

**ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В КОНТЕКСТЕ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Я.А. Федорук, Е.И. Татаринов, 3 курс

Научный руководитель – **И.М. Зборина, к.э.н., доцент**

Полесский государственный университет

Актуальность исследования определена тем, что цифровые двойники являются одной из наиболее перспективных технологий и определяют направление развития промышленности на долгосрочный период. Технологию цифрового двойника уже сегодня используют проекты по преобразованию промышленности.

Цифровой двойник промышленного предприятия – это комплекс постоянно обновляемых и уточняемых в соответствии с техническим заданием динамических моделей реального физического объекта или процессов. При эксплуатации физического производственного объекта информация с его датчиков и другие данные непрерывно передаются цифровому двойнику системы.

Результатом обработки и анализа этих данных становятся прогнозы и рекомендации, которые могут быть использованы в мониторинге для повышения эффективности бизнеса реального предприятия [1].

Технологии цифровых двойников включают динамические системные модели, модуль оптимизации и математическую модель, соединенную с физическим оборудованием и измерительными приборами.

Основу аналитики цифрового решения составляет математическая модель, которую в реальном времени соединяют с физическим оборудованием и измерительными приборами. Она отражает поведение реального изделия в текущих условиях эксплуатации и с учетом всех существенных физических явлений. При этом очень важно эту модель правильно разработать и интерпретировать.

По мере изменения характеристик оборудования она обязательно должна проходить тщательную верификацию в соответствии с жизненным циклом объекта. Автоматизация этого процесса гарантирует точность математической модели, что повышает уровень доверия к ней со стороны эксплуатирующего персонала. В свою очередь, от ее точности зависят скорость выявления отклонений и эффективность упреждающих рекомендаций по выбору рабочих режимов [2].

Важно понимать, что математическая модель в отдельности не способна обеспечить значительный экономический эффект. Лишь совокупное применение технологий «Индустрии 4.0» может обеспечить желаемый результат и позволить цифровой технологии работать результативно в условиях реального производственного процесса.

Возникновение «цифровых двойников» является естественным итогом формирования идеи «цифрового производства» и Промышленного Интернета Вещей. В первый раз данное определение появилось у Майкла Гривза в «Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода». Вскоре модель стала называться «Модель зеркальных пространств».

В Беларуси уже есть примеры использования цифровых двойников в различных отраслях. Например, компания Беларуськалий использует цифровые двойники для управления процессом добычи калийных солей, а компания Белшина – для оптимизации производства шин [3].

На основании опыта создания и использования цифровых двойников в промышленной сфере были определены основные преимущества их использования. Они приведены в таблице.

В целом, использование цифровых двойников на предприятии меняет процесс бизнес-планирования, делая его более эффективным, гибким и инновационным.

Вместе с тем, внедрение цифрового двойника на предприятии промышленности связано с рядом рисков:

1) Технологические риски: связаны с возможными сбоями в работе оборудования, проблемами с программным обеспечением и необходимостью постоянного обновления и поддержки системы.

2) Операционные риски: включают ошибки в обработке данных, проблемы с интеграцией цифрового двойника с существующими системами и необходимость обучения персонала работе с новой технологией.

3) Риск недостаточной эффективности: несмотря на все преимущества, цифровой двойник может не дать ожидаемого эффекта, если не будет правильно настроен или если не будут учтены все возможные факторы.

4) Риск утечки конфиденциальной информации: поскольку цифровой двойник собирает и обрабатывает большие объемы данных, существует риск их утечки или неправомерного использования.

В Беларуси уже есть компании, которые занимаются разработкой цифровых двойников и других решений на основе технологий искусственного интеллекта. Например, компания EPAM Systems разрабатывает цифровые двойники для промышленных предприятий, а также решения для управления производственными процессами.

Таблица – Экономические эффекты использования цифрового двойника в промышленности

Эффект	Описание
Мониторинг и оптимизация процессов	Цифровые двойники позволяют непрерывно отслеживать производственные процессы в режиме реального времени и проводить анализ данных для выявления узких мест, оптимизации расходов ресурсов и сокращения потерь.
Симуляция и тестирование	Цифровые двойники могут быть использованы для проведения виртуальных испытаний и тестирования новых технологий, процессов или продуктов, что позволяет снизить риски ошибок, избежать необходимости использования реальных ресурсов и ускорить процесс внедрения инноваций.
Оптимизация использования оборудования	Путем моделирования работы оборудования и его нагрузки цифровые двойники позволяют оптимизировать процессы обслуживания, планировать техническое обслуживание заранее, предотвращать аварийные ситуации и продлевать срок службы оборудования.
Управление энергопотреблением	Цифровые двойники могут использоваться для мониторинга и оптимизации энергопотребления в производственных процессах. Анализ данных с цифровых двойников позволяет идентифицировать потенциальные источники излишних расходов энергии и разработать стратегии для их сокращения, что способствует снижению эксплуатационных расходов и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.
Оптимизация цепочки поставок	Путем создания виртуальной модели цепочки поставок и прогнозирования динамики спроса и предложения можно оптимизировать логистику, уменьшить запасы, сократить время доставки материалов и готовой продукции, что приведет к снижению издержек и повышению эффективности всей цепочки поставок.
Сокращение отходов и повышение переработки	Цифровые двойники могут помочь в анализе производственных процессов с целью минимизации отходов и повышения уровня переработки материалов. Используя цифровые модели, предприятия могут оптимизировать расход материалов, разрабатывать более эффективные методы переработки отходов и создавать замкнутые циклы производства, что способствует уменьшению экологического следа и повышению эффективности использования ресурсов.

Примечание – собственная разработка

В рамках государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021-2025 годы предусматривается разработка комплекса программно-инструментальных средств для управления жизненным циклом изделий производственных предприятий, который будет включать такие решения, как «цифровой двойник изделия», «цифровой двойник производства», «цифровой двойник обслуживания продукта», программный комплекс интеллектуальной обработки сенсорных данных, получаемых от технологического оборудования, задействованного в производственном процессе, и ряд других.

Таким образом, использование цифровых двойников в промышленности, в частности в контексте ресурсосбережения, имеет потенциал и позволит значительно улучшить процессы производства, оптимизировать использование ресурсов, снизить затраты и повысить уровень экологической устойчивости предприятий. Рациональное внедрение этих технологий требует комплексного подхода и интеграции цифровых решений в различные аспекты деятельности производственных предприятий.

Список использованных источников

1. Цифровой двойник предприятия, [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://smis-expert.com/tsifrovoy-dvoynik-predpriyatiya/> – Дата доступа 03.04.2024
2. Цифровые двойники в промышленности, [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ritm-magazine.com/ru/public/cifrovye-dvoyniki-v-promyshlennosti-vozmozhnosti-i-perspektivy> – Дата доступа 03.04.2024
3. Цифровые двойники и их развитие на территории Республики Беларусь, [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/52930/1/Kupreichik_Cifrovie.pdf – Дата доступа 06.04.2024