Можно сделать вывод о том, что для того, чтобы электронное средство платежа стало безопасным видом совершения транзакций наука, технологии, законодательная база, а также общество в целом должны сделать немало шагов на пути к развитию и усовершенствованию различных методов защиты информации от посягательств криминальных элементов.

1. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N 259-ФЗ "О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
2. Стандарт Банка России СТО БР ИББС-1.0-2014 "Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации/ Общие положения"
3. Стандарт Банка России: «Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации. Аудит информационной безопасности» (СТО БР ИББС-1.1-2007)
4. Атаманов, Г. А. О банковской безопасности и безопасности банков [Текст] / Г. А. Атаманов // право и безопасность . – 2013. – № 1-2. – С. 79–85.
5. Годовой отчет 2016 [Электронный ресурс] // Сбербанк. – Режим доступа: <http://www.sberbank.com/ru/investor-relations/reports-and-publications/annual-reports>, свободный
6. Меры безопасности [Электронный ресурс] // РоссельхозБанк. – Режим доступа: <http://www.rshb.ru/security/>, свободный.

Митина О.А., Карклис А.Д.

Цифровые двойники как «передовая технология» в современном мире

*МИРЭА – Российский технологический университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-03-2021-08

idsp: ljjournal-03-2021-08

Аннотация

В эпоху Четвертой промышленной революции («Индустрии 4.0») лидирующие мировые позиции занимают те высокотехнологичные предприятия, которые осуществляют цифровую трансформацию производства, тем самым открывая возможности достижения принципиально нового уровня разрабатываемой и производимой продукции.

В статье показано, что термин «цифровой двойник» (ЦД, Digital Twin, DT) получил большое распространение в настоящее время. Возникла ситуация, когда без рассмотрения истории становления термина, практики его применения в разных отраслях и разных научных школах было трудно осмыслить, что же вкладывается в это понятие в том или ином случае [5].

Ключевые слова и фразы: цифровой двойник, Индустрия 4.0, киберфизическая система, передовая технология.

Abstract

In the era of the Fourth Industrial Revolution («Industry 4.0»), the leading global positions are occupied by those high-tech enterprises that carry out the digital transformation of production, thereby opening up opportunities to achieve a fundamentally new level of developed and manufactured products.

The article shows that the term «digital twin» (DD, Digital Twin, DT) has become widely used at the present time. There was a situation when without considering the history of the formation of the term, the practice of its application in different industries and different scientific schools, it was difficult to understand what is meant by this concept in this or that case [5].

Key words: digital twin, Industry 4.0, cyber-physical system, advanced technology.

В современном мире сложные технические термины зачастую выходят за пределы разговоров в профессиональном сообществе, но не каждый из них удастся с легкостью постичь любому желающему. Так, понятие «Цифровой двойник» все плотнее проникает в повседневную жизнь, но даже в научном обществе возникают проблемы, связанные с большим числом его трактовок. Чтобы разобраться с этим вопросом, а также понять, какое место занимает данная технология на рынке передовых технологий, следует обратиться к ее первому упоминанию в истории.

Впервые концепция ныне именуемого цифрового двойника (ЦД) была предложена профессором М. Гривсом в 2003 году и носила название «виртуальные цифровые представления». Исходя из выдвинутых им соображений, «двойник» является цифровой копией объекта или группы объектов, эквивалентной реальному объекту или группе, которую можно использовать, как основу для определения состояния объектов в смоделированных или реальных условиях. Так как в таком определении лежали все необходимые составляющие современного представления ЦД, 2003 год стал началом отсчета развития концепции ЦД [1].

Позднее, Гривс в одной из своих книг [2] процитировал своего коллегу Д. Викерса, использовав его концептуальное представление модели ЦД, представленной на рис.1. Эта концепция проста для понимания: в ее основе лежит замкнутый цикл информационного обмена между физическим объектом и его виртуальной копией. Эта концептуальная модель значительно расширяет понятие «двойников», сформулированных ранее:

1. она оцифровывает физический объект для создания виртуальной копии с теми же характеристиками;
2. она устанавливает связь между реальным и виртуальным пространствами, создавая возможность обмена информацией между реальным объектом и его виртуальной копией.

Рисунок 1. Концепция ЦД Д. Викерса

Эта концепция не привлекала особого внимания ученых до определенного момента по ряду причин. Отсутствие интереса к данной теме обосновано следующим:

1. технические возможности для сбора информации об объекте во время его эксплуатации ограничены, передача данных в реальном времени труднодостижима;
2. цифровое описание реальных объектов недостаточно развито, аппаратное и программное обеспечение не могут точно описывать реальные свойства и поведение реальных объектов в виртуальном пространстве;
3. невозможность реализовать анализ и обработку данных большого объема в реальном времени из-за технических ограничений.

Начиная с 2013 года, в мире активно ведутся разговоры о программе «Индустрия 4.0», или 4-ой промышленной революции. Такое название получил процесс цифровизации и массового внедрения киберфизических систем (CPS).

CPS – это комплексная система, состоящая из физических и вычислительных элементов, регулярно получающих данные из окружающей среды и использующих их для оптимизации процессов управления [3]. Подобная система может быть разделена на четыре слоя:

1. физический, то есть объект или набор объектов реального мира;
2. цифровой, то есть данные о системе и разнообразные алгоритмы, такие, как алгоритм управления реальным объектом, обработки информации и другие;
3. интерфейс для взаимодействия предыдущих слоев;
4. интерфейс для взаимодействия человека с системой.

