

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2022.60.42.016

Понятие «цифровой двойник» в применении к социальной системе

Матяш Арсений Валерьевич

Эксперт экспертно-методического отдела,
ООО «Деликатный переезд»,
115419, Российская Федерация, Москва, Орджоникидзе улица, 11;
e-mail: arsenymatthias@gmail.com

Багрин Павел Петрович

Генеральный директор,
ООО «ТД "Смартвес"»,
141701, Российская Федерация, Долгопрудный, Лихачевский пр-д, 8;
e-mail: bagrush11@yandex.ru

Андреева Виктория Андреевна

Студент,
Государственный университет управления,
109542, Российская Федерация, Москва, просп. Рязанский, 99;
e-mail: vikus-kuz03@inbox.ru

Миронова Маргарита Павловна

Студент,
Государственный университет управления,
109542, Российская Федерация, Москва, просп. Рязанский, 99;
e-mail: rabochiymir@inbox.ru

Самосудов Михаил Владимирович

Доктор экономических наук,
доцент кафедры,
Государственный университет управления;
109542, Российская Федерация, Москва, просп. Рязанский, 99;
e-mail: samosudov@mail.ru

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 22-28-20458,
<https://rscf.ru/project/22-28-20458/>

Аннотация

Целью статьи является определение содержания термина «цифровой двойник» в применении к социальной системе. Для этого рассмотрено содержание терминов

«цифровой двойник» и «имитационная модель» в русскоязычных и иностранных источниках, а также на основе анализа содержания термина в исследованных источниках сформулировано определение термина «цифровой двойник социальной системы» для целей проекта «Цифровой двойник социальной системы». В частности, рассмотрены тренды популярности цифровых двойников и статистика их упоминания в поисковых запросах и статьях; виды имитационного моделирования; перспективные сферы применения цифровых двойников; варианты названия цифровых двойников («digital twin» и «digital double»); существующие на данный момент стандарты цифровых двойников в Российской Федерации. Сформулированы требования к имитационным моделям для цифрового двойника социальной системы, границы использования цифровых двойников.

Для цитирования в научных исследованиях

Матяш А.В., Багрин П.П., Андреева В.А., Миронова М.П., Самосудов М.В. Понятие «цифровой двойник» в применении к социальной системе // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Том 12. № 10А. С. 428-440. DOI: 10.34670/AR.2022.60.42.016

Ключевые слова

Цифровой двойник социальной системы, имитационное моделирование социальных систем, имитационная модель, ресурсно-функциональный подход, цифровая трансформация.

Введение

Актуальность цифровых двойников и имитационного моделирования для управления социальными системами обусловлена сложностью и трудоемкостью задачи ручного сбора, обработки и использования данных о состоянии объекта управления и среды его функционирования для формирования обоснованных решений о необходимых изменениях в объекте управления для поддержания коэффициента функциональной устойчивости в допустимых границах, моделирования его будущих состояний, прогнозирования изменений в объекте управления и среде функционирования.

Простыми словами, цифровые двойники социальных систем необходимы для точного управления организациями, используя при этом вычислительную технику. Кроме того, цифровые двойники являются одним из ключевых элементов в контексте четвертой промышленной революции (*Industry 4.0*). Точное управление необходимо для того, чтобы исключить нецелевые траты ресурсов на совершение действий, которые не приводят к заданному результату.

Также для целей проекта социальные системы и социально-экономические системы отождествляются в рамках применения ресурсно-функционального подхода, так как в своей сущности они существуют для реализации конкретных (с позиции субъекта анализа) целевых функций, что, в свою очередь, требует формирования входящего ресурсного потока, достаточного для устойчивого функционирования и развития данных систем, при этом данный ресурсный поток не заканчивается исключительно на финансовых ресурсах (исключительно на деньгах компания существовать не может).

При подготовке и в процессе написания данной статьи было изучено 122 источника на тему цифровых двойников физических объектов и социальных систем в различных сферах деятельности.

