

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПОНОМАРЁВА МАРИНА ВИТАЛЬЕВНА

*Студент 4 курса группы 18ИС1 «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)» г. Москва;
Россия г. Пенза ул. 8 марта 7, кв. 285; e-mail: romv23.01@gmail.com; +79875090412*

Аннотация

В данной статье рассматриваются цифровые двойники и перспективы их использования в промышленности. Технология цифровых двойников помогает компаниям улучшать качество обслуживания клиентов за счет лучшего понимания потребностей клиентов, разработки усовершенствований существующих продуктов, операций и услуг и даже может способствовать внедрению инноваций в новый бизнес. С более подробной информацией о цифровых двойниках и перспективах их использования можно ознакомиться в статье.

Ключевые слова: Цифровые двойники, интернет вещей, информационные технологии, промышленность.

Введение:

С каждым годом происходит увеличение темпов развития информационных технологий. Еще 10 лет назад интернет вещей казался чем-то новым и невообразимым. Сейчас же он является обыденностью. Благодаря его развитию стали активнее внедряться цифровые двойники. Данная технология позволяет сократить жизненный цикл производства в несколько раз, тем самым сэкономив ресурсы и облегчив работу над новым продуктом.

Многие ученые и эксперты в области информационных технологий делают ставку на большое значение цифровых двойников в будущем.

Основная часть

Авторы Herwig, Christoph, Portner, Ralf, Moller Johannes в своей книге «Цифровые близнецы» представили обзор последних достижений в области создания и применения цифровых двойников в разработке и оптимизации биопроцессов [1].

В статье «Современные цифровые технологии и цифровой двойник» Рахманов М.Л. и Шишкин А.В. рассматривали возможность оптимизации процессов производства изделия с целью повышения его качества и надежности, благодаря современной концепции, такой как цифровой двойник, использующий технологию виртуальной и дополненной реальности [2].

Тельнов Ю.Ф. в своей статье «Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий» предложил использовать многоагентные системы и онтологические модели для взаимодействия различных моделей цифровых двойников [3].

В статье Пономарева К.С., Феофанова А.Н., Гришиной Т.Г. «Стратегия цифрового двойника производства как метод цифровой трансформации предприятия» было сформулированы основные трудности внедрения стратегий цифрового двойника на предприятиях, так же было отмечено, что интеграция различных систем автоматизации деятельности предприятия в едином цифровом пространстве цифрового двойника может служить предпосылкой для перехода к концепции безлюдных технологий производства [4].

В статье «Цифровые двойники в условиях развития цифровой экономики» Коротковой А.А., Татаренко Л.Ю. были выявлены положительные и отрицательные стороны внедрения виртуальной модели в производство [5].

В статье Симченгко Н.А., Цёхла С.Ю. «Development of the digital twin technology in the framework of the digital transformation in industry» была обоснована актуальность внедрения технологий развития заброшенного производства, облачных технологий в производство, технологий удаленного мониторинга и удаленной работы, были выявлены проблемы для развития цифровых двойников, в частности: отсутствие компетенции по разработке и

внедрению цифровых двойников для многих компаний и рынков. ; Снижение инвестиционной привлекательности реализации инновационных проектов, в том числе НИОКР; Организационные и культурные барьеры среднего управленческого уровня в компаниях, вызванные неэффективной системой мотивации обучения инновациям как руководителей среднего звена, так и других сотрудников [6].

Статья «Внедрение технологии «Цифровой двойник» на основе методов цифрового проектирования на российских предприятиях высокотехнологичных отраслей» Богачевой М.В. посвящена исследованию эффективности внедрения цифровой технологии «цифровой двойник» на предприятиях высокотехнологичных отраслей в России. В данной работе структурно перечислены производственные и экономические выгоды от использования цифрового двойника для предприятий. Проведен подробный анализ текущего уровня цифрового проектирования на российских предприятиях высокотехнологичных отраслей. Автор особо отмечает, что технология «цифровой двойник» наделяет высокотехнологичную продукцию будущего прорывными конкурентными преимуществами за счет улучшения ее технико-экономических характеристик [7].

Шишкин А.В. в статье «Современные цифровые технологии и цифровой двойник» решал проблему использования информационных технологий на этапах жизненного цикла изделия. Рассматривал и охарактеризовал разные комбинации взаимодействия цифрового двойника с другими технологиями [8].

В статье «Что такое цифровые двойники?» Фомичева Т.Л. подробно рассмотрела понимание и толкование термина ЦД различными группами экспертов. Сделала вывод о том, что основой концепции ЦД является преодоление противоположности между цифровой и физической сущностями реального объекта, объединение знания о создании и функционировании объекта с его физическим воплощением в единое целое [9].

