



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942.2

БУДУЩЕЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

¹ Мадатов Д.А., ² Борисов В.В., ³ Сивков В.С.

ФГБОУ ВО «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ», г. Самара, Россия (443010, г. Самара ул. Льва
Толстого, 23), e-mail: ¹ dima.madatov.2015@mail.ru, ² v.borisov@psuti.ru, ³ v.sivkov@psuti.ru

Технология цифровых двойников развивается в быстром темпе, показывая как и огромные возможности, так и вероятные проблемы. В статье будут рассмотрены потенциальные направления развития технологии, ее возможное применение в различных отраслях и проблемы, с которыми она может столкнуться. Также будет затронута тема этических последствий и социального влияния данной технологии.

Ключевые слова: Цифровые двойники, искусственный интеллект, дополненная реальность, метавселенная, квантовые вычисления, облачные технологии.

THE FUTURE OF DIGITAL TWIN TECHNOLOGY

¹ Madatov D.A., ² Borisov V.V., ³ Sivkov V.S.

VOLGA REGION STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATICS,
Samara, Russia (443010, Samara st. Lev Tolstoy, 23), e-mail: ¹ dima.madatov.2015@mail.ru , ²
v.borisov@psuti.ru, ³v.sivkov@psuti.ru

Digital twin technology is evolving at a rapid pace, showing both enormous opportunities and potential challenges. The article will discuss potential directions for the development of technology, its possible application in various industries, and the problems it may encounter. The ethical implications and social impact of this technology will also be addressed

Keywords: Digital twin, artificial intelligence, augmented reality, metaverse, quantum computing, cloud technologies.

Технология цифровых двойников быстро развивается из узкоспециализированных приложений в комплексный инструмент, влияющий на множество различных отраслей и аспектов жизни. Появление более мощных вычислительных ресурсов, развитие искусственного интеллекта и его распространение открывают невероятные перспективы для разработки и применения цифровых двойников. В этой работе рассматриваются основные тенденции и прогнозы развития этой технологии, анализируется ее потенциал для оптимизации производственных процессов, улучшения качества жизни и решения глобальных проблем.

Цифровые двойники представляют собой виртуальные копии физических объектов, процессов или систем. Эти копии создаются на основе данных из реального мира и используют моделирование для предсказаний поведения оригинала при различных условиях.

