

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Высокое качество продукции</li> <li>– Модернизация производства</li> <li>– Экспорт товаров</li> <li>– Стабильное финансирование</li> <li>– Высококвалифицированный персонал</li> <li>– Поддержка государства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Высокий износ оборудования</li> <li>– Нехватка рабочей силы</li> <li>– Зависимость от внешнеэкономической ситуации в мире</li> <li>– Зависимость от поставщиков</li> <li>– Высокие транспортные издержки на доставку сырья</li> <li>– Высокие затраты на материальные и энергетические ресурсы</li> </ul>
Угрозы	Возможности
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Снижение прибыли</li> <li>– Выход из строя оборудования</li> <li>– Увеличение количества конкурентов</li> <li>– Снижение внешнеэкономической деятельности (определенной части рынков)</li> <li>– Уход квалифицированных кадров с предприятия</li> <li>– Ухудшение отношений со странами поставщиков и покупателей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выход на новые рынки</li> <li>– Увеличение объема выпуска продукции</li> <li>– Увеличение прибыли</li> <li>– Производство новой продукции</li> <li>– Снижение количества ремонтов оборудования</li> <li>– Снижение производственных издержек</li> </ul>

Рисунок 3 — SWOT-анализ производства ОАО «Торгмаш»

**Заключение.** В настоящее время промышленность нашей страны входит в Индустрию 4.0. Предприятия внедряют в свою работу такие технологии, как промышленный Интернет вещей, киберфизические системы, искусственный интеллект и цифровые двойники. Использование этих систем вызывает необходимость поиска иных подходов к управлению предприятием, а их возможности позволяют получать дополнительные данные для анализа работы различных бизнес- и производственных процессов, а также для прогнозирования и проектирования своей деятельности. В связи с этим, руководители предприятий могут более оперативно изучать имеющиеся показатели, а риски похищения информации или ее перехвата минимизируются. Предприятия, которые полностью понимают и осознают ценность таких преимуществ, будут находиться в наилучшем положении на современном, быстро изменяющемся рынке.

#### Список цитируемых источников

1. *Петренко, С.И.* Оценка влияния внедрения цифрового двойника на эффективность бизнес-процессов промышленного предприятия. [Электронный ресурс]. — URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109399/1/m\\_th\\_s.i.petrenko\\_2022.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109399/1/m_th_s.i.petrenko_2022.pdf) (дата обращения: 26.09.2024).
2. *Романова Е.Е., Гатауллина Е.В., Пельмская Е.С.* Оценка внедрения цифрового двойника в производственный процесс [Электронный ресурс]. — URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/125451/1/978-5-91256-595-3\\_127.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/125451/1/978-5-91256-595-3_127.pdf) (дата обращения: 26.09.2024).
3. *Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В.* Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // Journal of New Economy. Т. 22, № 2. — С. 88—109.

УДК 004

**В. В. Лукьянович**

*Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь*

*Научный руководитель  
М. М. Хованская*

## ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Введение.** С целью повышения эффективности производственной деятельности и ее цифровизации на промышленных предприятиях существует возможность использования технологии цифровых двойников.

**Основная часть.** Популярность исследования цифровых двойников и проблем их внедрения напрямую связана с определением возможных экономических эффектов от технологии. К таким эффектам относятся снижение затрат, непосредственный рост доходов предприятия и экономия «скрытых затрат», например, сокращение времени простоя оборудования, снижение количества ошибок, допускаемых работниками, а также сокращение времени на проверку информации на производственной площадке.

Цифровой двойник начинает приносить эффект на самой ранней стадии — процесса проектирования и разработки, далее охватывает процессы управления и производства.

Безусловно, цифровые двойники приносят пользу на протяжении всего жизненного цикла промышленного изделия — не только при проектировании, но и при производстве и эксплуатации объекта. Так, разработчикам эта технология дает средство виртуальных испытаний, диагностики и оптимизации конструкции изделий. Инжиниринговые компании могут дополнить проектную документацию комплексным цифровым двойником, а эксплуатанты — эффективнее и экономичнее использовать оборудование и контролировать

его техническое состояние. Наконец, сервисные организации могут вовремя проводить обслуживание и раньше реагировать на возникающие дефекты.