Основное содержание

Словосочетание «Цифровой двойник» довольно популярно, что выражается в частоте его упоминания в различных поисковых системах (рис. 1, 2):

- Google (поисковой запрос «Цифровой двойник»): 233 000 результатов;
- Google (поисковой запрос «Digital twin»): 479 000 000 результатов;
- Google Scholar (поисковой запрос «Цифровой двойник»): 13 600 результатов за все время и 11 000 результатов – с 2018 года;
- Google Scholar (поисковой запрос «Digital twin»): 942 000 результатов за все время и 56 300 – с 2018 года;
- Яндекс (поисковой запрос «Цифровой двойник»): 131 456 результатов за 2021 год;
- Elibrary (поисковой запрос «Цифровой двойник»): 10 905 результатов за все время.



Источник: Google Trends

Рисунок 1 – Google Trends. Динамика популярности темы «Цифровой двойник» («Digital Twin») (январь 2004 г. – ноябрь 2022 г.)



Источник: Google Trends

Рисунок 2 – Google Trends. Динамика популярности темы «Цифровой двойник» («Digital Twin») за последние 5 лет (ноябрь 2017 г. – ноябрь 2022 г.)

При этом данная популярность привела к нежелательному явлению: цифровые двойники используются как удобная «фраза» для написания статей, содержание которых не приводит к развитию понимания цифровых двойников.

Помимо прочего, Центром компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» в партнерстве с Инфраструктурным центром по развитию направления «Технет» НТИ в развитие монографии «Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности» [Боровков и др., 2021] был подготовлен емкий обзор по теме цифровых двойников. Наиболее существенные, по мнению авторов, темы, рассмотренные в обзоре: подходы к определению цифровых двойников, их целей, задач и особенностей; формирование единого подхода к

технологии цифровых двойников.

Одно из первых определений термина «цифровой двойник» было сформулировано Майклом Гривзом и озвучено в 2002 году на конференции «Society of Manufacturing Engineers». Определение цифрового двойника звучало следующим образом [Grieves, 2014]: «Цифровой двойник – набор виртуальных информационных конструкций, полностью описывающих потенциал или фактический физически изготовленный продукт от микроатомного уровня до макрогеометрического уровня. На своем оптимальном уровне любая информация, которая могла бы быть получена в результате анализа изготовленного продукта, может быть получена от своего цифрового двойника. Концептуальная модель цифрового двойника содержит три основных части: а) физические продукты в реальном пространстве, б) виртуальные продукты в виртуальном пространстве, в) связи данных и информации, которые связывают виртуальные и реальные продукты вместе».

Помимо этого, цифровые двойники в инженерной сфере требуют конкретного набора инструментов для работы, которые не могут быть полностью применимы в социальных системах:

- 1) Датчики для сбора данных о состоянии объекта (на данном этапе развития устройств для сбора данных полностью на них положиться в данном вопросе нельзя, в связи с чем необходимы люди с определенной квалификацией, способные собирать и обрабатывать нужные данные. При этом, используя датчики, можно собрать следующие данные: местоположение человека или материальных ресурсов в некотором пространстве – склад, офис и т.п.; расходование некоторых видов ресурсов, в основном материальных; совершение отдельных действий людьми, в основном действий, в результате которых преобразуются материальные ресурсы).
- 2) Существование объекта моделирования в конкретных или закономерно изменяющихся условиях, возможность их фиксации в неизменных сущностях (в социальных системах, из-за присутствия в них активных агентов, условия функционирования часто меняются, изменения могут быть хаотичны с позиции субъекта управления, соответственно, сложно-фиксируемыми, прогнозируемыми).
- 3) Конечный продукт имеет конкретные параметры и predetermined требования к ресурсной базе для его создания, соответственно, возможно применение простого математического аппарата для их расчета (в социальных системах существуют типовые процессы, ресурсы, но различаются вариативные части данных процессов, например квалификация одного агента отличается от другого, что вносит различия в вероятность получения нужного результата, необходимый набор ресурсов для надежного получения результата).

Впоследствии термин «цифровой двойник» был использован рядом авторов и ему были даны различные определения. Наиболее обоснованные определения термина собраны в таблице 1.