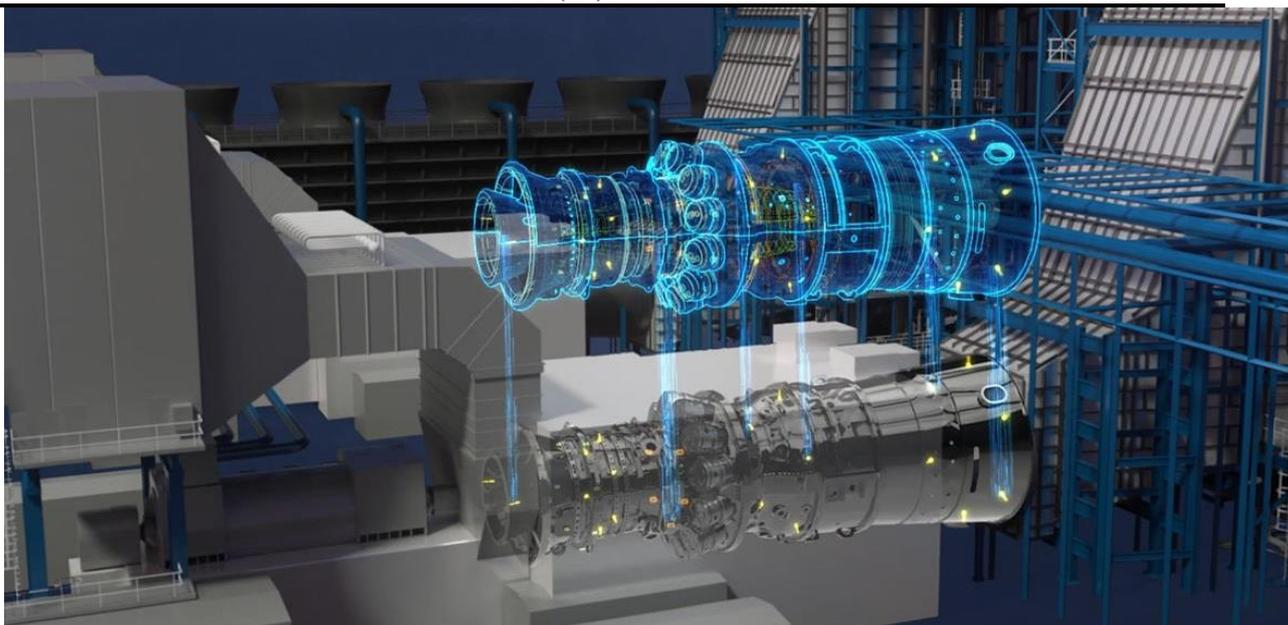


Рисунок 1. - Пример цифрового двойника

Источник: презентация с акселератора ПУТП 2024 на тему «Использование цифровых двойников для повышения эффективности основного оборудования ТЭС»

Потенциальные направления развития технологии цифровых двойников:

Несмотря на значительный прогресс, технологии цифровых двойников все еще имеют потенциал для развития. Рассмотрим некоторые варианты потенциального развития технологии цифровых двойников:

1. Искусственный интеллект и машинное обучение. Искусственный интеллект дает цифровым двойникам возможность учиться самостоятельно, анализировать большие объемы данных и прогнозировать поведение моделируемых систем на основе исторических данных и внешних факторов. Машинное обучение может повысить точность моделей, оптимизировать параметры и улучшить алгоритмы цифровых двойников, повышая эффективность управления и принятия решений. Благодаря этим технологиям цифровые двойники больше не являются статичными моделями, а становятся динамичными, саморазвивающимися системами, способными адаптироваться к меняющимся условиям и принимать решения в реальном времени, открывая новые перспективы оптимизации процессов во многих областях, от промышленности до медицины.

2. Дополненная реальность и метавселенные [1]. Дополненная реальность и метавселенные значительно расширяют возможности взаимодействия с цифровыми двойниками, делая их использование более интуитивным и эффективным. Интеграция цифровых двойников с технологиями виртуальной и дополненной реальности позволяет экспертам просматривать модели в трехмерном пространстве и взаимодействовать с ними, обеспечивая лучшее понимание того, как работают сложные системы, и позволяет получать виртуальные впечатления без физического вмешательства. Возможность применения цифрового двойника к реальному объекту в дополненной реальности открывает новые перспективы для профилактического обслуживания и удаленного управления оборудованием. Напротив, метавселенные создают виртуальные среды для сотрудничества с цифровыми двойниками, обеспечивая совместное моделирование и анализ данных, помогая ускорить

инновации и помочь более эффективно решать сложные проблемы. Таким образом, дополненная реальность и метавселенные выводят взаимодействие с цифровым двойником на принципиально новый уровень, предоставляя более мощные инструменты для моделирования, анализа и управления сложными системами.

3. Квантовые вычисления. Квантовые вычисления представляют собой революционный подход к обработке информации, который может фундаментально изменить развитие и перспективы технологии цифровых двойников. Способные решать сложные математические задачи гораздо быстрее и эффективнее, квантовые компьютеры позволят создавать цифровые двойники гораздо большей сложности и точности, моделируя систему с гораздо большим количеством переменных и взаимодействий, которые ранее были недоступны классическим компьютерным инструментам. Это открывает новые возможности для моделирования высокодинамичных процессов, таких как поток жидкости, поведение сложных молекулярных структур или реакция на экстремальные нагрузки. Кроме того, квантовые вычисления значительно сократят время, необходимое для создания и обновления цифровых двойников, а также повысят точность предсказаний и прогнозов, что сделает их мощным инструментом, незаменимым для решения сложных задач в различных областях науки и техники.

4. Бессерверные архитектуры и облачные технологии. Бессерверные архитектуры и облачные технологии играют ключевую роль в разработке и перспективах технологии цифровых двойников, обеспечивая масштабируемость, гибкость и экономическую эффективность. Облачные платформы предоставляют вычислительную мощность и ресурсы хранения, необходимые для обработки больших объемов данных цифровых двойников, позволяя создавать и поддерживать сложные модели без инвестиций в собственную инфраструктуру. Бессерверная архитектура позволяет оптимизировать затраты и упростить развертывание и обслуживание приложений цифровых двойников, платя только за используемые вычислительные ресурсы. Эти технологии делают создание и использование цифровых двойников более доступным для широкого круга организаций, обеспечивая быстрое внедрение и внедрение этой многообещающей технологии.