В соответствии с данным определением, ЦД представляет киберфизическую систему, а значит, является одной из основополагающих технологий всей Индустрии 4.0. Это подтверждается в том числе и отечественной программой «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой ЦД определен как технология-интегратор на многих этапах реализации.

Концепция рассматриваемой технологии развивается со стремительной скоростью, что порождает необходимость определения способов классификации ЦД. Впервые классификация ЦД произведена М. Гривсом в одном из его научных трудов [4] и представляет собой деление ЦД на следующие три типа:

1. Digital Twin Prototype, DTP. Представляет собой прототип объекта и, соответственно, содержит в себе всю возможную информацию об объекте: от трехмерной модели с аннотациями до требований к его производству. Такой ЦД используется для создания реального объекта на основе его цифровой модели.
2. Digital Twin Instance, DTI. Представляет собой цифровую копию существующего конкретного реального объекта, которая остается связанной с ним на протяжении всего жизненного цикла объекта. Помимо той же информации, что и в случае DTP, также может содержать информацию об обслуживании и ремонтах и другие данные, появляющиеся в ходе эксплуатации объекта.
3. Digital Twin Aggregate, DTA. Отдельная категория ЦД, представляющая собой вычислительную систему, имеющую доступ ко всем DTI. На основе специально разработанных программ в рамках подобного ЦД имеется возможность мониторинга работы объектов, построения прогнозов будущего поведения объектов и решения иных математических задач.

Другая классификация нашла большее распространение, т. к. она рассчитана не только на именно физические объекты, но и на процессы. Она разделяет ЦД по уровню сложности [5]:

1. ЦД компонента (Twin of Component) представляет собой ЦД детали, являющейся составляющей какого-либо сложного оборудования. Например, ЦД ротора.
2. ЦД актива (Twin of Asset) является ЦД единицы какого-либо оборудования, при этом может быть разделен на ЦД компонентов. Например, ЦД турбины, может иметь ЦД отдельных запчастей, таких как ротор.
3. ЦД комплекса активов (Twin of Network) – следующая ступень после ЦД активов, представляющая собой более сложный, комплексный объект. Например, ЦД самолета, у самолета присутствуют турбины, имеющие свою цифровую копию и т.д.
4. ЦД технологического процесса (Twin of Process) позволяет сформировать представление о наборе действий над сложным объектом.

Стоит отметить, что существуют другие способы и критерии классификации ЦД, и унифицированная терминология для концепции ЦД на данный момент не

разработана, что сбивает с толку людей, пытающихся сформировать для себя представление о данной технологии.

Группа авторов, проанализировав границы восприятия термина ЦД, получила следующий результат: «большинство респондентов (71%) связывают понятие «ЦД» с наличием физического объекта/актива» [5]. При этом, согласно разным видам классификации видов данной технологии, ЦД может существовать и без физической копии, например, это может быть ДТР по классификации Гривса.

Помимо этого, предполагается, что ЦД существует на протяжении всего жизненного цикла объекта, а в понятие жизненного цикла входит также и проект, и производство этого объекта, то есть присутствуют этапы, предшествующие появлению физического объекта. Данный пример отражает лишь малую часть проблемы отсутствия унифицированной терминологии.

Несмотря на отсутствие конкретного определения технологии ЦД, можно определить основные характеристики любой модели ЦД вне зависимости от объекта моделирования. К ним относятся следующие:

1. цифровая модель должна быть полностью идентична своей реальной копии по всем возможным характеристикам, и наоборот;
2. модель ЦД представляет собой совокупность большого числа математических, технических, физических и других дисциплин;
3. в цифровой модели должны быть описаны как микроскопические, так и макроскопические характеристики и свойства объекта или процесса;
4. если модель ЦД отображает свойства сложного объекта или процесса, то имеется возможность разработать модели ЦД составляющих, то есть может присутствовать иерархическая цепочка ЦД;
5. ЦД представляет собой непрерывно развивающуюся, дополняющуюся и обновляющуюся модель реального объекта или процесса, то есть с изменением некоторых параметров реального объекта будут происходить изменения и с его цифровой копией;
6. ЦД может быть использован для решения математических задач разного рода, например, для моделирования состояния и поведения реального объекта, для прогнозирования его отказов и т.д.

Таким образом, исходя из существующих этапов жизненного цикла технологий, ЦД на данный момент находится на стадии «Передовых технологий», как зарекомендовавшая себя перспективная, но достаточно новая и нераспространенная технология. В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что, несмотря на быстрое развитие данной технологии и отсутствие унифицированной терминологии, сформировать представление о технологии ЦД у общества не составит большой сложности, так как идея и основные свойства сохраняются с момента появления самой концепции цифрового двойника.

1. Wang Z. Digital Twin Technology. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intechopen.com/books/industry-4-0-impact-on-intelligent-logistics-and-manufacturing/digital-twin-technology> (дата обращения: 23.01.2021).
2. Grieves M. Virtually Perfect: Driving Innovative and Lean Products Through Product Lifecycle Management. Cocoa Beach, FL, USA: Space Coast Press, 2011. – 370 p.
3. Lee J, Bagheri B, Kao HA. A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems. Elsevier, 2015. – p. 18-23.
4. Grieves M., Vickers J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. [Электронный ресурс]. URL: http://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept (дата обращения: 23.01.2021).
5. Прохоров А., Лысачев М., Боровков А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 стр.