Таблица 1 – Определения термина «Цифровой двойник»

№	Год	Авторы	Определение
1	2013	Lee J. [Lee, Bagheri Kao, 2015]	«Цифровой двойник – объединенная модель реального устройства, которая работает на облачной платформе параллельно с реальным процессом и моделирует состояние данного устройства с интегрированными знаниями как из управляемых данными аналитических алгоритмов, так и из других доступных физических знаний»

№	Год	Авторы	Определение
2	2017	Söderberg [Söderberg et al., 2017]	«Цифровой двойник – цифровая копия продукта или производственной системы, проходящая этапы проектирования, подготовки производства и производства, выполняющая оптимизацию в реальном времени»
3	2017	Brenner [Brenner, Hummel, 2017]	«Цифровой двойник – цифровая копия реального производства, устройства, сотрудника и т.д., которая может быть независимо расширена, автоматически обновлена, а также доступна в режиме реального времени»
4	2018	El Saddik [El Saddik, 2018]	«Цифровой двойник – это цифровая копия живой или неживой физической сущности. Соединяя физический и виртуальный мир, данные передаются, не препятствуя ее нормальному функционированию, позволяя виртуальной сущности существовать одновременно с физической сущностью»
5	2018	Bolton [Bolton et al., 2018]	«Цифровой двойник – динамическое виртуальное представление физического объекта или системы в течение всего жизненного цикла с использованием данных в режиме реального времени для понимания, изучения и рассуждения»
6	2018	Tao [Tao et al., 2018]	«Цифровой двойник – это реальное отображение всех компонентов в жизненном цикле продукта с использованием физических данных, виртуальных данных и данных взаимодействия между ними»
7	2018	Asimov [Asimov et al., 2018]	«Цифровой двойник – цифровая реплика реальной физической установки, которая может проверить согласованность для мониторинга данных, выполнения интеллектуального анализа данных для обнаружения существующих и прогнозирования предстоящих проблем и которая использует механизм знаний ИИ для поддержки эффективных бизнес-решений»
8	2018	Luo [Luo et al., 2018]	«Цифровой двойник – целостный виртуальный прототип всей системы и сопоставляющая один к одному связь между ее элементами; должна быть создана согласованная модель между спроектированным и реальным объектом; она нуждается в данных, получаемых в режиме реального времени; она также нуждается в точном методе картирования данных; также необходимы эффективные алгоритмы машинного обучения для сбора данных с датчиков и системы управления»
9	2018	Haag [Haag, Anderl, 2018]	«Цифровой двойник – комплексное цифровое представление конкретного продукта. Оно включает свойства, состояние и поведение реального объекта через модели и данные. Цифровой двойник представляет собой набор реалистичных моделей, которые могут имитировать его фактическое поведение. Цифровой двойник развивается вместе со своим физическим близнецом и остается его виртуальным аналогом на протяжении всего жизненного цикла продукта»
10	2019	Боровков [Боровков, Ряб, 2019]	«Цифровой двойник – это семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам / конструкциям / машинам / приборам ... / техническим и киберфизическим системам, физикомеханическим процессам (включая технологические и производственные процессы), описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных»
11	2020	Самосудов [Самосудов, 2020]	«Цифровой двойник предприятия – это компьютерная программа, обеспечивающая фиксацию и обработку комплекса информации, позволяющего проследить изменение ситуации в компании при моделировании различных воздействий на нее – управляющих, возмущающих воздействий среды и др. Для этого такой комплекс информации должен учитывать все существенные причинно-следственные связи, а также содержать необходимый и достаточный набор данных, позволяющий имитировать поведение предприятия в рыночной среде»

№	Год	Авторы	Определение
12	2021	ГОСТ Р 57700.37-2021 [ГОСТ Р 57700.37-2021, www]	«Цифровой двойник изделия – система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и(или) его составными частями»

В предложенных определениях содержатся следующие элементы цифровых двойников:

- 1) Цифровой двойник – набор данных, отражающий объект в цифровой среде, который можно использовать для моделирования возможных и/или будущих состояний данного объекта.

Возможных или будущих здесь подразумевает следующее: Возможные состояния – все возможные состояния объекта при изменении параметров данного объекта и среды его функционирования. При этом в основном учитываются именно закономерности функционирования данного объекта в СЭП. Целесообразно использовать для проектирования новых систем («цифровая песочница»). Будущие состояния – состояния объекта в будущем, основанные на его состоянии и состоянии среды функционирования в настоящий момент времени (вводные данные). Целесообразно использовать для управления реальными системами.