Применение технологии цифровых двойников в различных отраслях:

Цифровые двойники довольно гибкая технология позволяющая упрощать работу в различных отраслях. Ниже рассмотрим некоторые варианты внедрения цифровых двойников в определенную отрасль, для дальнейшего упрощения работы:

1. Цифровые двойники в энергетике и автомобилестроении [2]. Внедрение технологии цифровых двойников в промышленности, в частности в энергетику и автомобилестроение, приведет к существенному упрощению производственных процессов и повышению их эффективности. В энергетике, цифровые двойники позволят оптимизировать работу электростанций, прогнозировать потребление энергии, улучшить надежность энергосистем. В автомобилестроении, цифровые двойники компонентов автомобилей позволят улучшить процесс проектирования, провести виртуальные испытания, оптимизировать производственные линии, повысить качество продукции и обеспечить более эффективное обслуживание автомобилей. В целом, цифровые двойники позволят сократить время вывода новой продукции на рынок, снизить издержки, повысить надежность работы оборудования, а также улучшить качество принимаемых решений на всех этапах производственного цикла.

2. Цифровые двойники в здравоохранении [3]. Цифровые двойники пациентов на основе медицинских изображений, генетических данных и истории болезни позволяют врачам более точно моделировать индивидуальные характеристики и прогнозировать реакцию на различные виды лечения. Это позволяет применять персонализированный подход к лечению, повышая эффективность и снижая риск побочных эффектов. Виртуальное моделирование хирургических процедур с использованием цифровых двойников позволяет хирургам совершенствовать свои навыки и точнее планировать сложные операции, снижая риски для пациентов. Кроме того, цифровые двойники могут помочь в разработке новых лекарств и медицинских устройств, а также виртуально тестировать и оптимизировать конструкции. В целом цифровые двойники в здравоохранении могут помочь улучшить качество медицинской помощи, уменьшить количество медицинских ошибок и улучшить результаты лечения пациентов.

3. Цифровые двойники в сфере управления городами [4]. Внедрение технологии цифровых двойников в сфере городского управления позволит существенно повысить эффективность городского планирования и управления инфраструктурой. Цифровые двойники городов, созданные на основе данных о зданиях, дорогах, энергетических сетях, транспортных потоках и других городских системах, позволяют моделировать различные сценарии городского развития и оптимизировать работу инфраструктуры. Это поможет более эффективно решать проблемы, связанные с пробками на дорогах, загрязнением воздуха, утилизацией отходов, распределением ресурсов и другими сложными вопросами. Моделируя различные воздействия (изменение климата, рост населения и т. д.), городские власти могут принимать более обоснованные решения и предвидеть потенциальные проблемы. Цифровые двойники также могут повысить эффективность общественных работ, оптимизировать затраты на содержание инфраструктуры и улучшить качество жизни горожан.

4. Цифровые двойники в борьбе с изменением климата. Внедрение технологии цифровых двойников значительно упростит борьбу с изменением климата, предоставляя мощные инструменты для моделирования климатических процессов и тестирования различных стратегий смягчения последствий. Цифровой двойник климатической системы, основанный на данных о выбросах парниковых газов, температуре, осадках и других климатических параметрах, поможет ученым и политикам лучше прогнозировать будущие изменения климата и руководить реализацией различных мер по сокращению выбросов. Моделирование различных сценариев, включая влияние различных политик по сокращению выбросов, может помочь определить наиболее эффективные политики и оптимизировать распределение ресурсов. Цифровые двойники также могут помочь разработать и протестировать новые технологии улавливания и хранения углерода, лучше оценить риски и уязвимости различных регионов перед лицом изменения климата и разработать эффективные стратегии адаптации.

