

Проблемы и вопросы теории государства и права, конституционного права

УДК 342.825
ББК Х.401.114

DOI: 10.14529/law200310

ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА. ПОНЯТИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДА К ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В. М. Елин^{1,2}

¹ *Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, г. Москва*

² *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва*

Усложнение технологических процессов и развитие информационных технологий напрямую связаны с формированием новых концепций в построении связей между машиной и человеческим обществом. В современных условиях на первое место выходит концепция вычислительной сети физических объектов (интернета вещей), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

Наполнение концепции интернета вещей многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для ее реализации, начиная с 2010-х гг., считаются актуальным направлением в информационных технологиях. Некоторые государства разрабатывают на основе вышеуказанных технологий государственные информационные системы и сети для аккумуляции данных о любой активности человека и последующего анализа этих данных в целях принятия юридически значимых решений. Объединение сетей способно перестроить экономические и общественные процессы, исключая необходимость участия человека.

Логичным результатом развития технологий IoT становится применение цифровых близнецов (двойников, digital twin), направленное на заблаговременное предупреждение и устранение возможных проблем в течение всего жизненного цикла физического объекта. Применение технологий цифровых двойников позволяет сократить сроки производства, оптимизировать производственные процессы, уменьшить число сбоев и избежать остановок в работе предприятий. С имитацией процессов объектов физического мира при помощи цифрового двойника появляется возможность контроля и устранения негативных последствий еще до того, как они произойдут. При этом на первое место выходит необходимость обеспечения информационной безопасности цифрового профиля граждан, организаций и технологических процессов.

В работе раскрывается ряд проблем правового обеспечения информационной безопасности в условиях перехода к активному использованию технологии цифровых двойников (близнецов).

Ключевые слова: *цифровой двойник, цифровой близнец, информационная безопасность, профилирование деятельности, правовое регулирование, интернет, комплексная безопасность, персональные данные, компьютерные данные.*

Во втором десятилетии XXI века под влиянием ряда факторов, в том числе сенсорной революции, развития сетевых технологий, облачного компьютеринга, аналитики больших данных и других современных подходов, начался процесс объединения IT с OT, сформирова-

вался объединяющий подход, ориентированный на перенесение в виртуальное пространство сведений о данных и на событиях в физическом мире.

В сентябре 2019 года Исполнительный офис Президента США провел семинар по

вопросу: «The convergence of high performance computing, big data, and machine learning (Конвергенция высокопроизводительных вычислений, больших данных и машинного обучения)» [1]. Организаторами слушаний выступили: Межведомственная рабочая группа по большим данным, Межведомственная рабочая группа по высокопроизводительным вычислениям, Подкомитет по исследованиям и разработкам в области сетевых и информационных технологий по научно-техническому предпринимательству Национального научно-технического совета. Семинар зафиксировал тезис о том, что в настоящее время реализуется объединение научно-обоснованных моделей с моделями, основанными на получении данных о состоянии сложных систем и явлений (с использованием систем высокопроизводительных вычислений). Взаимодействие осуществляется на основании аналитики данных в режиме реального времени, требующей корреляции между крупномасштабными вычислениями и инфраструктурами данных. Для решения указанных проблем предлагается построение гибкой вычислительной экосистемы, состоящей из разнородных комбинаций пограничных, облачных и высокопроизводительных вычислительных систем, получающей данные из различных источников, преобразовывающих их в формы, подходящие для приема и хранения в системе распределенных вычислений с применением крупномасштабной аналитики данных. Системы высокопроизводительных вычислений будут выполнять более сложные в вычислительном отношении формы анализа и оптимизации, а также осуществлять прогнозное моделирование, что позволит существенно повысить возможности по сравнению с изолированными системами.

Концепция Digital Built Britain (Построение цифровой Британии) определяет в качестве цифрового двойника «реалистичное цифровое представление активов, процессов или систем в построенной или естественной среде обитания» [2].