- 2) Цифровой двойник в связке с имитационной моделью:

- позволяет отразить объект моделирования в динамике, прогнозировать проблемы в состоянии объекта в будущем.
- содержит математические зависимости и адекватную связующую модель поведения имитируемого объекта, изменяется в соответствии данным объектом (остается его аналогом на протяжении всего периода существования объекта).
- учитывает изменения в объекте моделирования, связанные с протекающими в нём процессами, условиями функционирования.

Помимо указанных в таблице, определения термина «цифровой двойник» также содержатся в работах следующих авторов: Tuegel, Ríos, Rosen, Shroeder, Alam и El Saddik, Ciavotta, Graessler и Poehler, H. Zhang, Negri, Schleich, Schluse, Stark, Weber, Yun, Autiosalo, Bao, Lee и Kim, Nikolakis, Z. Lui, Zhuang, Leng, но в приведенных данными авторами определениях есть следующие проблемы: некоторая «недосказанность» в предложенных определениях термина «цифровой двойник»; недостаточность или неопределенность требований к цифровым двойникам.

Помимо этих проблем, была замечена некоторая «идеализация» цифровых двойников, что нежелательно на данном этапе развития данной темы, так как приводит к пропуску проблем/сложностей в их разработке/внедрении или концептуальной проработке.

Также в Российской Федерации был разработан государственный общесоюзный стандарт – ГОСТ Р 57700.37-2021 [ГОСТ Р 57700.37-2021, www], определяющий требования к цифровым двойникам и сопутствующим им элементам, содержащий формулировки понятий «цифровой двойник изделия», «цифровой испытательный полигон», «цифровой испытательный стенд», «цифровые испытания». Настоящая работа по своему содержанию и сформулированным выводам не противоречит государственному стандарту, дополняет его требованиями к цифровым двойникам социальных систем, видами имитационного моделирования для моделирования социальных систем.

В открытых источниках перспективными сферами применения цифровых двойников считают:

- 1) Здравоохранение. Рассматривается в работах следующих авторов: Krane-Gartiser,

- Fernández-Ruiz, Laaki, Bruynseels, B. Zhang, Skardal, Oran, Jimenez, I. Lee, Dey, Kocabas, Latré.
- 2) Метеорология. Рассматривается в работах следующих авторов: J. K. Lazo, Bauer, Ronda, Price, Nipen, X. Wang, Errico, Privé, S. G. Benjamin, E. P. James, R. N. Hoffman, D. P. Dee, Chinesta, Easterling, W. Cousins, H. K. Joo.
 - 3) Производство и производственные процессы. Рассматривается в работах следующих авторов: Rübmann, Borangiu, Mukherjee, Knapp, F. Tao, J. Lee, Y. Zhong, Blochwitz, Hatledal, E. Negri, Söderberg.
 - 4) Образование. Рассматривается в работах следующих авторов: H. Yu, H. Peng, Mitrofanova, Abdel-Basset, E. K. Adu, A. Sabir, A. Osman, D. Assante, F. Berman.
 - 5) Управление развитием городов, транспортная инфраструктура и энергетический сектор. Рассматривается в работах следующих авторов: L. Kent, Y. Hao, Heng, Batty, Mohammadi, X. Yu и Y. Xue, Brosinsky, A. Joseph, Besselink, J. Wan, Sampigethaya, J.-L. Vinot, Chacón, H. Lu, N. Mohamed, B. Dong, R. Alonso, Loureiro.

Г. Коровиным также была проделана очень важная работа для конкретизации термина «цифровой двойник» и формулирования требований к нему. Результаты содержатся в [Korovin, 2022]. Ключевые моменты работы, требующие внимания: приведенные в работе характеристики цифрового двойника; разработанная классификация цифровых двойников по уровню «зрелости»; предложенная технологическая основа цифрового двойника; области применения цифровых двойников.