Потенциальные проблемы развития технологии цифровых двойников:

Хоть потенциал и удобства, предоставляемые технологией цифровых двойников довольно велики, у данной технологии все ещё имеются проблемы на пути развития. Некоторые наиболее важные из них будут описаны далее:

1. Обеспечение кибербезопасности и защита данных. Кибербезопасность и защита данных являются важными факторами, определяющими развитие и будущее технологии

цифровых двойников. Цифровые двойники часто содержат конфиденциальную информацию о физических активах, процессах и системах, поэтому их уязвимость к киберугрозам может иметь серьезные последствия, включая финансовые потери, нарушение производственных процессов и даже физический ущерб. Для обеспечения надежности и безопасности цифровых двойников необходимо внедрение многоуровневых систем информационной безопасности, включая шифрование данных, контроль доступа, обнаружение и предотвращение вторжений, а также регулярное обновление программного и аппаратного обеспечения. Надежная кибербезопасность необходима для широкого внедрения технологии цифровых двойников, поскольку доверие к безопасности данных имеет важное значение для пользователей и потенциальных инвесторов, а отсутствие адекватных мер безопасности может помешать развитию этой многообещающей технологии.

2. Необходимость стандартизации. Разработка единых стандартов для технологии цифровых двойников имеет важное значение для обеспечения ее широкого признания и эффективного использования. В настоящее время существует большое количество несовместимых платформ и форматов данных, что серьезно затрудняет обмен информацией и интеграцию между различными системами. Общие стандарты решают эту проблему, обеспечивая совместимость различных систем и платформ и позволяя создавать более сложные и интегрированные цифровые двойники. Это снижает стоимость разработки и внедрения цифровых двойников, повышает их надежность и точность, а также дает возможность создавать более сложные и масштабируемые системы. Кроме того, общие стандарты создадут более широкий рынок программного обеспечения и услуг, связанных с цифровыми двойниками, что повысит конкуренцию и будет способствовать инновациям. Четкие стандарты повысят доверие к технологии цифровых двойников и ускорят ее внедрение во всех отраслях.

3. Вопросы этики и ответственность за действия, предсказанные двойниками. Несмотря на свой огромный потенциал, технология цифровых двойников поднимает множество сложных этических проблем, связанных с защитой данных, ответственностью за решения, принятые на основе модели, алгоритмической предвзятостью и возможностью неправильного использования технологии. Например, цифровые двойники человека содержат конфиденциальную информацию, доступ к которой должен быть строго ограничен, а алгоритмы, лежащие в основе их создания и работы, должны быть прозрачными, чтобы не допускать предвзятости при принятии решений. Разработка и внедрение цифровых двойников требует четкого определения ответственности за результаты, достигаемые с помощью цифровых двойников, а также механизмов контроля и мониторинга для предотвращения злоупотреблений. Решение этих проблем требует междисциплинарного подхода, включая разработку строгих этических кодексов, законодательства, прозрачных механизмов надзора.

Будущее технологии цифровых двойников выглядит динамичным и многообещающим. Интеграция передовых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и дополненная реальность, приведет к созданию более умных и адаптивных цифровых двойников. Это поможет решить более сложные проблемы в различных отраслях: от производства и энергетики до медицины и управления городскими системами. Однако для полного использования потенциала цифрового двойника необходимы дальнейшие исследования в области безопасности данных, разработки и стандартизации универсальных платформ. Только комплексный подход, сочетающий науку, технологии и инновационные

решения, позволит в полной мере использовать уникальные возможности этой передовой технологии и внести существенный вклад в развитие общества.

Список литературы

1. Цифровые двойники: прошлое, настоящее и будущее. Электронный ресурс. URL: [https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_project/proshloe-nastoyaschee-i-budushee/] (дата обращения: 05.12.2024).
2. Цифровые двойники в промышленности: истоки, концепции, современный уровень развития и примеры внедрения. Электронный ресурс. URL: [https://digitaltwin.ru/articles/digital-twins-in-industry/] (дата обращения: 05.12.2024).
3. Цифровые двойники: от истока к будущему. Электронный ресурс. URL: [https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/845350/] (дата обращения: 05.12.2024).
4. Что такое цифровые двойники и где их используют. Электронный ресурс. URL: [https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb] (дата обращения: 05.12.2024).

References

1. Digital twins: past, present and future. Electronic resource. URL: [https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_project/proshloe-nastoyaschee-i-budushee /] (date of reference: 05.12.2024).
 2. Digital twins in industry: origins, concepts, current level of development and examples of implementation. Electronic resource. URL: [https://digitaltwin.ru/articles/digital-twins-in-industry /] (date of access: 05.12.2024).
 3. Digital twins: from the source to the future. Electronic resource. URL: [https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/845350 /] (date of access: 05.12.2024).
 4. What are digital doubles and where are they used. Electronic resource. URL: [https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb] (date of access: 05.12.2024).
-