В нашей стране понятие «цифровой двойник» раскрывается Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации как: «семейство сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам / конструкциям / машинам / приборам /

техническим и киберфизическим системам, физико-механическим процессам (включая технологические и производственные процессы), описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, обеспечивающих отличие между результатами виртуальных испытаний и натуральных испытаний в пределах +/- 5% (DT-1), и/или «умная» модель, учитывающая особенности конкретного производства и технологии изготовления (DT-2). Обязательным элементом разработки и применения цифровых двойников является многоуровневая матрица целевых показателей конкурентоспособного продукта/изделия и ресурсных ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных, экологических и т.д.)» [3]. Механизмы регулирования цифровой экономики Российской Федерации связаны в том числе с нормативным регулированием цифровой среды, определяемым Планом деятельности Министерства экономического развития Российской Федерации на период с 2019 по 2024 гг. При этом следует иметь в виду, что, согласно Указу Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

Сейчас становится ясно, что феномен цифрового двойника вносит изменения в саму систему господствующих общественных отношений, характеризующих природу общества и государства. Таким образом, уже в ближайшее время общество придет к тому, чтобы рассматривать цифрового двойника не просто как «семейство математических моделей», а как новый объект общественных отношений, что потребует выработки принципиально новых подходов к правовому регулированию данной сферы. Возможно, необходимость решения вопросов об объеме и структуре правоотношений цифровых двойников потребует пересмотра подходов к определению сущности участников и принципов правового регу-

лирования в целом, включения цифровых двойников в качестве субъектов данных правоотношений.

Цифровой двойник определяется Р. Хоулсом [4] как цифровое представление реального объекта, продукта или актива, с виртуальным представлением бизнес-данных, контекстных данных и данных с датчиков. Применение технологии цифровых двойников позволяет отражать физический мир, проектируя и производя продукты и активы со встроенными датчиками с поддержкой интернета вещей.

По мнению С. Эллиотт, под цифровым двойником следует понимать виртуальную копию физических активов, процессов или систем [5]. По мере изменения физических условий цифровой двойник регистрирует эти изменения в режиме реального времени. Способность цифрового двойника по созданию цифрового физического цикла базируется на связи между этими двумя реальностями, виртуальной и физической. Использование цифрового двойника дает возможность быстро реагировать на изменяющиеся обстоятельства и непредвиденные условия, принимать решения, основанные на надежных и актуальных данных; оптимизировать процесс принятия решений между людьми и машинами. Хотелось бы отметить, что внедрение технологии цифровых двойников позволяет смягчить возможные последствия в реальном времени, проанализировать сильные и слабые стороны ситуации, получить модель стратегического воздействия.

С учетом данных возможностей исследователи связывают понятие цифрового двойника с кругом решаемых задач. Так, для построения моделей в области авиации и космонавтики цифровой двойник раскрывается как интегрированное мультифизическое, многомасштабное, вероятностное моделирование встроенного транспортного средства или системы, которое использует лучшие доступные физические модели, обновления датчиков, историю парка и т.д., чтобы отразить жизнь своего соответствующего летающего двойника [6].

Для решения задач теории систем понятие цифрового двойника связывают с набором виртуальных информационных конструкций, которые полностью описывают потенциальный или фактический физический произведенный продукт от микроатомного уровня до макрогеометрического уровня. Для медицины цифровой двойник – сопряженная модель ре-

альной машины, которая работает в облачной платформе и имитирует состояние здоровья с интегрированным знанием как от управляемых данными аналитических алгоритмов, так и от других доступных физических знаний [7].

С точки зрения взаимодействия физических и виртуальных объектов цифровой двойник представляет собой цифровую копию физического устройства в реальном времени [8], использование которой служит для выполнения оптимизации в реальном времени [9]. Существует также обоснованное мнение о том, что «цифровой двойник – это реальное отображение всех компонентов жизненного цикла продукта с использованием физических данных, виртуальных данных и данных взаимодействия между ними» [10] или же «динамическое виртуальное представление физического объекта или системы на протяжении всего ее жизненного цикла с использованием данных реального времени для обеспечения понимания, обучения и рассуждения» [11].

Технологически цифровой двойник представляет собой интегрированную модель готового продукта, способную отражать все производственные дефекты и постоянно обновляться, чтобы включать устойчивый износ во время использования. Существующая в физическом пространстве совокупность сенсоров имитирует объект в режиме реального времени. Цифровые двойники предназначены для моделирования сложных процессов, с целью прогнозирования результатов в течение всего жизненного цикла [12].

В рамках технологии цифровых двойников для физического объекта (единицы оборудования, процесса) создается постоянно обновляющаяся математическая модель, которая в дальнейшем используется для анализа поведения объекта, наиболее полно соответствующая текущему рабочему режиму реальной установки. Это дает возможность выявить непредусмотренные изменения в процессах, оптимизировать режимы работы оборудования, предотвращать поломки и аварии, что в итоге позволяет существенно повысить надежность и эффективность эксплуатации [13].