Цифровой двойник базируется на математической модели (рисунок 1), отражающей поведение реального изделия в текущих условиях эксплуатации и с учетом всех существенных физических явлений. Он интегрирован со штатной производственной АСУ и оснащен автоматизированным рабочим местом оператора, начальника технологической службы и интерфейсом дополненной реальности для сервисного инженера. Технология работает на современном промышленном персональном компьютере, а в отдельных случаях на промышленном контроллере, и требует минимального обслуживания, выполняя главную функцию — предоставление рекомендаций по оптимальному управлению оборудованием и расширенной диагностической информации [1].

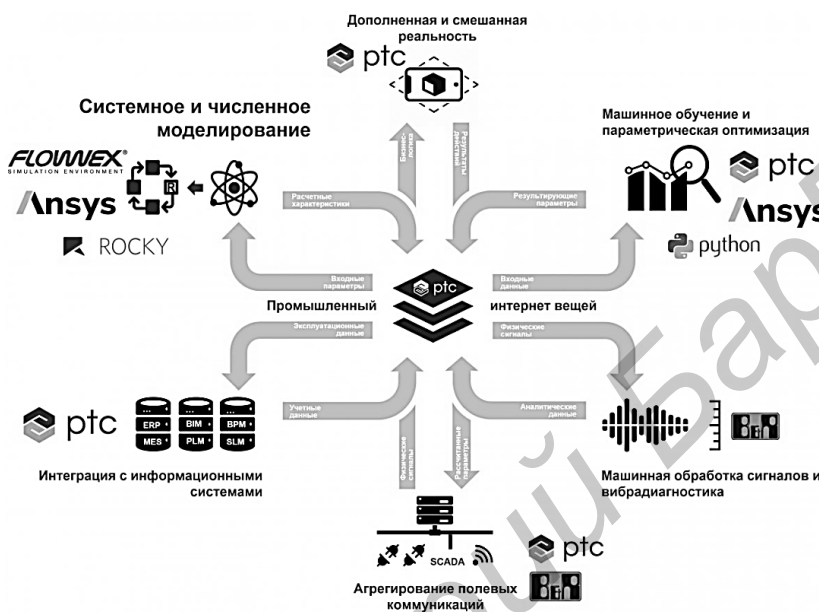


Рисунок 1 — Структура технологий цифрового двойника

Цифровой двойник связывает виртуальную и физическую среду. Физическая среда (реальный объект, встроенные и внешние датчики) постоянно передает данные об эксплуатации и обслуживании для обновления виртуальной модели в цифровом двойнике. Таким образом, цифровой двойник становится точным представлением физической системы в реальном времени, при любых ее изменениях, который использует данные измерений в реальном времени.

Применение цифровых двойников позволяет достичь повышения эффективности производственных процессов за счёт предиктивного анализа и мониторинга состояния оборудования, что ведёт к снижению непредвиденных простоев и оптимизации расхода ресурсов. Кроме того, использование цифровых двойников способствует ускорению процесса разработки новых продуктов, поскольку позволяет проводить испытания и модификации в виртуальной среде до запуска серийного производства.

Существующие промышленные цифровые двойники можно поделить на несколько типов:

- прототип (DTP) — виртуальный аналог реального объекта, содержащий всю информацию для производства оригинала;
- экземпляр (DTI) — цифровой двойник, хранящий данные обо всех характеристиках и об эксплуатации физического объекта. Он также включает в себя трёхмерную модель, функционирующую параллельно с реальным объектом;
- агрегированный двойник (DTA) — это целая вычислительная система, состоящая из нескольких цифровых двойников и реальных объектов. Ими можно управлять из единого центра [2].

Интеграция цифровых двойников в производственные процессы позволяет достичь значительного повышения эффективности и оптимизации ресурсного потребления. Применение данных технологий способствует сокращению времени на разработку и модернизацию оборудования, поскольку позволяет проводить виртуальные испытания и оценку поведения системы в различных условиях эксплуатации. Это, в свою очередь, минимизирует риски возникновения ошибок на этапе фактического производства и сокращает затраты на прототипирование.

Кроме того, использование цифровых двойников улучшает качество планирования технического обслуживания и ремонта, предоставляет возможность предиктивной аналитики и прогнозирования отказов. Это

позволяет переходить от реактивного подхода к проактивному, оптимизировать расход запасных частей и снижать простои оборудования.