В литературе по цифровым двойникам также упоминается [Domingos, 2018] словосочетание «digital double» как синоним словосочетания «digital twin», а также в контексте создания цифрового двойника человека, пользователя, покупателя, сотрудника и т.п. Само по себе использование данного термина не противоречит сформулированным выводам в данной работе. В контексте цифрового двойника человека можно использовать оба словосочетания, но конкретизируя при этом, что в них вкладывается. Предлагается следующее применение словосочетания «digital double», если речь идет о моделировании человека. Digital double – цифровой двойник, содержащий достаточный набор данных о конкретном человеке и имитационную модель поведения данного человека, физического и психологического изменения человека во времени и под воздействием различных воздействий, способный прогнозировать действия, которые совершит данный человек, предвидеть изменения его состояния.

Термин «имитационная модель» в обороте примерно с 60-70 гг. XX в. Упоминание данного термина в темах научных работ с каждым десятилетием возрастает, демонстрируя некоторую «популярность» исследований в данном направлении и заинтересованность в использовании имитационного моделирования в разных сферах деятельности. В общих словах имитационное моделирование заключается в формировании адекватной модели реального объекта для целей прогнозирования будущего состояния данного объекта под управляющими/возмущающими воздействиями. Широкое распространение имитационное моделирование получило в инженерной сфере, так как позволяет прогнозировать изменение физического объекта (поломки/износ) и/или тестировать влияние изменений в параметрах данного объекта на его функционирование/надежность.

Наиболее распространенными видами имитационного моделирования являются [Багрин, 2016]:

- 1) Системная динамика. Направление в изучении сложных систем, исследующее их

поведение во времени и в зависимости от структуры элементов системы и взаимодействия между ними. В том числе: причинно-следственных связей, петель обратных связей, задержек реакции, влияния среды и других.

- 2) Дискретно-событийное моделирование. В основе метода лежит концепция заявок, ресурсов и потоковых диаграмм, которые определяют потоки заявок и использование ресурсов. В качестве заявок выступают пассивные объекты, представляющие людей, документы, задачи, сообщения и т.д. Они проходят по заранее заданной схеме, стоя в очередях, обрабатываясь, захватывая и освобождая ресурсы, разделяясь и соединяясь. Большинство инструментов ДС являются узкоспециализированными и сконцентрированы на определенных нишах: обслуживание, бизнес-процессы, производство, логистика.
- 3) Агентное моделирование. Агентное моделирование сосредоточено на индивидуальных участниках системы. В этом заключается его отличие от метода системной динамики и дискретно-событийного метода, ориентированного на процессы. В агентном моделировании сначала устанавливаются параметры активных объектов – агентов и определяется их поведение. В виде агентов может быть представлено что угодно, что имеет значение для исследуемой системы: люди, домохозяйства, автомобили, оборудование, даже продукты и компании. Затем устанавливаются связи между агентами, задается окружающая среда и запускается моделирование. Индивидуальные действия каждого из агентов образуют глобальное поведение моделируемой системы.

Стоит также отметить «примитивность» существующих решений для агентного моделирования:

- 1) Агент моделируется в условном социально-экономическом пространстве. Данная условность заключается в неизменности условий существования агента в динамике – параметры социально-экономического пространства задаются при проектировании модели и остаются статичными.
- 2) Параметры поведения агента тоже неизменны, вероятность совершения обусловленных действий агентом остается неизменной на протяжении всего временного периода моделирования.

Полный набор данных о конкретном объекте без возможности его использования для моделирования возможных и/или будущих состояний данного объекта не является цифровым двойником.

В рамках решения задачи создания цифрового двойника при поддержке гранта РФФ № 22-28-20458 цифровые двойники рассматриваются в динамике, соответственно, требуют имитационного моделирования и неотъемлемы от него. Таким образом, они приносят свою значимость, когда используются для прогнозирования будущих состояний объекта моделирования, формулирования обоснованных решений о том, какие изменения в нем необходимо произвести для увеличения эффективности или устойчивости (надежности) функционирования социальной системы.

Помимо прочего, стоит также отметить границы использования цифровых двойников. На данный момент полагаться исключительно на решения цифрового двойника в управлении организацией не получится в связи с трудоемкостью задачи оцифровки всей организации и среды ее функционирования, поддержания этих данных в актуальном состоянии, а также верификации адекватности данной модели на протяжении всего периода функционирования организации.