В статье Глотовой И.И., Томиной Е.П. Максимовой Е.В. «Применение технологии «Цифровые двойники» в деятельности промышленных компаний» был проведен анализ основных методов моделирования, применяемых для создания цифровых двойников. Были выделены преимущества для компании от использования данной технологии. Установлено, что применение данной технологии в деятельности крупных российских промышленных компаний будет способствовать существенному повышению эффективности их деятельности и развитию рынка цифровых технологий [10].

В статье «Цифровые двойники в промышленном интернете вещей» Паскова А.А. рассматривала возможности использования цифровых двойников на платформах промышленного Интернета вещей [11].

В статье «Цифровые двойники. Перспективы и будущее» Желтышева С.Е. раскрывает перспективы развития технологии цифровых двойников. Автор отмечает, что квантовые вычисления и сети 5G позволят в ближайшем будущем раскрыть все преимущества технологии цифровых двойников в проектировании, энергетике, науке и многих других сферах [12].

«Преимущества использования цифровых двойников в промышленности» Казанбиева А.Х. Николаева П.М. В данной статье подробно раскрывается сущность данной технологии, ее особенности. Был проведен анализ ее преимуществ и недостатков и приведены наглядные примеры необходимости в использовании «цифрового двойника» [13].

В статье «Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования» Цфрев М.В., Андреев Ю.С. отобрази классификацию цифровых двойников, подходы к их построению и используемые технологии. Сценарии использования рассмотрены на примерах российских и зарубежных компаний. Приведены выводы о перспективности развития данного направления исследований, рассмотрены преимущества и риски внедрения цифровых двойников на промышленных предприятиях [14].

«Цифровые двойники и области их применения» Бедняк С.Г., Бауман А.А. Данная статья посвящена цифровым двойникам и области их применения. Показано, что они представляют из себя, как работают и взаимодействуют с объектами. Приведен так же пример их

использования в промышленности и на производстве. Сделан вывод о том, что цифровые двойники приносят в наше время очень много пользы как для работы какого-либо предприятия, так и для многих людей в повседневной жизни [15].

Цифровой двойник – виртуальное изображение любых объектов, систем, процессов или даже людей. Благодаря им точно воспроизводится форма и действия оригинала и синхронизировано с ней [16].

Цифровой двойник необходим для того, чтобы можно было смоделировать процесс или ситуацию, которая будет происходить с исследуемым объектом в тех или иных условиях. Это помогает, во-первых, сэкономить время и средства, если речь идет о дорогостоящем оборудовании, а во-вторых – избежать вреда для людей и окружающей среды [17].

Впервые данная концепция была описана в 2002 году Майклом Гривсом, профессором Мичиганского университета. Он написал книгу «происхождение цифровых двойников», в которой разделил их на три основные части:

1. физический продукт в реальном пространстве
2. виртуальный продукт в виртуальном пространстве
3. данные и информация, которые объединяют виртуальный и физический продукт.

Гривс считал, что «в идеальных условиях вся информация, которую можно получить от изделия, может быть получена от его цифрового двойника».

Цифровые двойники бывают трех типов:

1. Прототип (DTP) – виртуальный аналог реального объекта, содержащий все данные для производства оригинала.
2. Экземпляр (DTI) – модель, содержащая в себе данные обо всех характеристиках и эксплуатации физического объекта, включая трехмерную модель, и действует параллельно с оригиналом.
3. Агрегированный двойник (DTA) – вычислительная система из цифровых двойников и реальных объектов, которыми можно управлять из единого центра и обмениваться данными внутри.

Благодаря технологии цифровых двойников в настоящее время решаются сложные задачи, когда необходимо провести тестовый запуск процесса или производственной цепочки быстро и без существенных вложений, что позволит понять заказчику обнаружить проблему или уязвимость до того, как будет запущено производство или объект поступит в эксплуатацию, снизить риски как и финансовые, так и связанные с безопасностью для жизни и здоровья персонала и окружающей среды, повысить конкурентоспособность и прибыльность бизнеса, построить долгосрочные прогнозы и планировать развитие компании или продукта на годы вперед, повысить лояльность клиентов за счет точного прогнозирования спроса и потребительских качеств продукта [18].

В настоящее время цифровые двойники применяются почти во всех сферах деятельности человека.

В добыче и переработке полезных ископаемых цифровые двойники позволяют значительно снизить риски, что позволяет сохранить жизни работников и избежать ущерба для окружающей среды, а также сэкономить бюджет. Например, на одном из европейских нефтеперерабатывающих предприятий система предикативной (прогнозной) аналитики Schneider Electric позволила предсказать сбой большого компрессора за 25 дней до того, как он случился. Это сэкономило компании несколько миллионов долларов.

