

УДК 339.97

**РЫНОК ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ:  
СТИМУЛИРУЮЩИЕ И СДЕРЖИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ**

Касьянова Н.Т., Тумашева Е.С.

*Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал  
Российской таможенной академии***DIGITAL DOUBLES MARKET:  
STIMULATING AND CONSTRAINING FACTORS**

Kasyanova N.T., Tumasheva E.S.

*St. Petersburg named after V.B. Bobkov Branch of the Russian Customs Academy***Аннотация**

В данной статье цифровые двойники рассматриваются как приоритетные технологии, на которые опираются проекты по цифровой трансформации в разных отраслях экономики, производится анализ стимулирующих и сдерживающих факторов рынка цифровых двойников, прослеживаются главные стратегические технологические тренды и оценивается востребованность применения цифровых двойников в условиях сложных экономических и социальных явлений.

**Ключевые слова:** цифровой двойник, технология цифрового двойника, рынок цифровых двойников, стратегические технологические тренды, цифровая трансформация.

**Abstract**

In this article, digital twins are considered as priority technologies on which digital transformation projects in various sectors of the economy are based, the stimulating and constraining factors of the digital twins market are analyzed, the main strategic technological trends are traced and the demand for the use of digital twins in conditions of complex economic and social phenomena is assessed.

**Keywords:** digital twin, digital twin technology, digital twin market, strategic technological trends, digital transformation.

**Ссылка для цитирования:** Касьянова Н.Т., Тумашева Е.С. Рынок цифровых двойников: стимулирующие и сдерживающие факторы // Бюллетень инновационных технологий. – 2023. – Т. 7. – № 1(25). – С. 30-35. – EDN VOPKJH.

Понятие цифрового двойника (далее – ЦД) наиболее часто упоминается применительно к промышленным изделиям, однако в последние несколько лет трактовка данного термина расширяется. Действительно, термин используется в разных отраслях и в каждой приобретает свою специфику.

Отмечается, что технология ЦД может использоваться в моделировании поведения человека как получателя определенных услуг. Подобные проекты реализуются в ритейле, в финансовых услугах, в страховании, где можно создавать персонализированные профили отдельных лиц и анализировать целесообразность решений, которые эти лица принимают в отношении своих финансов [1]. Огромное значение оказало появление технологий ЦД в архитектурно-строительном проектировании. Только с использованием технологии ЦД возможно построение «Умного дома» в полном его смысле, включая не только цифровое проектирование, эксплуатацию в реальном

времени, но и управление интеллектуальной недвижимостью как активом. Понятие ЦД достаточно широко вошло в медицинскую сферу и в связи с созданием цифровых моделей отдельных органов (например, цифровой двойник сердца), и в связи с 3D-печатью аналогов органов, и в связи со все большим использованием инженерных подходов, технологий и терминологии к планированию и проведению операций. Персонализированные медицинские услуги на основе анализа данных о пациенте имеют много общего с технологией ЦД, используемой для создания промышленных изделий и процессов. Цифровая тень пациента позволяет создавать аналитические модели и прогнозировать его состояние, планировать, когда лучше произвести профилактический осмотр. Концепция та же, как и в случае с обслуживанием «организма» искусственной машины. Применительно к людям, ЦД – это формирующаяся технология, которая позволяет моделировать системы и

подсистемы человеческого организма, уточнять данные модели на основе сбора биофизических данных и поведенческой информации, прогнозировать функционирование данных систем и выдавать рекоменда-

ции, следуя современным тенденциям глобальной цифровизации активно внедряет передовые информационные технологии, разрабатывает модель интеллектуального пункта пропуска, которая полностью

