

УДК 004.896

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК Г.НУР-СУЛТАН

Тулеева Асем Бериковна

7787811262@mail.ru

Студентка 2-го курса, Транспортно-энергетического факультета, ЕНУ
им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – старший преподаватель Ахаева Ж.Б.

Аннотация. В статье раскрыто понятие цифрового двойника и его преимущества для предприятий. Рассмотрена связь двойника с жизненным циклом продукта, раскрыта расширенная концепция цифрового двойника за счет его типов. Изучены данные о цифровом двойнике столицы Казахстана.

Ключевые слова. Цифровой двойник, моделирование, промышленное применение, жизненный цикл объекта, прототип, экземпляр, агрегатор цифрового двойника, среда цифрового двойника, **геоинформационный центр города, цифровой двойник г.Нур-Султан.**

Обычно считается, что технология цифровых двойников была разработана в 2002 году. Она получила признание после презентации этой концепции Майклом Гривзом. Презентация была связана с разработкой центра управления жизненным циклом объекта. Концепция содержала все элементы, знакомые с цифровым двойником, в числе которых: физическое пространство, виртуальное пространство, передача потока данных и информации между реальным и виртуальным миром. Через год, в 2003 году у профессора Майкла Гривза была опубликована статья: «Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода». В последствии, термин цифрового двойника закрепился и с течением времени получает всё новые содержания.

Сама технология цифровых двойников практиковалась с 1960-х годов. В этот период небезызвестное нам исследовательское ведомство НАСА использовало основные идеи двойников для космического программирования. Они разработали «живую модель» миссии «Аполлон». Этот цифровой двойник был первым в своем роде, позволяя непрерывно получать данные для моделирования событий, приведших к аварии, для судебно-медицинского анализа и изучения следующих шагов.

В последние годы цифровой двойник демонстрирует значительный потенциал в различных областях промышленности. Технология вызывает большой интерес как в промышленности, так и в академических кругах.

Цифровая трансформация смогла полностью обработать собранную информацию с помощью передовой аналитики, также смогла принять аргументированные решения для оптимизации операций в различных отраслях. Однако, можно сказать, что цифровые двойники еще не на пике своей разработки и реализации: в существующих исследованиях отсутствует глубокий, всесторонний анализ.

Преимущество в использовании цифрового двойника – это возможность тестировать новые разработки в виртуальной системе, при этом значительно экономя время, ресурсы, и финансы. Эта технология помогает компаниям быстро принимать решения к возникающим физическим проблемам, обнаруживая их с высокой степенью точности, позволяет

проектировать и создавать наиболее качественные продукты, эффективнее и лучше обслуживать своих клиентов.

Понятие цифрового двойника

Цифровой двойник — это цифровое представление физического объекта, процесса или услуги. Цифровой двойник может быть цифровой копией объекта в физическом мире, такого как например, реактивный двигатель или ветряная электростанция, или даже более крупных объектов, таких как здания или даже целые города.

Цифровой двойник — это, по сути, компьютерная программа, которая использует данные реального мира для создания симуляций, которые могут предсказать, как будет работать продукт или процесс. Эти программы могут интегрировать [Интернет вещей](#), искусственный интеллект и программную аналитику для повышения производительности.

Цифровой двойник основывается на больших количествах, данных, которые поступают в реальном промежутке времени и подвергаются множествам изменений. Такие изменения могут послужить развитием объекта или каких-либо процессов в цифровой вселенной. Они преподносят важные данные о производительности системы.

Цифровой двойник обладает характеристиками индивидуализации, высокой эффективности и квазиреальности. В системе двойников есть три основных компонента: физическое пространство, цифровое пространство и уровень обработки информации, который соединяет два пространства (Рис. 1).



Рисунок 1 - Основа концепции цифровых двойников М.Гривза

В промышленности, по сравнению с традиционной производственной системой цифровой двойник в широком смысле имеет большое количество распределенных вычислительных устройств, более полную систему данных, более совершенную систему сбора и передачи данных, а также наиболее разветвленную сеть отслеживания объектов и управления. Он может осуществлять систематический, всеобъемлющий и оперативный контроль логистики, потоков капитала и информации, эффективно координировать и оптимизировать все бизнес-операции в системе. Цифровой близнец больше фокусируется на данных и моделях с симуляцией сверхвысокой точности, что является одной из ее примечательных особенностей.

Типы цифрового двойника

Майкл Гривз дополнительно связал двойник с жизненным циклом продукта путём расширения концепции за счёт введения прототипа цифрового двойника, экземпляра цифрового двойника, агрегата цифрового двойника и среды цифрового двойника.

