.

В цифровом паспорте фиксируются данные по техническому состоянию изделия: наработка, неисправности, режимы функционирования, выполненные техобслуживания и ремонты, израсходованные запасные части, инструменты и принадлежности. Чтобы цифровой двойник реально работал, давал информацию для принятия решений, его нужно напитать качественными данными.

Чудо рождения

Как создается система цифрового двойника, рассказал А. Рыбаков. По его словам, она состоит из трех базовых компонентов: информационной модели физического объекта и процессов; модуля обработки данных, который будет собирать данные с устройств и превращать их в цифровую копию объекта и процессов; а также механизма коммуникации между

ЦИТАТА

«Технология создания цифрового двойника применяется повсеместно, практически во всех сферах промышленности, начиная от детали, механизма, агрегата и до полноценной производственной линии и целого производства. Применение ДТ позволяет смоделировать внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях воздействия помех и окружающей среды, что значительно сокращает финансовые затраты на отработку новых технологий и новых изделий и заранее (до начала производства) позволяет внести изменения, улучшающие характеристики реального объекта».

Вадим Истомин, главный технолог МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана

мер, обновляющийся прогноз погоды, базы данных государственных, коммерческих систем.

РАБОТЕ НЕТ КОНЦА

После ввода конечного изделия или системы в эксплуатацию ее цифровой двойник зачастую не прекращает своего существования, подчеркнул менеджер по развитию направления «Цифровое производство» Siemens Digital Industries Software Николай Андриюхин. Напротив, собирая, накапливая и обрабатывая данные, получаемые от реальной производственной системы, своего физического двойника, цифровой двойник начинает развиваться и совершенствоваться. Другими словами, анализ получаемых данных позволяет принимать обоснованные решения о необходимости дальнейшей доработки системы, находить неочевидные узкие или слабые места, делать прогнозы о перспективах и качестве функ-

маршруты, учесть стоимость эксплуатации подвижного состава и путевого оборудования и выработать оптимальные режимы эксплуатации всей транспортной сети.

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ЕЩЕ НЕ ДОРΟΣ

Создать цифровой двойник изделия – самолета, корабля или двигателя – можно только на прочном фундаменте из промышленно внедренных систем класса CAD/CAE/CAM, развитых практик системной инженерии и управления требованиями с отлаженной системой сбора и обработки данных об изделии и, что важно, когда цифровая модель (а не бумажный документ) имеет легитимный статус, предупреждает И. Трохалин. На большинстве российских машиностроительных предприятий системная работа по строительству такого цифрового фундамента еще не закончена, а на многих только началась.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПОЛЕЗЕН ТАМ, ГДЕ ДОСТУП К ОСНОВНОЙ СИСТЕМЕ ЗАТРУДНЕН ИЛИ НЕВОЗМОЖЕН, ЛИБО ОН ВЫСОКОЗАТРАТЕН, ЛИБО СВЯЗАН С ДЕСТРУКТИВНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ

ционирования системы при изменяющихся условиях. Это и есть третий этап валидации цифрового двойника. Кроме того, ДТ принимает непосредственное участие в функционировании производственной системы, например, обеспечивая непрерывную связь имитационной модели производства с MES-системой, которая управляет производственными процессами, для возможности проводить обоснованное как долгосрочное, так и оперативное планирование. Таким образом, получается комплексный цифровой двойник, обеспечивающий междисциплинарное проектирование, ввод в эксплуатацию и функционирование производственной системы или объекта.

Бытует мнение, что создание цифрового двойника оправданно только в случае создания новой производственной системы. Однако эксперты с этим не согласны. «Не имеет особого значения, новая это производственная система или уже действующая. Стоит отметить, что цифровой двойник – это совокупность математических моделей, описывающих весь спектр происходящих с реальным объектом событий, при этом учитывается взаимодействие с внешними факторами и выявляются функциональные характеристики объекта. А какая это система, вновь создаваемая или существующая, не играет роли», – уточнил Н. Андриюхин.

Он привел в пример цифровой двойник уже действующей железной дороги. В этом случае цифровую модель можно построить для любых участков и процессов: спрогнозировать загрузку путей, определить оптимальные логистические

«Если на Западе применение цифровых двойников уже становится стандартом в промышленности, то в России они пока не получили широкого распространения», – согласился директор центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества», директор МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана Владимир Нелюб. Тем не менее ведущие компании страны в разных отраслях уже взяли на вооружение эту технологию. В числе первых – нефтегазовый сектор («Газпром»), энергетический сектор («Росатом») и сектор машиностроения (РЖД, КамАЗ).

Н. Андриюхин, в свою очередь, настаивает на том, что географический фактор не играет в данном случае существенной роли, если не считать того, что технология пришла в Россию с Запада и, соответственно, решения, которые могут быть новыми для российского рынка, в ряде стран уже используются.

Стоит, пожалуй, упомянуть, что в российских реалиях может встречаться некоторая инерция при принятии решений о внедрении, но так случается с любой передовой технологией. «Владельцам или руководству предприятий необходимо убедиться в том, что инвестиции окупятся, что они получают серьезный эффект от внедрения, но всегда можно показать и подтвердить преимущества технологии цифровых двойников на практических кейсах», – добавил Н. Андриюхин. Среди них есть и российские – например, «Уральские локомотивы» достигли 40% ускорения запуска деталей «Ласточки» в производство и на 30% ускорили обра-

цифровым двойником и физическими объектами.