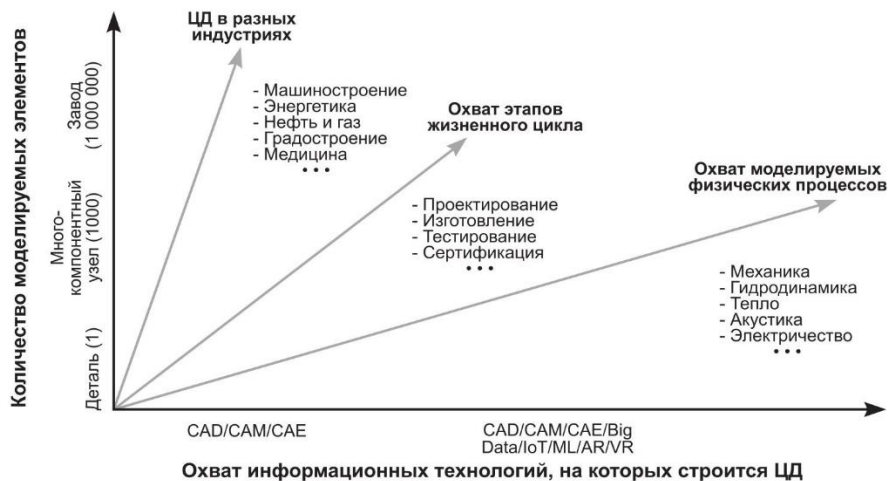


Рис. 1. Основные направления классификации сфер применения ЦД [3]

ции по их профилактике и лечению.

Развитие четвертой промышленной революции постепенно подталкивает крупные предприятия к созданию умных заводов по технологии ЦД. В электронном дубликате предприятия интегрированы процессы по вертикали во всей организации, от разработки продуктов и закупок до производства, логистики и обслуживания. Дальнейшая возможность использования и поступления в единые базы данных некоторых контрольных показателей умного завода, например, управление цепочкой добавленной стоимости, позволит запустить систему двойного контроля, со стороны государственных контролирующих органов. Таким образом, велика вероятность, что в таких условиях существенно сократится количество недобросовестных участников внешнеэкономической деятельности (далее – ВЭД), повысятся показатели не только проверки таможенных, иных документов и сведений начатых до выпуска товаров, но и контроль после выпуска товаров. На основании вышесказанного, использование преимуществ от применения (Главного управления таможенного контроля после выпуска товаров – ГУТКПВТ) технологии ЦД безусловно повысят значимость и эффективность использования категорирования участников ВЭД в качестве инструмента для выбора объекта таможенной проверки. Учитывая, что ФТС

автоматизирует процесс таможенных операций, можно утверждать, что технологии ЦД следует рассматривать как одно из значимых направлений совершенствования таможенного администрирования [2].

С точки зрения авторов, для удобства классификации сфер применения ЦД, следует свести вместе различные направления, по которым можно их классифицировать (рис. 1.). Как видно из рисунка, под технологией ЦД может подразумеваться широкий спектр решений, варьируемый по сложности, зрелости, набору используемых технологий и стоимости решения.

В последние два-три года мы наблюдаем всплеск интереса к теме «цифровые двойники». Аналитики единодушно констатируют высокие темпы роста рынка ЦД. Согласно результатам опроса респондентов, приведенного в отчете «Рынок цифровых двойников, структурированный по типу технологий, решений, приложений и отраслей 2020–2025», опубликованном в марте 2020 г. [4], 89% всех IoT-платформ будут применять ЦД к 2025 г., а к 2027 г. ЦД станет стандартной функцией IoT-решений. 36% руководителей из разных отраслей отмечают выгоду от применения ЦД, а 53% из них планируют внедрить ЦД к 2028 г. Это крайне высокие показатели, особенно на фоне незначительного роста общего ИТ-рынка, который, согласно прогнозам Gartner, в 2020 г.

увеличится менее чем на 4%. Gartner назвал ЦД одним из десяти главных стратегических технологических трендов на 2023 г [5]. Цифровые двойники, также заняли в списке Gartner верхнюю строчку в десятке стратегических технологий на 2022 г. [6], где аналитическая компания выделяет три направления – «умные», «цифровые», «распределенные» (рис. 2.). В первой категории («умные») отмечены автономные вещи, (autonomous things), дополненная аналитика (augmented analytics) и разработка, основанная на ИИ (AI55 driven development). Во второй («цифровые») – заявлены цифровые двойники, периферийные вычисления и иммерсивные технологии, в третьей («распределенные») – блок-

говоря о стимулирующих факторах, прежде всего следует отметить, что ЦД является одной из важнейших технологий, на которые опираются проекты по цифровой трансформации, и это дает возможность повысить конкурентные преимущества производителей промышленных изделий, позволяет выпускать продукцию быстрее, создавать прочные и более надежные, менее материалоемкие конструкции (что особенно актуально с учетом роста стоимости материалов) и быстрее выводить их на рынок. Создание подобного рода производств невозможно без использования технологии ЦД. Цифровые двойники позволяют снизить расходы за счет смещения «центра тяжести» на стадию разработки: чем позже вно-



Рис.2. Десять главных стратегических технологических трендов [6]

чейн и «умные» пространства.