Раскроем каждый тип по отдельности.

«Цифровой двойник» прототип. Он описывает прототип физического объекта. Этот тип цифрового двойника содержит в себе информационные наборы, которые необходимы для дальнейшего описания и создания физического варианта.

«Цифровой двойник» экземпляр. Он описывает определенный физический объект, с которым цифровой двойник связан и объединен на протяжении срока эксплуатации. Этот

тип может содержать в себе такие наборы данных как: 3D модель. 3D модель позволяет описать геометрические сведения физического объекта.

Пример: Несколько рознесенных физических объектов могут быть сделаны на основе одного «цифрового двойника» прототипа, но в это же время, каждый из этих объектов будет иметь свои собственные «цифровые двойники» экземпляры.

«Цифровой двойник» агрегатор. Этот тип можно считать объединением всех оставшихся двойников. У данного типа двойника есть доступ ко всем цифровым прототипам. Агрегатор всегда наблюдает за показаниями датчиков, позже сравнивая их с показаниями во время сбоя.

«Среда цифровых двойников». Пространство приложений физики с несколькими уникальными идентификаторами для работы с цифровыми двойниками. Эти операции включают прогнозирование производительности и запрос информации.

В контексте жизненного цикла продукта, цифровой двойник начинает свою жизнь как прототип цифрового двойника (этап проектирования). Экземпляры цифровых двойников создаются для каждого произведенного продукта на этапе реализации, и скопление экземпляров образует совокупность цифровых двойников. И экземпляры, и агрегаты существуют в среде цифровых двойников — виртуальном представлении среды, в которой существует физический продукт, — это позволяет использовать виртуальные методы, такие как симуляция, моделирование и оценка. Экземпляры/агрегаты цифровых двойников и среда сохраняются после фактического срока службы физического продукта, который заканчивается на этапе вывода из эксплуатации/утилизации.

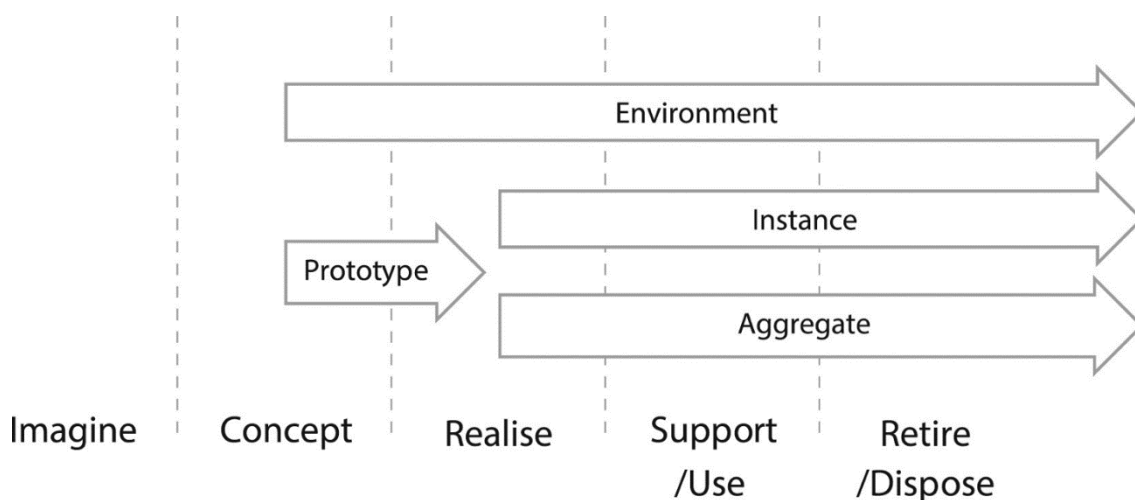


Рисунок 2 - Переходы/отношения между элементами цифрового двойника и физическим продуктом.

Imagine – планирование, Concept – концепция, Realise – реализация, Support/Use – поддержка/использование, Retire/Dispose – утилизация/эксплуатация

Prototype – прототип, Aggregate – агрегатор, Instance – экземпляр, Environment – среда

Преимущества технологии «цифровые двойники» для предприятия

Ускоренная оценка возможных рисков и время производства;

Прибегая к помощи цифрового близнеца, у предприятий появляются возможности тестирования и проверки продукта еще до того, как он появится в реальности. Воссоздав копию запланированного объекта, цифровой двойник позволяет инженерам выявлять любые сбои в процессе до того, как продукт будет запущен в производство. Инженеры могут нарушить работу системы, для того, чтобы синтезировать неожиданные сценарии, изучить реакцию системы и определить соответствующие стратегии смягчения последствий. Эта

новая возможность максимально минимизирует риски, ускоряет разработку новейших продуктов и повышает гарант надежности производственной линии.