В крупном производстве благодаря рассматриваемой технологии создаются отдельные детали и производится воспроизведение целых производственных цепочек, что предупреждает свои в работе оборудования.

В энергетике применяются для оптимизации работы электростанций, что в свою очередь помогает избежать сбоев в подаче электричества и рационально подойти к потреблению электроэнергии.

В ИТ-инфраструктуре моделирование с помощью цифровых двойников можно рассчитать предельные нагрузки на программное обеспечение или же целую сеть, а также продумать защиту от киберугроз.

В строительстве применяются для построения модели будущего здания или целых кварталов и прогнозирования, того, как постройка выдержит климатические условия, а также нагрузки на несущие конструкции.

В 3D-дизайне можно наглядно посмотреть, как будет смотреться тот или иной объект декора в интерьере дома, квартиры и т.д.

В сфере транспорта и логистики можно провести оптимизацию маршрутов транспорта, работы технических служб и пассажиропотоков, а также в какой-то мере решить актуальную проблему для всех крупных городов – пробок.

Немаловажную роль играют цифровые двойники в образовании, так как они помогают лучше изучить физические явления, объекты в виртуальной среде, очень часто с применением виртуальной или дополненной реальности, что действительно повышает существенно уровень образования.

Конечно, же применение цифровых двойников не обошло космическую отрасль, таким образом тестируют и запускают космические корабли и целые программы. Применение данной технологии играет важную роль, поскольку это позволит сохранить жизни всей команды космонавтов. Например, цифровой двойник «Аполлона-13» в 1970 году позволил инженерам и астронавтам на Земле спасти миссию во время аварии [19].

Уже сейчас цифровые двойники пациентов помогают сканировать жизненные показатели в режиме онлайн, подбирать наиболее эффективное лечение и проводить операции.

Цифровые двойники можно создавать различными способами:

- графическая 3D-модель;
- модель на базе интернета вещей;
- интегрированные математические модели — такие как CAE-системы (Computer-aided engineering, решения для инженерного анализа, расчетов и симуляций) для инженерных расчетов
- различные технологии визуализации — включая голограммы, AR и VR.

Этапы создания двойника

Исследование объекта предшествует разработке только в том случае, если у цифрового двойника есть реальный прототип — например, работающее предприятие или система коммуникаций. Тогда разработчики составляют детальную карту прототипа, воспроизводят все процессы и характеристики. При этом важно изучить объект в разных условиях.

Моделирование цифровой копии объекта

Этот этап может быть первым, если реального прототипа еще нет и создание цифрового двойника ему предшествует. Например, в строительстве или дизайне, когда вначале создается цифровая 3D-модель, а уже потом — оригинал здания или другого объекта.

Воплощение модели

Затем рассчитанную ранее архитектуру цифрового двойника переносят на специальные платформы — такие как Siemens или Dassault Systemes. Они объединяют математические модели, данные и интерфейс для управления цифровым двойником, превращая его в динамическую систему. Этот этап можно сравнить с трансформацией программного кода в программу или приложение с визуальным интерфейсом, который понятен любому пользователю.

Тестирование основных процессов работы на цифровом двойнике

Главная цель этого этапа — спрогнозировать, как будет вести себя объект или система в обычном режиме и при внештатных ситуациях, чтобы избежать поломок и перегрузки после запуска. Для этого к процессу подключают технических аналитиков, которые собирают большой массив данных в ходе испытаний, чтобы просчитать алгоритмы для любых возможных условий и ситуаций.

Запуск и наладка

Если предыдущий этап провели корректно, в процессе работы реального прототипа можно избежать до 90% сбоев и поломок. Однако часть ситуаций все же не удастся спрогнозировать, и тогда их отслеживают уже на этапе запуска и наладки цифрового двойника.

Корректировка и развитие оригинального объекта или системы

Далее инженеры продолжают работать с цифровым двойником как с реальным физическим объектом до тех пор, пока не будут отлажены все системы и процессы. По результатам этой работы в оригинальный объект вносят изменения, чтобы добиться его максимальной эффективности

Перспективы цифровых двойников

По данным Gartner, 12% компаний, которые используют интернет вещей, также применяют и цифровые двойники, а 62% планируют это сделать. GE Digital в 2019 году называла цифру в 1,2 млн цифровых двойников в мире. По другим прогнозам, в ближайшие пару лет рынок цифровых двойников достигнет \$16 млрд.