Таким образом, в качестве цифрового двойника можно понимать цифровую копию живого [14] или неживого физического объекта. Модель, соединяя физический и виртуальный миры, позволяет виртуальному объекту существовать одновременно с физическим [15]. В оптимальном варианте любая

информация, которая может быть получена в результате проверки физического продукта, может быть получена от его цифрового двойника [12]. Обращает на себя внимание тот факт, что предлагаемые определения охватывают комплекс программных и программно-аппаратных средств, предназначенных для контроля за технологическим или производственным оборудованием (исполнительными устройствами) и производимыми ими процессами, а также для управления таким оборудованием и процессами, то есть подпадают под нормативное определение автоматизированной системы управления.

Таким образом, при создании цифровых двойников в сфере, относящейся к субъектам критической информационной инфраструктуры, определенным ст. 2 Федерального закона от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», правовое регулирование отношений обеспечения информационной безопасности регламентируется существующим правовым институтом безопасности критической информационной инфраструктуры.

Повышение производительности и оптимизации системы осуществляется с применением технологий имитационного моделирования на основе анализа процессов с учетом большого числа характеристик системы (включая случайные события и индивидуальные особенности поведения элементов системы). Для воссоздания сложных и масштабных процессов необходимо выполнить комплекс мероприятий имитационного моделирования на основе достоверной детализации подлежащего моделированию объекта, а также построить графическую модель в виде анимированных цифровых двойников в динамическом развитии с построением 2D и 3D моделей. Копии физического объекта в реальном времени создаются, в том числе при помощи специальных датчиков по сбору данных, то есть в рамках концепции интернета вещей [16], и представляют собой цифрового двойника как перенесенную в цифровую среду реплику физического устройства, процесса или системы. При этом созданная цифровая копия способна учитывать факторы, влияющие на физический оригинал, позволяя пользователю моделировать различные варианты развития ситуаций. В результате появляется возможность анализировать, тестировать и

оптимизировать не реальный объект, а его цифровую копию. Такая система позволяет минимизировать риски и потери, осуществляя вариативные изменения виртуальной модели. На реальном объекте можно применять оптимально подобранную систему.

Возникает совокупность угроз информационной безопасности как для реального, так и для виртуального объекта. И если за прошедшее время определены методики обеспечения информационной безопасности ИКТ в физическом мире, то для виртуальных моделей указанная проблема пока еще только начинает обозначаться. Существует возможность того, что неудачное технологическое решение, будучи перенесенным с виртуального образа на физический оригинал, будет принести реальный, а не абстрактный ущерб.

Так, Д. И. Правиков полагает, что поскольку цифровые двойники представляют собой математические модели, предназначенные для объектов управления и среды функционирования в связи с принципиальным усложнением исполнительных механизмов для повышения качества управления и, как следствие, эффективности функциональных процессов, постольку существует проблема применения традиционного подхода к обеспечению информационной безопасности и необходимости определения адекватности реальным исполнительным механизмам либо объектам управления [17].

Не следует также недооценивать угрозу со стороны иностранных государств, связанную с возможным захватом технологического контроля над стратегическими отраслями, поскольку «двойники» формируются и обрабатываются на иностранных технологических площадках, а операторы добывающих компаний управляют оборудованием через их посредничество.

Специфику обеспечения информационной безопасности в условиях применения технологии цифровых двойников следует связывать с необходимостью решения ряда технологических вопросов, связанных с применением имитационного моделирования, что основано на использовании характеристик каждого элемента системы (количество, скорость, мощность, длительность и т.д.) и разработке логики процессов на базе реального объекта с необходимым уровнем детализации решения конкретной задачи.

На этом уровне угрозы могут создавать дефект логики процессов, построение некорректной логики модели, нарушения визуализации моделируемых процессов в 2D или 3D, умышленное искажение характеристик с целью демонстрации повышения показателей, искажение параметров при решении задачи оптимизации путем подбора соотношения характеристик элементов системы, которыми можно балансировать при поиске решения.

Дополнительная сложность связана с тем, что не всегда возможно объяснить в человеческих терминах решения, принимаемые алгоритмами. При этом следует выделять основные алгоритмы принимаемых решений и осуществлять контроль выполнения этих алгоритмов.