Хотя, ЦД отмечен на рисунке как один из нескольких трендов, заметим, что большинство из показанных на рисунке технологий являются либо сопутствующими, либо используются для создания решений класса ЦД.

Стоит прокомментировать отдельные стимулирующие и сдерживающие факторы на рынке ЦД. Аналитики единогласно прогнозируют быстрый рост рынка ЦД. Насколько оправданны эти ожидания? Какие факторы влияют на развитие этого рынка?

Исходя из изменений в проекте, тем изделие получается дороже, а перепроектирование и многократное внесение уточнений в проект в разы повышает как финансовые, так и временные затраты, тем самым закрывая «окно возможностей» для вывода новой продукции на рынок.

Применение ЦД снижает расходы не только на этапе проектирования, но также на всех остальных этапах жизненного цикла изделия при осуществлении задач эксплуатации, поддержки, мониторинга и утилизации – все это стимулирует развитие проектов по созданию ЦД.

В существенной мере рост рынка поддерживают примеры успешных проектов по применению ЦД для создания уникальных продуктов, реализации, показывающие возможность увеличения срока службы оборудования, снижения расходов на ремонт, в том числе примеры оптимизации ремонта в труднодоступных, удаленных местах. Востребованность технологии ЦД растет по мере развития смежных и сопутствующих цифровых технологий: промышленного интернета вещей, облачных технологий, приложений виртуальной и дополненной реальности, технологий аддитивного производства. В ряде компаний построение ЦД развивается как часть стратегии цифровизации или в рамках проектов по увеличению уровня безопасности эксплуатации ответственных изделий, что также стимулирует рост рынка ЦД, который в последние годы вызывает существенный интерес.

В качестве факторов, тормозящих развитие рынка цифровых двойников, следует назвать относительно высокую стоимость проектов данного типа, требующих привлечения многопрофильного программного обеспечения, наработки экспертизы в математическом моделировании широкого спектра физических процессов, определяющих сложные технологические и производственные процессы.

Очевидно, что проекты по созданию ЦД могут сильно отличаться по сложности и, следовательно, по цене, поэтому информации о стоимости создания ЦД достаточно мало. Авторы статьи «Какова ценность цифрового двойника» («What is the value of a Digital Twin») [7] попытались обозначить нижнюю границу цены проекта по созданию ЦД, которая, по их мнению, должна составлять не менее 50 тыс. евро. Логика данных рассуждений следующая: поскольку использование технологии ЦД экономит компаниям в среднем до 30% затрат на разработку, то использование цифрового двойника становится экономически выгодным для создания высокотехнологичных систем, стоимостью не менее 150 тыс. евро. Авторы вышеприведенной статьи полагают, что по мере совершенствования технологии создания ЦД будет снижаться и пороговая стоимость экономически оправданного внедрения ЦД. Есть также проблема нехватки специалистов, обладающих междисциплинарными знаниями, необходимыми для создания проектов класса ЦД, наблю-

дается недостаток информации и образовательных программ соответствующего профиля.

Рынок ЦД – это молодой рынок, он развивается менее 10 лет, поэтому до сих пор существуют проблемы согласованности толкования термина ЦД, а, следовательно, проблемы корректной оценки объема рынка ЦД, его сегментирования, оценки темпов роста и, как следствие, проблемы оценки степени привлекательности рынка для привлечения инвестиций. Рекламирование старых технологий под новой «вывеской» дискредитирует технологию ЦД. Чтобы соответствовать новым веяниям на рынке цифровых технологий, некоторые компании стремятся придать своим продуктам новые маркетинговые названия, используя словосочетание «цифровой двойник» в том числе там, где это не совсем корректно. По словам Хорста Гроссера, управляющего директора Communications, Media And Technology, Industry X.0, «некоторые непреднамеренно создают Цифровых Самозванцев (Digital Impostors) – фрагментированных или неполных цифровых двойников» [8]. Подобные «двойники» компрометируют ценность технологии ЦД за счет того, что решения на их основе оказываются дорогими и плохо масштабируемыми, и таким образом подрывают доверие к технологии ЦД как к эффективной платформе для цифровой трансформации.

