

Прокопенков Сергей Вячеславович

д-р экон. наук, профессор

Кадырова Ольга Васильевна

канд. экон. наук, доцент

Иванов Константин Михайлович

магистрант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

экономический университет»

г. Санкт-Петербург

ИНЖИНИРИНГОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СФЕРЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ

Аннотация: в статье рассматривается вопрос внедрения технологий цифровых двойников как одного из инструментов устойчивого развития промышленных предприятий. Авторы анализируют содержание и возможности цифровых двойников, выявляют проблемы внедрения технологии отечественными предприятиями, раскрывают преимущества и недостатки внедрения технологии цифровых двойников.

Ключевые слова: инжиниринг, цифровой двойник, виртуальный двойник, устойчивое развитие.

Глобальные изменения, происходящие на современном производстве, как правило, связаны как с мероприятиями системного характера, так и с внедрением результатов научно-технического прогресса. Они поднимают перед руководством предприятия новые задачи, одной из которых является формирование методов устойчивого развития. Как следствие, предприятия с более развитым механизмом устойчивого развития достигают более значимых результатов.

Понятие «цифровой двойник» безотрывно связано с понятием «устойчивое развитие», является мощнейшим драйвером его развития. Инжиниринг устойчивого развития ориентируется на такие сферы как экономика, экология, социальные аспекты, инновации. В свою очередь, технология цифрового двойника также

интенсивно влияет на инновационные, социальные, экономические и экологические аспекты деятельности, но на более локальном уровне в рамках отдельной отрасли или предприятия [1] Цифровые двойники снижают расходы ресурсов, так как моделирование происходит в виртуальной среде, позволяя сделать экологическую обстановку на немного, но лучше; экономят временные, материальные, финансовые ресурсы, сокращая количество испытаний и время их проведения; уменьшают количество изделий, подвергающихся испытаниям; создают новые, высокотехнологические высокооплачиваемые рабочие места, а также стимулируют создание и внедрение инноваций.

Первое упоминание понятия «цифровой двойник» появилось в программе NASA при запуске в 1970 году «Аполлон-13». В том полете, в результате выхода из строя оборудования, миссия могла потерпеть крах, а астронавты погибнуть. Именно, оставленный на земле, двойник корабля позволил найти решение сначала на Земле, а потом в космосе. Что привело к спасению астронавтов и успешной посадке космического корабля. Сейчас, через пятьдесят лет, цифровые двойники остаются одной из самых многообещающих технологий и указывают новый вектор развития научно-технического прогресса [4].

Технология цифрового двойника создана помочь предприятиям быстро обнаруживать технических проблемы, более точно предсказывать их результаты и производить более качественную продукцию.

Отметим требования, предъявляемые к цифровым двойникам:

- внешний вид цифрового двойника должен быть идентичен внешнему виду исходного физического объекта;
- при проведении испытаний, выходные параметры цифрового двойника должны полностью совпадать с выходными параметрами прототипа;
- информация, выдаваемая цифровым двойником во время процесса создания цифровой копии, должна правдиво описывать слабые и сильные стороны реального продукта.

Как не парадоксально, но в настоящее время, еще нет сформулированного общепринятого определения технологии цифровых двойников. Специалисты

разных компаний до сих пор полемизируют по этому поводу. Инженеры Siemens определяют понятие «цифровой двойник», как слияние следующих областей: разработка продукта, планирование производства, создание виртуальных производственных помещений в реальном окружающем пространстве.

Инженерный персонал компании Dassault Systems тяготеет к понятию «виртуальный двойник». Они считают, что понятие «виртуальный двойник» является развитием такого направления, как системный инжиниринг.

Еще одно определение цифрового двойника формулируется, как набор виртуальных информационных конструкций, описывающих реальный физический объект на макро- и микроуровне, служащая аналогом существующего или разрабатываемого объекта. В какой-то мере, цифровой двойник является обыкновенной цифровой моделью материального объекта. Отличительной характеристикой являются то, что создаваемая модель обладает динамическими характеристиками, а статические характеристики являются ее составляющей частью [3].

В целом, цифровые двойники можно разделить три основных типа.

1. Цифровой двойник-прототип – это система, содержащая в себе информационные конструкции, необходимые для создания и описания реального объекта. Она состоит из информационных баз об услугах, материалах и требований по утилизации объекта. Прототип не может описать модель полностью.

2. Цифровой двойник-экземпляр является отражением конкретного физического объекта. Он взаимодействует с данным объектом на протяжении всего времени его эксплуатации.

3. Цифровые двойники-агрегаты – это набор двойников-экземпляров, но, в отличие от вторых, не имеют возможности формировать независимую структуру данных. Такая вычислительная конструкция обладает правом управления всеми двойниками-экземплярами.

В общем виде цифровой двойник можно определить как цифровую копию физической системы, который используется для того, чтобы она (система) оптимизировалась в реальном времени.