В случае применения технологии цифровых двойников следует четко определить разумное соответствие между признаками проблемы и оптимальный механизм их решения, разработать инфраструктуру для интероперабельных подходов к решению проблем.

Широкое применение технологии цифровых двойников остро ставит вопрос о сущности и содержании общественных отношений на стыке реального объекта и его виртуального представления, получаемого на основе бизнес-данных, контекстных данных и данных с датчиков. Остро встает ряд вопросов о необходимости правового регулирования данной сферы, о месте и роли цифровых двойников, совокупности прав, обязанностей и ответственности в данной сфере. Уже сейчас возникает острая необходимость выработки принципиально новых подходов к правовому регулированию сферы цифровых двойников.

По мере развития информационных технологий следует уделять большее внимание угрозе вредоносного воздействия сетевых технологий на участников информационных отношений, в результате которых причиняется вред личности, обществу и государству. В нашей стране принят ряд стратегических документов, регулирующих отношения в сфере создания, развития и учета умных систем и сервисов. Однако для создания и дальнейшего функционирования системы цифрового государственного регулирования необходимо решить совокупность правовых и технико-технологических проблем – это отсутствие удобных высокоуровневых инструментов разработки приложений; ряд технических проблем и ограничений, связанных с су-

ществующими техническими решениями для построения высокопроизводительных систем обработки данных; отсутствие стандартов и методологий разработки и моделирования как основных средств построения распределенных систем; обеспечение безопасности данных; описание общественных отношений и возможностей их правового регулирования.

Литература

1. The convergence of high performance computing, big data, and machine learning (Convergence of High Performance Computing, Big Data, and Machine Learning: Summary of 2018 Workshop). URL: <https://www.nitrd.gov/pubs/Convergence-HPC-BD-ML-JointWSreport-2019.pdf>.

2. The Gemini Principles. Centre for Digital Built Britain. 2018. Retrieved 2020-01-01. URL: www.cdabb.cam.ac.uk.

3. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» синхронизируется с Паспортом федерального проекта «Цифровые технологии» программы «Цифровая экономика» до 31 декабря 2021 г. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019npt.pdf>.

4. Richard Howells. Should Businesses Be Scared To Meet Their Digital Twin? // [https://www.forbes.com/sites/sap/2018/02/28/Feb 28, 2018,01:53pm EST](https://www.forbes.com/sites/sap/2018/02/28/Feb%2028,%202018,%2001:53pm%20EST).

5. Cindy Elliott. A Digital Twin for the Supply Chain. URL: Operational Intelligence October. 2017. 11. P. 35-47.

6. Glaessgen, Edward, and David Stargel. "The digital twin paradigm for future NASA and US Air Force vehicles." 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference 20th AIAA/ASME/AHS Adaptive Structures Conference 14th AIAA. 2012. URL: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20120008178.pdf>.

7. Lee, Jay; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-An (January 2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing Letters. 3: 18–23. doi: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001. URL: https://www.researchgate.net/publication/269709304_A_Cyber-Physical_Systems_architecture_for_Industry_40-based_manufacturing_systems.

8. Bacchiega IRS srl, Gianluca (2017-06-01). «Embedded digital twin». URL: <https://>

www.slideshare.net/gbacchiega/embedded-digital-twin-76567196.

9. Söderberg, Rikard, et al. Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production // *CIRP Annals* 66.1 (2017): 137–140.

10. Tao, Fei, et al. Digital twin-driven product design framework // *International Journal of Production Research* (February. 2018): Pp. 1–19. URL: https://www.researchgate.net/publication/323397001_Digital_twin-driven_product_design_framework.

11. Bolton, Ruth N.; McColl-Kennedy, Janet R.; Cheung, Lilliemay; Gallan, Andrew; Orsingher, Chiara; Witell, Lars; Zaki, Mohamed (2018) // Customer experience challenges: Bringing together digital, physical and social realms. *Journal of Service Management*. 29 (5): 776–808. doi: 10.1108/JOSM-04-2018-0113.

12. Grieves, M. and J. Vickers, Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems, in *Transdisciplinary Perspectives on System Complexity*, F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, and A. Alves, Editors. 2016, Springer: Switzerland. p. 85-114.