Если говорить о логистике предприятия, информационная модель наполняется такими элементами, как количественные показатели спроса на продукцию, показатели входа сырых материалов, переработки материалов в продукцию на заводе, хранения продукции в центрах дистрибуции, принадлежащих посредникам, показатели хранения в магазинах, продаж потребителям и т. д. Все элементы визуализируются в виде понятных иллюстраций: склад, завод, центр дистрибуции, магазин.

На втором этапе внутри каждого элемента создаются этапы: например, на заводе это будут отдельные этапы производства. Каждому этапу и элементу присваивается три статуса: степень загрузки склада, остаток времени до начала отгрузки, переработки или других действий и предельная мощность работы склада, завода или магазина.

На последнем этапе на схеме помечаются контрольные точки, которые будут сигнализировать о конкретном месте в цепочке, где происходят сбои в работе. Затем вся модель представляется с помощью 3D-модуля и интегрируется в мобильный или веб-интерфейс. «Так выглядит простейшая визуализация цифрового двойника. Чем больше сенсоров и датчиков будет использоваться для отслеживания процессов, тем сложнее и разветвленнее будет информационная модель», – добавил А. Рыбаков.

Модуль обработки данных как второй базовый компонент всей системы цифрового двойника требует постоянного подключения к сенсорам, которые будут поставлять в систему много данных ежесекундно. Здесь может быть не только информация, создаваемая самим предприятием, но и внешние данные: напри-

ботку этих деталей непосредственно на производстве.

Объем инвестиций оценивается в каждом конкретном случае индивидуально, его сложно обозначить общими словами. При этом эксперты подчеркивают, что крайне важно понимать поставленную перед конкретным цифровым двойником задачу и необходимые для ее реализации программные средства. Важно также учитывать цифровую зрелость предприятия. «Необходимо грамотно оценить стоящие перед предприятием задачи и, что немаловажно, спрогнозировать возникновение новых задач,

основное внедрение или масштабирование технологии), количества охваченных единиц оборудования, бизнес-процессов, номенклатуры выпускаемой продукции и количества номенклатурных групп сырья и материалов.

Предприятию следует четко осознавать, что, кроме прямых временных и финансовых затрат на проект, требуется предусмотреть стоимость привлечения внутренних экспертов, так как они отвлекаются от основной производственной деятельности на выработку гипотез, формализацию описаний и тестирование результатов.

Стандартный цифровой двойник может быть создан за полгода и стоить от нескольких миллионов до нескольких десятков миллионов рублей

тем самым подготовить требования к программно-аппаратному комплексу, способному обеспечить создание того или иного цифрового двойника, его функционирование и развитие. Так, например, состав программно-аппаратных средств для создания цифрового двойника пассажирского вокзала для анализа и прогнозирования потока пассажиров, эффективности работы транспортных и логистических систем будет отличаться от программно-аппаратного комплекса, необходимого для создания цифрового двойника локомотива», – рассказал Н. Андрюхин.

Как отметил руководитель направления бизнес-аналитики компании VIA Technologies Станислав Воронин, затраты на проекты по созданию цифрового двойника могут существенно отличаться в зависимости от их стадии (пилотирова-

Руководитель направления «Цифровое производство» Prof-It Group Аркадий Дильман считает важным добавить, что применение технологии цифровых двойников все же оценивается в десятки раз дешевле, чем проектирование и выстраивание макета производства. Еще на стадии строительства производства можно с помощью симуляции на двойнике оценить все варианты выпуска продукции, а при проектировании изделия у организации нет потребности в расходах на дорогостоящие тесты с изделием.

В целом стандартный цифровой двойник может быть создан за полгода и стоить от нескольких миллионов до нескольких десятков миллионов рублей, утверждает А. Рыбаков. Для разработки требуется команда из 10 человек: продакт-менеджер, дизайнер, дата-сайентист, дата-инженер, программисты, DevOps-разработчик,

QA-специалист и специалист по защите информации. «Даже после завершения разработки необходима будет постоянная техническая поддержка системы, которая будет решать возможные нештатные ситуации. Для этого лучше всего нанять специалистов на постоянную работу. Собственные специалисты обойдутся в 2 раза дешевле проектного найма», – советует эксперт.

При этом с учетом высокой стоимости проекта чаще будет прогнозировать риски, которые будет прогнозировать цифровой двойник. Если их стоимость существенно превышает цену разработки, цифровой двойник действительно необходим. И, конечно, в расчет берется, насколько DT будет полезен, помимо предотвращения рисков, для снижения расходов и повышения продуктивности бизнеса. В среднем проект цифрового двойника окупается за 5 лет, подсчитал А. Рыбаков, при этом срок зависит от специфики проекта, бюджета проекта и объемов предприятия.

В целом внедрение цифровых двойников в России находится на самом начальном этапе, так как большинство компаний только начинают процесс цифровой трансформации и в основном делают выбор в пользу решений, оптимизирующих рутинную работу, таких как электронный документооборот, управление проектами и пр. Для многих компаний цифровой двойник – непонятное и достаточно сложное дорогостоящее решение. Однако эксперты ожидают, что в среднесрочном периоде эта технология еще покажет свое превосходство над устаревающими подходами к бизнес-процессам.

Юлия Чернышевская 