Еще одна проблема на пути внедрения технологии ЦД – это так называемая «боязнь привязки к поставщику» (vendor lock-in). Опасения впасть в зависимость от поставщика ЦД дополняются опасениями потери контроля над информацией, ее выхода за рамки контура информационной безопасности, а также нежеланием того или иного сообщества делиться конфиденциальными данными из опасения, что польза от внедрения ЦД окажется меньше, чем ущерб от потери контроля над той или иной информацией. Это, не новая проблема: с одной стороны, люди нуждаются в интеграции данных, с другой, – стремятся к установлению границ на уровне отделов, компаний и корпораций из соображений безопасности, пытаются контролировать и ограничивать распространение данных, тем самым сдерживая распространение технологии ЦД.

Говоря о причинах, сдерживающих внедрение технологии ЦД, следует упомянуть также определенную инерцию в освое-

нии новой культуры разделения труда. Производители инженерного программного обеспечения (далее – ПО) достаточно часто пропагандируют тезис о том, что многолетний опыт, заложенный в современное ПО, позволяет инженерам из развивающихся стран «встать на плечи» специалистов из развитых стран (которые годами создавали это ПО) и даже выйти в проектировании вперед, избегая ошибок первопроходцев. Увы, практика не слишком изобилует подоб-

сократить время разработки, позволяя создавать различные варианты технических решений с использованием виртуального тестирования и только после этого создавать документацию, традиционная практика требует сначала создавать документацию, и лишь потом строить изделие, что закрепляет ошибки начального проектирования.

Разные аналитики дают примерно, одни и те же численные оценки рынка ЦД. По данным Deloitte глобальный рынок техноло-

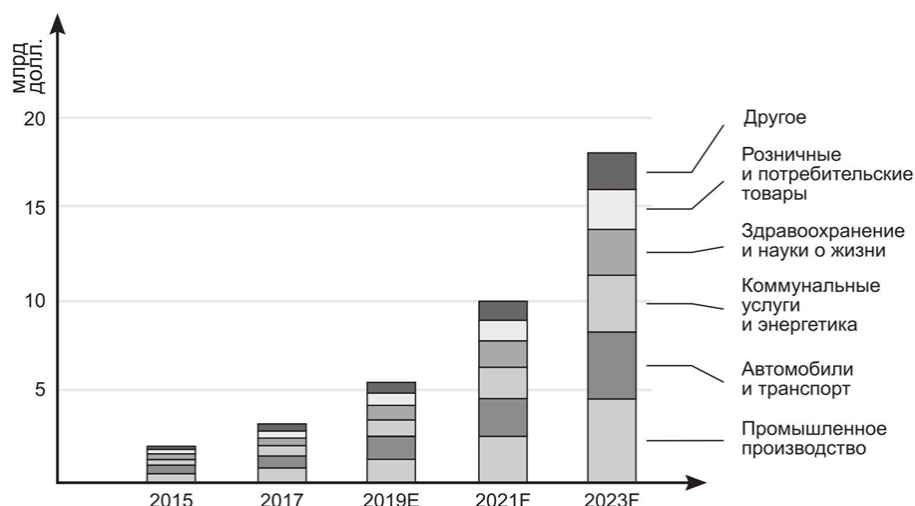


Рис.3. Динамика глобального рынка ЦД в млрд долл. США

ними примерами, особенно если речь идет не об отдельных компаниях, а о целой отрасли, или ряде отраслей, или отдельной стране. Следует отметить, что внедрение той или иной новой технологии (даже если она уже освоена первопроходцами, достигшими нового уровня культуры разделения труда) не может проходить безболезненно и быстро в странах, где почва для этого еще не созрела.

Новая технология не может быть освоена последователями мгновенно, на это требуется время. Причем старая система разделения труда и старая культура производства всячески мешают ее внедрению. Требуется время на отказ от устаревших подходов (методов), а в ряде случаев и от неэффективных производств. Несмотря на то, что передовые компании уже продемонстрировали, что ЦД дает возможность резко

гиг цифровых двойников к 2023 г. вырастет до 16 млрд долл. Примерно такие же оценки приводятся и в отчете Techsci Research [9], опубликованном в феврале 2018 г. Согласно ему, глобальный рынок ЦД составит более 17 млрд долл. в 2023 г. (рис.3), а в период 2017–2022 гг. будет расти на уровне CAGR более 36%.