Отметим основные проблемы в сфере внедрения инновационных технологий цифровых двойников.

Проблема разобщенности действий. В настоящее время, даже для крупной компании, накладно собирать и обрабатывать данные от тысяч датчиков, предназначенных для отслеживания вибрации, температуры, скорости, силы, мощности, габаритов. Данные необходимо распределять среди множества пользователей и хранить в различных форматах. К сожалению, разнообразие форматов создает путаницу в массивах генерируемых данных, а в итоге может сформироваться не вполне корректная модель того, что происходит в реальном мире, и привести специалиста к принятию неверных решений.

Необходимо определить оптимальное количество датчиков: при малом количестве датчиков прогнозы будут неточными; если же их будет излишне много – трудно будет выделить необходимый объем информации. Дополнительно, происходит процесс увеличения скорости сбора данных. В результате, опять может формироваться некорректная модель.

В отдельную проблему можно выделить *разрозненность получаемых данных*. Снимаемые аппаратурой колебания, могут быть записаны как в виде частотных характеристик, так и в виде отрезков времени. Температура может быть в градусах Кельвина, Фаренгейта, либо Цельсия. Видеофайлы могут быть переданы не в том формате. В результате, оперативная память может сбиваться с шага, особенно, когда данные отбираются с разной скоростью. При исправлении вручную кода программного обеспечения, которое было разработано для других целей, также могут возникнуть ошибки и неточности.

Необходимо начинать унификацию *стандартов* данных и моделей, которая позволит сделать исследования и разработку цифровых двойников более последовательными.

Инфраструктура. И если на Западе уже продолжительное время действуют успешные профессиональные инжиниринговые компании, то российские компании, к сожалению, используют в основном импортные инновационные технологии. В России, в процессе развития инноваций, большие средства уходят на

создание новых технологий. Получается, что наши компании пытаются повторять шаги европейских компаний создают то, что уже было разработано на Западе. Во многом это связано с наложенными на государство санкциями, во-вторых, существует система отбора проектов, где компании-производители являются конечными заказчиками. Разработанная технология становится собственностью одной компании. Чтобы этого не случилось, необходимо создать специальные компании, которые будут заниматься новыми разработками и их распространением, то есть инжинирингом [2].

Новые разработки должны попадать в специальные компании или «хабы», которые будут заниматься их распространением, то есть инжинирингом. Подобно американскому правительству, необходимо организовать стимулирование необходимых направлений экономики через финансирование некоммерческих центров по обмену технологиями и информацией. В дальнейшем организовать дотации на инжиниринговые услуги, стимулируя тем самым средний и малый бизнес. Практикам и исследователям необходимо онлайн-пространство, где они смогут обсуждать, разрабатывать и публиковать свои спецификации. Именно поэтому, в 2017 году была создана социальная группа по цифровым двойникам на китайской социальной медиа – платформе WeChat. Физические инновационные центры должны создаваться во взаимно доступных местах для подключения представителей промышленности, специалистов по обработке данных, экспертов по кибербезопасности, инженеров и бизнес-стратегов. Одним из примеров является «Smart Innovation Hub» в кампусе Университета Кила (Великобритания).

В заключении отметим, что конкурентная борьба оказывает стимулирующее воздействие на экономическую деятельность предприятия, вынуждая постоянно совершенствовать процессы, направленные на создание и выпуск современной, конкурентоспособной продукции. Даже незначительное снижение внутренних затрат предприятия дает несравненно больший прирост прибыли. Понимание современных условий конкурентной борьбы формирует у предприятия

возможность пользоваться возникающими перспективами, в бесконечном маратоне за финансами потребителя.

Эффективное управление процессами предприятия возможно только при соблюдении своевременного и ритмичного обеспечения производства всеми необходимыми видами ресурсов. Данный процесс может быть работоспособен только при постоянном контроле и проведении корректировок поставок в режиме реального времени, и добиться этого позволяют цифровые двойники.

Список литературы

1. Прокопенков С.В. Ресурсно-компетентностный аспект инновационного промышленного производства / С.В. Прокопенков // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. – 2011. – №7. – С. 291–295.

2. Прокопенков С.В. Информационный инжиниринг бизнес-процессов управления региональным развитием: учебное пособие / С.В. Прокопенков, И.О. Сенькив. – СПб.: СПбГЭУ, 2020.

3. Цифровой Двойник (Digital Twin) / CADFEM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cadfem-cis.ru/service/digital-twin> (дата обращения: 10.06.2021).

4. Шу Гюнтер. Индекс зрелости Индустрии 4.0, исследование Asatech. Управление цифровым преобразованием компаний / Гюнтер Шу, Рейнер Андерл, Юрген Гауземайер [и др.] // industrie 4.0 maturity center [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i40mc.de> (дата обращения: 10.06.2021).