Профилактическое обслуживание;

Датчики IoT (Интернет Вещей) системы цифровых двойников генерируют большие информационные данные в режиме здесь и сейчас, предприятия могут анализировать свои данные, чтобы заблаговременно выявлять любые проблемы в системе. Эта возможность позволяет предприятиям более точно планировать профилактическое обслуживание, тем самым повышая эффективность производственной линии и снижая затраты на техническое обслуживание.

Удаленный мониторинг в режиме реального времени;

Зачастую сложно или даже невозможно получить в режиме реального времени подробное представление о большой физической системе. Однако к цифровому двойнику можно получить доступ из любого места, что дает возможность пользователям удаленно отслеживать и контролировать производительность системы.

Сотрудничество в коллективе;

Автоматизация процессов и круглосуточный доступ к информационной системе позволяют техническим специалистам больше сосредоточиться на сотрудничестве между командами, что приводит к повышению производительности и эффективности работы.

Экономия финансовых ресурсов;

Виртуальное изучение физического объекта имеет возможность интегрировать финансовые данные, такие как стоимость материалов и труда. Наличие большого объема данных в режиме реального времени и расширенной аналитики позволяет предприятиям принимать более эффективные и быстрые решения о том, являются ли корректировки в производственной цепочке создания стоимости финансово обоснованными.

Цифровой двойник Нур-Султана

У столицы Казахстана, города Нур-Султан с 2021 года имеется цифровой двойник. IT-специалисты оцифровали 15000-инженерных сетей столицы. Все необходимые учреждения для жизни горожан и др. отображается в 2D и 3D графике. Технологии 2D и 3D четко отображают нагрузки приходящиеся на системы теплоснабжения, электроснабжения, сигнализации и так далее. Двойник способствует созданию умных проектов зданий, позволяет контролировать и наблюдать за строительством и эксплуатацией построек, предвещать поведение инфраструктуры, моделировать техногенные и природные ситуации. На данный момент географически-информационный центр города применяется в пилотном режиме.

Цифровой двойник должен стать базой жизнеобеспечения города. Рассчитывается моделировать все процессы на нем, отображать аналитику, наблюдая за транспортом, за ростом градостроительных комплексов.

Для бизнеса пространства будет доступна инвестиционная карта, то есть будет возможно видеть где целесообразно открыть своё предприятие. Для государственных органов будет возможность видеть в каком месте нужны образовательные учреждения, больницы. Также посредством этого центра станет допустима аренда, покупка земельных участков.

Компания разработки старалась учесть максимальные потребности города. Над проектом работают около двухсот лучших в своем деле специалистов. В конце 2021 года столица была оцифрована приблизительно на сто процентов. Данные в цифровом двойнике города обновляются с 2020 года.

Заключение

Применение цифрового двойника обеспечит мониторинг систем и процессов в режиме реального времени. Позволит проводить своевременный анализ данных, который послужит предотвращением проблем до их возникновения. Обеспечит качественное планирование, прогнозирует непредусмотренные ситуации, при необходимости сам вносит оперативные изменения в реальный объект. Цифровой двойник новая возможность для

бизнеса. Технология двойников снижает затраты на проверку и тестирование системы. Цифровой аналог позволяет обеспечить безопасность, углубленно понять процессы, происходящие в объекте, выявлять слабые звенья и улучшать их.

Список использованных источников

1. Michael W. Grieves Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication – LLC. (2014)
2. Толстых Т. О., Гамидуллаева Л. А., Шкарупета Е. В. Ключевые факторы развития промышленных предприятий в условиях цифрового производства и индустрии 4.0 //Экономика в промышленности. (2018)
3. Rosen R., Wichert G., Lo G., Bettenhausen K. About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. – IFAC-PapersOnLine. (2015)
4. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin> (дата обращения:22.03.2022г.)
5. <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-history/>(дата обращения:22.03.2022г.)
6. Digital Twins and Living Models at NASA. В Danette Allen
7. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. David Jones.
8. Новостной портал Astana Times.
9. The design concept of digital twin. V.V.Makarov, Ye.B.Frolov, L.S.Parshina, M.V.Ushakova
10. An application framework of digital twin and its case study. Yu Zheng, Sen Yang1, Huanchong Cheng1.
11. If You Build Products, You Should Be Using Digital Twins. Yana Arnautova