Безусловно, в приведенном обзоре были представлены лишь некоторые отрасли, в которых «работают» ЦД. Спектр применения ЦД растет с каждым годом, – они все больше востребованы в самых разных проектах. Таким образом, расширение применения ЦД в новых отраслях и приложениях идет вслед за развитием математических моделей, которые совершенствуются в описании физических процессов, а также в отражении сложных экономических и социальных явлений..

### Список литературы

1. Five Industries Using Digital Twins by Sarah Finch 2 may 2019 [Electronic resource]. – URL: disrupt-

tionhub.com/5- industries-using-digital-twins/ (дата обращения 14.12.2022).

2. Денисова Н.А. Роль технологии цифрового двойника в процессах цифровой трансформации таможенного администрирования // Ученые записки

Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. – 2021. – № 3(79). – С. 34-38. – EDN FGBTCX.

3. Прохоров А., Лысачев М. Научный редактор профессор Боровков А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт». – 2020. – 401 с.

4. The Future of the Digital Twins Industry to 2025 in Manufacturing, Smart Cities, Automotive, Healthcare and Transport [Electronic resource]. – URL: [www.prnewswire.com/news-releases/the-future-of-the-digital-twins-industry-to-2025-in-manufacturing-smart-cities-automotive-healthcare-and-transport-301028858.html](http://www.prnewswire.com/news-releases/the-future-of-the-digital-twins-industry-to-2025-in-manufacturing-smart-cities-automotive-healthcare-and-transport-301028858.html) (дата обращения 13.12.2022).

5. Кошелева О.Э., Павлова А.О. Роль интеллектуальных ресурсов России в расширении сферы применения цифровых двойников и ускорении цифрового прогресса // Бюллетень инновационных технологий. – 2022. – Т.6. – № 4(24). – С.29-33. – EDN: RPXNIB

6. «Top 10 Strategic Technology Trends for 2019» by Michael Gartner, November 18, 2018. [Electronic resource] – URL: [datavizblog.com/2018/11/18/gartner-](http://datavizblog.com/2018/11/18/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/)

[top-10-strategic-technology-trends-for-2019/](http://top-10-strategic-technology-trends-for-2019/) (дата обращения 13.12.2022).

7. What is the value of a Digital Twin? High Teck Software Cluster [Electronic resource]. – URL: [hightech-softwarecluster.nl/paper/what-is-a-digital-twin-and-what-value-does-it-deliver/](http://hightech-softwarecluster.nl/paper/what-is-a-digital-twin-and-what-value-does-it-deliver/) (дата обращения 15.12.2022).

8. «Is your Digital Twin a Digital Impostor?» by Horst Groesser, May 10, 2019 [Electronic resource]. – URL: [www.accenture.com/us-en/insights/high-tech/digital-impostor](http://www.accenture.com/us-en/insights/high-tech/digital-impostor) (дата обращения 15.12.2022).

9. Global Digital Twin Market By Application (Manufacturing Process Planning, Product Design & Others), By End User Sector (Manufacturing, Energy & Utilities, Transportation & Others), By Region, Competition, Forecast & Opportunities, 2014 – 2024, May, 2019 [Electronic resource]. – URL: [www.techsciresearch.com/report/global-digital-twin-market/1334.html/](http://www.techsciresearch.com/report/global-digital-twin-market/1334.html/) (дата обращения 14.12.2022).

Поступила в редакцию 12.12.2022

#### Сведения об авторах:

*Касьянова Наталья Тихоновна* – старший преподаватель кафедры таможенных операций и таможенного контроля Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии, e-mail: [natakas77@mail.ru](mailto:natakas77@mail.ru)

*Тумашева Екатерина Степановна* – старший преподаватель кафедры таможенных операций и таможенного контроля Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии, e-mail: [tumasheva.yekaterina@bk.ru](mailto:tumasheva.yekaterina@bk.ru)

Электронный научно-практический журнал "Бюллетень инновационных технологий" (ISSN 2520–2839) является сетевым средством массовой информации регистрационный номер Эл № ФС77-73203 по вопросам публикации в Журнале обращайтесь по адресу [bitjournal@yandex.ru](mailto:bitjournal@yandex.ru)