В контексте белорусской промышленности развитие цифровых двойников набирает обороты благодаря государственной поддержке и инвестициям в цифровизацию экономики.

Прогрессирование технологии цифровых двойников в промышленности Беларуси представляет собой синтез инновационных подходов в области моделирования, анализа данных и машинного обучения. Однако, несмотря на значительный потенциал, реализация цифровых двойников сталкивается с рядом вызовов, включая высокие требования к квалификации персонала, необходимость интеграции существующих информационных систем и обеспечение защиты данных.

Для дальнейшего развития данной сферы, считают эксперты, необходимо сосредоточить усилия на создании межотраслевых стандартов, обеспечении совместимости технологий и формировании кадрового потенциала. Стимулирование государственно-частного партнёрства делать инвестиции в научные исследования способствует ускорению интеграции цифровых двойников в промышленное производство Беларуси [2].

В Беларуси уже есть примеры использования цифровых двойников в различных отраслях. Например, ОАО «Беларуськалий» использует цифровые двойники для управления процессом добычи калийных солей, а предприятие ОАО «Белшина» — для оптимизации производства шин [3]. Однако, чтобы расширить применение цифровых двойников в Беларуси, необходимо развивать соответствующую инфраструктуру и экосистему.

**Заключение.** Несмотря на то, что применение цифровых двойников находится на ранних стадиях, они предоставляют огромные возможности для промышленности — способность проектировать, производить и ремонтировать продукцию с помощью интеллектуального моделирования управления данными, что приводит к сокращению убытков на 15—20 %, повышению безопасности изготавливаемой продукции, улучшению ее качества, предотвращению поломки оборудования, сокращения времени обнаружения повреждений.

#### Список цитируемых источников

1. Крылов, А. Цифровые двойники в промышленности. Возможности и перспективы: [Электронный ресурс]. — URL: <https://ritm-magazine.com/ru/public/cifrovye-dvoyniki-v-promyshlennosti-vozmozhnosti-i-perspektivy> (дата обращения: 26.09.2024).
2. Цифровые двойники в промышленности: что это, как их развивают в России и какие предприятия используют: [Электронный ресурс]. — URL: <https://indpages.ru/solutions/czifrovye-dvoyniki-v-promyshlennosti/> (дата обращения: 26.09.2024).
3. Купрейчик, А. С. Цифровые двойники и их развитие на территории Республики Беларусь: [Электронный ресурс]. — URL: [https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/52930/1/Kupreichik\\_Cifrovie.pdf](https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/52930/1/Kupreichik_Cifrovie.pdf). (дата обращения: 26.09.2024).

УДК 330.101.2.3

Д. В. Маковчик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

Научный руководитель  
С. В. Гордейчик

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

**Введение.** На сегодняшний день вопрос о важности и роли человеческого капитала в развитии экономики имеет приоритетное значение, так как человеческий капитал является фактором экономического роста, определяет конкурентоспособность страны на мировой арене. Актуальность проблемы формирования, накопления и развития человеческого капитала обусловлена необходимостью создания конкурентоспособной, эффективно функционирующей экономики, обеспечивающей устойчивое социально-экономическое развитие страны.

**Основная часть.** Ученые, исследующие проблематику воспроизводства человеческого капитала, сходятся во мнении, что человеческий ресурс является ключевым ресурсом страны, который способен гарантировать не только стабильное и устойчивое развитие национальной экономики, но и возможность её конкурентирования на мировом рынке. Саймон Кузнец, лауреат Нобелевской премии по экономике, доказал, что самый большой капитал страны — ее люди с их мастерством, опытом и побуждениями к полезной экономической деятельности. В частности, он отмечал, что вклад капитала в рост национального производства относительно мал по сравнению с человеческим капиталом, поэтому для научно-технического рывка в стране должен быть накоплен необходимый стартовый человеческий капитал. Иначе переход в следующий технологический уклад экономики невозможен [1, с. 86].

По мнению В. Ф. Никульшеевой, среди современных исследователей человеческого капитала одно из наиболее удачных определений дают А.И. Добрынин, С.А. Дятлов, Е.Д. Цыренова: «Человеческий капитал — это сформированный в результате инвестиций и накопленный человеком определенный запас здоровья,