13. Два в одном: для чего заводу нужен цифровой близнец // РБК. Цифровая Россия. URL: http://digital-russia.rbc.ru/article-page_11.html.

14. Жарова, А. К. Особенности процесса правовой идентификации человека в Интернете / А. К. Жарова // *Информационное право*. – 2016. – № 3. – С. 30–35.

15. Saddik, A. El. "Digital Twins: The Convergence of Multimedia Technologies". *IEEE (April 2018) MultiMedia*. 25 (2): 87–92. doi: 10.1109/MMUL.2018.023121167. ISSN 1070-986X. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8424832>.

16. Digital Twin: перспективы использования цифровых двойников. URL: <https://nfp2b.ru/2019/01/09/digital-twin-perspektivy-ispolzovaniya-tsifrovyyh-dvojnikov/>.

17. Правиков, Д. И. Стратегическое управление в сфере национальной безопасности России: оптимальные сценарии преодоления вызовов и угроз / Д. И. Правиков // «Цифровые двойники» как новый объект защиты в условиях формирования цифровой экономики: материалы конференции РАНХиГС. – М., 2018. URL: <http://csef.ru/ru/articles/print/852>.

Елин Владимир Михайлович – доцент кафедры комплексной безопасности критически важных объектов, Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, доцент кафедры информационной безопасности, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва. E-mail: elin_vm@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 30 апреля 2020 г.

DOI: 10.14529/law200310

DIGITAL TWIN TECHNOLOGY. CONCEPT AND FEATURES OF THE APPROACH TO ORGANIZATIONAL AND LEGAL ENSURING INTEGRATED SECURITY

V. M. Elin^{1,2}

¹ *Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I. M. Gubkin, Moscow, Russian Federation*

² *National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russian Federation*

The increasing complexity of technological processes and the development of information technologies are directly related to the formation of new concepts in building connections between the machine and human society. In modern conditions, the first place is taken by the concept of a computing network of physical objects (the Internet of things) equipped with built-in technologies for interacting with each other or with the external environment.

Filling the concept of the Internet of Things with diverse technological content and the introduction of practical solutions for its implementation, starting from the 2010s, are considered to be an urgent direction in information technology. Some states are developing state information systems and networks based on the above technologies to accumulate data on any human activity and then analyze this data in order to make legally significant decisions. Connecting networks is capable of rebuilding economic and social processes, eliminating the need for human participation.

A logical result of the development of IoT technologies is the use of digital twins (doubles), aimed at early warning and elimination of possible problems throughout the entire life cycle of a physical object. The use of digital twin technologies makes it possible to reduce production times, optimize production processes, reduce the number of failures and avoid interruptions in the operation of enterprises. With the imitation of the processes of objects of the physical world with the help of a digital twin, it becomes possible to control and eliminate negative consequences even before they occur. At the same time, the first place comes to the need to ensure information security of the digital profile of citizens, organizations and technological processes.

The work reveals a number of problems of legal support of information security in the context of the transition to the active use of the technology of digital twins (doubles).

Keywords: *digital twin, digital double, information security, activity profiling, legal regulation, internet, integrated security, personal data, computer data.*

References

1. The convergence of high performance computing, big data, and machine learning (Convergence of High Performance Computing, Big Data, and Machine Learning: Summary of 2018 Workshop). URL: <https://www.nitrd.gov/pubs/Convergence-HPC-BD-ML-JointWSreport-2019.pdf>.
2. The Gemini Principles" (PDF). Centre for Digital Built Britain. 2018. Retrieved 2020-01-01. URL: www.cdbb.cam.ac.uk.
3. *Dorozhnaya karta razvitiya «skvozhnoy» tsifrovoy tekhnologii «Novyye Proizvodstvennyye Tekhnologii» sinkhroniziruyetsya s Pasportom federal'nogo proyekta «Tsifrovyye tekhnologii» programmy «Tsifrovaya ekonomika» do 31 dekabrya 2021 g.* [The roadmap for the development of "end-to-end" digital technology "New Production Technologies" is synchronized with the passport of the federal project "Digital Technologies" of the program "Digital Economy" until December 31, 2021]. Available at: digital.gov.ru/uploaded/files/07102019npt.pdf.
4. Richard Howells. Should Businesses Be Scared To Meet Their Digital Twin? Available at: www.forbes.com/sites/sap/2018/02/28/ Feb 28, 2018,01:53pm EST.
5. Cindy Elliott. A Digital Twin for the Supply Chain. Available at: Operational Intelligence October 11, 2017. Pp. 35–47.
6. Glaessgen, Edward, and David Stargel. The digital twin paradigm for future NASA and US Air Force vehicles. 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference 20th AIAA/ASME/AHS Adaptive Structures Conference 14th AIAA. 2012. Available at: ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20120008178.pdf.
7. Lee, Jay; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-An (January 2015). "A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems". *Manufacturing Letters*. 3: 18–23. doi:10.1016/j.mfglet.2014.12.001. Available at: www.researchgate.net/publication/269709304_A_Cyber-Physical_Systems_architecture_for_Industry_40-based_manufacturing_systems.
8. Bacchiega IRS srl, Gianluca (2017-06-01). Embedded digital twin. Available at: www.slideshare.net/gbacchiega/embedded-digital-twin-76567196.
9. Söderberg, Rikard, et al. "Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production." *CIRP Annals* 66.1 (2017): 137-140. Available at: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007850617300380.
10. Tao, Fei, et al. "Digital twin-driven product design framework." *International Journal of Production Research* (February. 2018): Pp. 1-19. Available at: www.researchgate.net/publication/323397001_Digital_twin-driven_product_design_framework.

