

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ПРОИЗВОДСТВ: ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ И БУДУЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Журавлёва Е.Р.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Цифровые двойники (ЦД) широко обсуждаются в последние годы и обобщают различные решения и приложения в области поддержки принятия управленческих решений, в которых аналитические и имитационные модели технически связаны с информационными моделями реального производственного предприятия. Приложения в основном относятся к поддержке тактических решений в различных областях планирования и управления производством. Таким образом предпринимаются шаги в сторону перехода к «умному» производству.

«Умное» производство использует и интегрирует программные инструменты и данные на протяжении всего жизненного цикла продукта. При этом не только сам продукт и операции по его изготовлению существуют в цифровом двойнике, но и каждая единица оборудования, производственные участки и линии, персонал, поставщики и потребители, запасы ресурсов и готовой продукции отслеживаются и оптимизируются в цифровом формате.

На «умном» предприятии в любой момент времени можно получить полную информацию о текущем состоянии производства (выполняется ли план в сроки или с отставанием, какое оборудование работает в данный момент, причины простоя и пр.). Инструменты искусственного интеллекта применяются для прогнозирования отклонений от оптимальных условий работы. Системы поддержки принятия решений помогают выбирать наилучшие варианты управления по ключевым показателям эффективности – производительности, качеству, стоимости, своевременной доставке, устойчивости и отказоустойчивости. Эти показатели взаимосвязаны, поэтому важно, чтобы данные по всем компонентам и этапам производства были интегрированы с возможностью анализа влияния любого решения на все ключевые показатели эффективности одновременно.

«Умное» производство состоит из четырех взаимосвязанных компонентов [1]:

- виртуальное производство, где моделируется запуск ЦД продукта на виртуальном заводе для оптимизации производственных процессов и систем («ЦД процесса»), чтобы оценить производительность системы и технологические сбои;
- оптимизация управления предприятием и цепочками поставок в режиме реального времени, предусматривающая сбор и анализ данных со

средств управления, роботов, датчиков, камер, ИТ-систем, персонала, с последующей оптимизацией ключевых показателей эффективности;

- сервисное сопровождение продукта с возможностью сбора статистики в процессе эксплуатации продукта (поступление в систему информации от датчиков, установленных на продукте, анализ и прогноз необходимого сервисного обслуживания);

- оптимизация работы сервисных центров в режиме реального времени, обеспечивающая высокую пропускную способность, качество и своевременность обслуживания благодаря модификации ЦД.

Несмотря на весомые преимущества такого подхода к планированию, проектированию и функционированию производственных предприятий, конкретные практические применения в реальном секторе встречаются редко. Как правило эти решения используются крупными компаниями, потому что требуют значительных затрат.

Проблемы, с которыми сталкиваются предприятия при внедрении цифровых двойников [1]:

- отсутствие структурированной и целостной информационной модели как основной предпосылки для реализации основанных на ней аналитических подходов;

- руководители компаний обычно не могут самостоятельно разработать целостную нисходящую стратегию для конкретных мер и их технической реализации;

- количество сотрудников с современными навыками в сфере ИТ растет, однако конкретный опыт в области big data, искусственного интеллекта и моделирования присутствует редко.

Что касается эксплуатации существующих производственных ЦД, то вопросы практического применения возникают, прежде всего, при проектировании интерфейсов обмена данными между информационной моделью (хранилищем данных) и имитационной моделью.

Также возникают технические и организационные вопросы в процессе обновления модели ЦД на фоне динамично меняющейся структуры предприятия. Т.е. в дополнение к тестированию системных показателей эффективности работы самого предприятия необходимо будет одновременно проводить проверку имитационной модели. Это, в свою очередь, приводит к значительно большему объему экспериментов, требующих затрат времени и ресурсов.

В качестве возможных направлений исследований в отношении производственных ЦД следует включить в рассмотрение дополнительных показателей эффективности производства, например, выбор оптимального времени размещения заказов. Не менее актуальными могут стать экологические оценки эффективности производства.

1. Akcaş A., Biller S., Gan B.P., Laroque C., Shao G. Maintenance and operations of manufacturing digital twins // Proceedings of the 2023 Winter Simulation Conference. – 2023.