Стоит также отметить, что цифровые двойники не универсальны. В любой дискуссии

необходимо конкретизировать, о каком виде цифрового двойника идет речь. В списке ниже предложены возможные варианты цифровых двойников и их особенности:

- 1) Цифровой двойник как набор данных об объекте, который можно использовать для моделирования его возможных/будущих состояний, – любой достаточный набор данных, описывающих конкретный объект, удовлетворяющий потребности модели. Примером такого цифрового двойника можно рассматривать полное описание подразделения компании: сотрудники, процессы, информационное пространство, ресурсы и т.д.

Достаточность набора данных исходит из задачи, для которой он формируется. Для задачи управления подразделением компании целесообразно описать все параметры данного подразделения, включая параметры его сотрудников.

- 2) Цифровой двойник с имитационным моделированием для физического, реального объекта – наиболее распространенный вид цифровых двойников, используемый в промышленности. Например, цифровой двойник двигателя Boeing с имитационным моделированием.
- 3) Цифровой двойник с имитационным моделированием для физического, нереального объекта – цифровой двойник для концептуального продукта, содержащий модель его функционирования. Например, цифровой двойник концептуального или разрабатываемого устройства с механизмом его работы.
- 4) Цифровой двойник с имитационным моделированием для комплексного, условно-физического или физического объекта, системы – является наиболее интересной и перспективной для экономики разновидностью цифровых двойников. Например, цифровой двойник компании, города, региона. Также сюда входят цифровые двойники человека, сотрудника, пациента и т.п.

Для реализации проекта создания цифрового двойника социальной системы авторы используют комплексную математическую модель социальной системы, функционирующей в активной среде [Samosudov, 2022].

Учитывая вышесказанное, в результате проведенного исследования определены значимые факторы и требования к цифровым двойникам социальной системы:

- 1) Набор данных формируется на основе модели поведения системы. Иными словами, набор данных для моделирования поведения объекта формируется под обоснованную и адекватную модель его поведения (модель в данном случае должна включать математические зависимости изменения состояния объекта при изменении значений параметров объекта, среды его функционирования).
- 2) Включает разнородный математический аппарат и связующую модель [Петров, 2018], позволяющий моделировать изменение состояния объекта; описывающий сущности социальных систем (сообщения, каналы передачи сообщений, ресурсы для взаимодействия с участниками корпоративных отношений).
- 3) Использует агентное моделирование для прогнозирования будущего состояния социальной системы, имитирования ее состояния и его отражения в параметрическом виде [Багрин, 2016]. Но при этом также использует иные типы имитационного моделирования в тех местах, где это целесообразно: для моделирования состояния среды целесообразнее использовать системную динамику; для описания отдельных процессов целесообразнее использовать дискретно-событийное моделирование.
- 4) Цифровой двойник социальной системы – компьютерная программа, содержащая инструменты для сбора и фиксации необходимого и достаточного набора данных (в

параметрическом виде), полностью описывающего состояние социальной системы в таком виде, который можно было бы использовать для моделирования (требует адекватной модели поведения системы, закономерностей изменения ее состояния при изменении значений параметров системы) ее динамики (применяя при этом агентное моделирование) под различными воздействиями (управляющими, возмущающими и т.п.).

Заключение

В данной работе были рассмотрены определения термина «цифровой двойник» из русскоязычных и иностранных источников, в результате были сформулированы требования к цифровым двойникам социальных систем, определена потребность в использовании имитационного моделирования при использовании цифровых двойников социальных систем для целей управления данными социальными системами.

Но при этом остались вопросы, которые необходимо рассмотреть для дальнейшей конкретизации термина «цифровой двойник», формулирования требований к цифровым двойникам социальных систем, моделирования поведения активных агентов: как учитывать активность агентов при имитационном моделировании; как учитывать «хаотичные» – необусловленные с позиции субъекта управления действия агентов при формировании цифрового двойника организации; как учитывать субъективные оценки агентов, моделировать их изменение во времени.