В промышленности технология уже сегодня помогает повысить эффективность минимум на 10%, а в нефтяной отрасли — сэкономить от 5% до 20% капитальных вложений. В ближайшие годы крупные компании перейдут к дистанционному мониторингу и управлению целыми производствами и всеми подразделениями через виртуальные системы.

То же самое произойдет и с городами: они обзаведутся цифровыми двойниками, объединяющими все важнейшие системы, районы и объекты городской инфраструктуры. Онлайн-мониторинг будет осуществляться при помощи IoT-датчиков, сканеров и дронов с машинным обучением, а сами виртуальные системы будут размещены в облаке. При этом доступ к двойникам будет и у федеральных властей. Это позволит, в частности, экстренно реагировать на чрезвычайные ситуации и предотвращать их даже в самых отдаленных регионах.

Цифровых двойников можно будет использовать и в повседневной жизни: например, чтобы следить за жизненными показателями или улучшить работу какого-либо устройства. С помощью интернета вещей мы сможем объединить все коммуникации и технику в доме в единую систему и управлять ими с помощью цифрового двойника дома.

Заключение

Все указывает на то, что мы находимся на пороге «взрыва» технологии цифровых двойников. Все больше компаний узнают о реальных и успешных пилотных программах и захотят внедрить своих собственных цифровых двойников, чтобы получить конкурентное преимущество.

В течение следующих пяти лет цифровые двойники будут представлять миллиарды вещей. Эти прокси физического мира приведут к новым возможностям сотрудничества между экспертами по продуктам физического мира и специалистами по обработке данных, чья работа заключается в понимании того, что данные говорят нам об операциях.

Список литературы

- [1] Digital Twins [Электронный ресурс] URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-71660-8>: (дата обращения 10.12.2021)
- [2] Современные цифровые технологии и цифровой двойник [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45750811> (дата обращения 10.12.2021)
- [3] Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44291098> (дата обращения 10.12.2021)
- [4] Стратегия цифрового двойника производства как метод цифровой трансформации предприятия [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41318899> (дата обращения 10.12.2021)
- [5] «Цифровые двойники» в условиях развития цифровой экономики [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44212955> (дата обращения 10.12.2021)
- [6] Development of the digital twin technology in the framework of the digital transformations in industry [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44234300> (дата обращения 10.12.2021)

- [7] Внедрение технологии «Цифровой двойник» на основе методов цифрового проектирования на российских предприятиях высокотехнологичных отраслей [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44862343> (дата обращения 10.12.2021)
- [8] Современные цифровые технологии и цифровой двойник [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45750811> (дата обращения 10.12.2021)
- [9] Что такое цифровые двойники? [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45661394> (дата обращения 10.12.2021)
- [10] Применение технологии «Цифровые двойники» в деятельности промышленных компаний [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46111012> (дата обращения 10.12.2021)
- [11] Цифровые двойники в промышленном интернете вещей [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44838069> (дата обращения 10.12.2021)
- [12] Цифровые двойники. Перспективы и будущее [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44474906> (дата обращения 10.12.2021)
- [13] Преимущества использования цифровых двойников в промышленности [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40818784> (дата обращения 10.12.2021)
- [14] Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46430242> (дата обращения 10.12.2021)
- [15] Цифровые двойники и области их применения [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44749233> (дата обращения 10.12.2021)
- [16] Технология цифровых двойников в нефтегазовой промышленности [Электронный ресурс] URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-september-projects/1863687/> (дата обращения 10.12.2021)
- [17] Цифровой двойник [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%BA (дата обращения 20.11.2021)
- [18] Что такое цифровые двойники и где их используют [Электронный ресурс] URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb> (дата обращения 1.12.2021)
- [19] Цифровой двойник Digital Twin of Organization [Электронный ресурс] URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%BA_\(Digital_Twin_of_Organization,_DTO\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%BA_(Digital_Twin_of_Organization,_DTO)) (дата обращения 17.11.2021)

DIGITAL TWINS AND PROSPECTS FOR THEIR USE IN INDUSTRY

PONOMARYOVA MARINA VITALIEVNA

4th year student of group 18IS1 "MGUTU named after K. G. Razumovsky (PKU)", Moscow; Russia, Penza, 8 March 7, sq. 285; e-mail: pomv23.01@gmail.com; +79875090412

Annotation

This article discusses digital twins and the prospects for their use in industry. Digital twin technology helps companies improve customer service by better understanding customer needs, developing improvements to existing products, operations and services, and can even drive new business innovation. More detailed information about digital twins and the prospects for their use can be found in the article.

Keyword: Digital twins, internet of things, information technology, industry.