Библиография

1. Багрин П.П. Возможность имитационного моделирования корпоративных систем // Теоретическая и прикладная экономика. 2016. № 1. С. 1-11. DOI: 10.7256/2409-8647.2016.1.17763.
2. Боровков А.И. и др. Цифровые двойники: вопросы терминологии. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. 62 с.
3. Боровков А.И., Рябов Ю.А. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Цифровая трансформация экономики и промышленности. 2019. С. 234-245.
4. ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928>.
5. Петров А.В. Имитация как основа технологии цифровых двойников // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Том 22. № 10 (141). С. 56-66.
6. Самосудов М.В. Каким должен быть цифровой двойник предприятия, чтобы это был инструмент для организации и управления деятельностью, а не только модное словосочетание // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика: Smart Nations: экономика цифрового равенства. 2020. С. 82-94.
7. Asimov R.M. et al. Digital twin in the Analysis of a Big Data // Big Data and Advanced Analytics. 2018. No. 4. P. 70-79.
8. Bolton R.N. et al. Customer experience challenges: bringing together digital, physical and social realms // Journal of Service Management. 2018. Vol. 29. No. 5. P. 776-808.
9. Brenner B., Hummel V. Digital twin as enabler for an innovative digital shopfloor management system in the ESB Logistics Learning Factory at Reutlingen-University // Procedia Manufacturing. 2017. Vol. 9. P. 198-205.
10. Domingos P. Our digital doubles // Scientific American. 2018. Vol. 319. No. 3. P. 88-93.
11. El Saddik A. Digital twins: The convergence of multimedia technologies // IEEE multimedia. 2018. Vol. 25. No. 2. P. 87-92.
12. Grieves M. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication // White paper. 2014. Vol. 1. P. 1-7.
13. Haag S., Anderl R. Digital twin—Proof of concept // Manufacturing letters. 2018. Vol. 15. P. 64-66.
14. Korovin G. Digital Twins in the Industry: Maturity, Functions, Effects // Digital Transformation in Industry. Springer, Cham, 2022. P. 1-12.
15. Lee J., Bagheri B., Kao H. A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing letters. 2015. Vol. 3. P. 18-23.

16. Luo W. et al. Digital twin modeling method for CNC machine tool // 2018 IEEE 15th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC). IEEE, 2018. P. 1-4.
17. Samosudov M.V. Comprehensive mathematical agent-based model of social system for management automation purposes // Ashmarina S.I., Mantulenko V.V., Vochozka M. (eds.) Proceedings of the International Scientific Conference "Smart Nations: Global Trends In The Digital Economy". 2022. Vol. 397. P. 346-353.
18. Söderberg R. et al. Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production // CIRP annals. 2017. Vol. 66. No. 1. P. 137-140.
19. Tao F. et al. Digital twin in industry: State-of-the-art // IEEE Transactions on industrial informatics. 2018. Vol. 15. No. 4. P. 2405-2415.

The term "digital twin" as applied to a social system

Arsenii V. Matyash

Expert of the Expert and Methodological Department,
of LLC " Delikatnyi Preezd",
115419, 11 Ordzhonikidze Street, Moscow, Russian Federation;
e-mail: arsenimatthias@gmail.com

Pavel P. Bagrin

General Director,
of LLC «TD "Smartves"»,
141701, 8, Likhachevsky Ave., Dolgoprudny, Russian Federation;
e-mail: bagrush11@yandex.ru

Viktoriya A. Andreeva

Student,
State University of Management,
109542, 99 Ryazanskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: vikus-kuz03@inbox.ru

Margarita P. Mironova

Student,
State University of Management,
109542, 99 Ryazanskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: rabochiy@inbox.ru

Mikhail V. Samosudov

Doctor of Economics,
Associate Professor of the Department,
State University of Management,
109542, 99 Ryazanskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: samosudov@mail.ru

Abstract

The purpose of this article is to define the content of the term "digital twin" in application to the social system. To this end, the article considers the content of the terms "digital twin" and "simulation model" in Russian-language and foreign sources, and, based on the analysis of the content of the term in the studied sources, formulates the definition of the term "digital twin of the social system" for the purposes of the project "Digital twin of the social system". This article also considers trends in the popularity of digital twins and the statistics of their mention in search queries and articles; types of simulation modeling; promising areas of application of digital twins; variants of the name of digital twins ("digital twin" and "digital double"); currently existing standards of digital twins in the Russian Federation. The requirements for simulation models for the digital twin of the social system, the boundaries of the use of digital twins are formulated.

For citation

Matyash A.V., Bagrin P.P., Andreeva V.A., Mironova M.P., Samosudov M.V. (2022) Ponyatie "tsifrovoy dvoynik" v primenenii k sotsial'noi sisteme [The term "digital twin" as applied to a social system]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 12 (10A), pp. 428-440. DOI: 10.34670/AR.2022.60.42.016

Keywords

Digital twin of social system, simulation modelling of social systems, simulation model, resource-functional approach, digital transformation.

References

1. Asimov R.M. et al. (2018) Digital twin in the Analysis of a Big Data. *Big Data and Advanced Analytics*, 4, pp. 70-79.
2. Bagrin P.P. (2016) Vozmozhnost' imitatsionnogo modelirovaniya korporativnykh sistem [Possibility of simulation modeling of corporate systems]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika* [Theoretical and applied economics], 1, pp. 1-11. DOI: 10.7256/2409-8647.2016.1.17763.
3. Bolton R. N. et al. (2018) Customer experience challenges: bringing together digital, physical and social realms. *Journal of Service Management*, 29(5), pp. 776-808.
4. Borovkov A.I. i dr. (2021) *Tsifrovye dvoyniki: voprosy terminologii* [Digital twins: issues of terminology]. Saint Petersburg: POLITEKKh-PRESS Publ.
5. Borovkov A.I., Ryabov Yu.A. (2019) Tsifrovye dvoyniki: opredelenie, podkhody i metody razrabotki [Digital Twins: Definition, Approaches and Development Methods]. *Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti* [Digital Transformation of Economy and Industry], pp. 234-245.
6. Brenner B., Hummel V. (2017) Digital twin as enabler for an innovative digital shopfloor management system in the ESB Logistics Learning Factory at Reutlingen-University. *Procedia Manufacturing*, 9, pp. 198-205.
7. Domingos P. (2018) Our digital doubles. *Scientific American*, 319(3), pp. 88-93.
8. El Saddik A. (2018) Digital twins: The convergence of multimedia technologies. *IEEE multimedia*, 25(2), pp. 87-92.
9. GOST R 57700.37-2021 «Komp'yuternye modeli i modelirovanie. Tsifrovye dvoyniki izdelii. Obshchie polozheniya» [GOST R 57700.37-2021 "Computer models and modeling. Digital twins of products. General Provisions"]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928> [Accessed 12/10/2022].
10. Grieves M. (2014) Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. *White paper*, 1, pp. 1-7.
11. Haag S., Anderl R. (2018) Digital twin—Proof of concept. *Manufacturing letters*, 15, pp. 64-66.
12. Korovin G. (2022) Digital Twins in the Industry: Maturity, Functions, Effects. *Digital Transformation in Industry*. Springer, Cham, pp. 1-12.
13. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. (2015) A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, pp. 18-23.
14. Luo W. et al. (2018) Digital twin modeling method for CNC machine tool. *2018 IEEE 15th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)*. IEEE, pp. 1-4.
15. Petrov A.V. (2018) Imitatsiya kak osnova tekhnologii tsifrovyykh dvoynikov [Imitation as a basis for digital twin technology]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Irkutsk State Technical

- University], 22-10(141). pp. 56-66.
16. Samosudov M.V. (2022) Comprehensive mathematical agent-based model of social system for management automation purposes. In: Ashmarina S.I., Mantulenko V.V., Vochozka M. (eds.) *Proceedings of the International Scientific Conference "Smart Nations: Global Trends In The Digital Economy"*, 397, pp. 346-353.
 17. Samosudov M.V. (2020) Kakim dolzhen byt' tsifrovoy dvoynik predpriyatiya, chtoby eto byl instrument dlya organizatsii i upravleniya deyatelnost'yu, a ne tol'ko modnoe slovosochetanie [What should be the digital twin of an enterprise so that it is a tool for organizing and managing activities, and not just a fashionable phrase]. *Shag v budushchee: iskusstvennyi intellekt i tsifrovaya ekonomika: Smart Nations: ekonomika tsifrovogo ravenstva* [Step into the future: artificial intelligence and the digital economy: Smart Nations: the economy of digital equality], pp. 82-94.
 18. Söderberg R. et al. (2017) Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production. *CIRP annals*, 66(1), pp. 137-140.
 19. Tao F. et al. (2018) Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 15(4), pp. 2405-2415.