11. Bolton, Ruth N.; McColl-Kennedy, Janet R.; Cheung, Lillimay; Gallan, Andrew; Orsingher, Chiara; Witell, Lars; Zaki, Mohamed (2018). Customer experience challenges: Bringing together digital, physical and social realms // *Journal of Service Management*. 29 (5): 776–808. doi:10.1108/JOSM-04-2018-0113.
12. Grieves, M. and J. Vickers, Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems, in *Trans-Disciplinary Perspectives on System Complexity*, F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, and A. Alves, Editors. 2016, Springer: Switzerland. p. 85-114. Available at: innovate.fi.edu/plm/documents/doc_mgr/912/1411.0_Digital_Twin_White_Paper_Dr_Grieves.pdf.
13. *Dva v odnom: dlya chego zavodu nuzhen cifrovoy bliznec* [Two in one: why the plant needs a digital twin] // *RBK. Cifrovaya Rossiya [RBC Digital Russia]*. Available at: digital-russia.rbc.ru/article-page_11.html.
14. Zharova A. K. *Osobennosti protsessy pravovoy identifikatsii cheloveka v Internetе* [Features of the process of legal identification of a person on the Internet]. *Informatsionnoye pravo [Information law]*, 2016, no. 3, pp. 30–35. (in Russ.)
15. Saddik, A. El. "Digital Twins: The Convergence of Multimedia Technologies". *IEEE (April 2018) MultiMedia*. 25 (2): 87–92. doi:10.1109/MMUL.2018.023121167. ISSN 1070-986X. Available at: ieeexplore.ieee.org/document/8424832.
16. Digital Twin: perspektivy ispol'zovaniya cifrovyyh dvoynikov [Digital Twin: prospects for using digital doubles]. URL: <https://nfp2b.ru/2019/01/09/digital-twin-perspektivy-ispolzovaniya-tsifrovyyh-dvoynikov/>.
17. Pravikov D. I. *Strategicheskoye upravleniye v sfere natsional'noy bezopasnosti Rossii: optimal'nyye stsenerii preodoleniya vyzovov i ugroz* [Strategic management in the sphere of national security of Russia: optimal scenarios for overcoming challenges and threats]. "*Cifrovyye dvoyniki*" kak novyy ob"ekt zashchity v usloviyah formirovaniya cifrovoy ekonomiki: materialy konferentsii ["Digital twins" as a new object of protection in the context of the formation of the digital economy: conference proceedings]. Moscow, 2018. Available at: csef.ru/ru/articles/print/852.

Vladimir Mikhailovich Elin – Associate Professor, Department of Integrated Security Critical Facilities, Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I. M. Gubkin, Associate Professor, Department of Information Security, National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, Russian Federation. E-mail: elin_vm@mail.ru.

Received 30 April 2020.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Елин, В. М. Технология цифрового двойника. Понятие и особенности подхода к организационно-правовому обеспечению комплексной безопасности / В. М. Елин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Право». – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 68–75. DOI: 10.14529/law200310.

FOR CITATION

Elin V. M. Digital twin technology. Concept and features of the approach to organizational and legal ensuring integrated security. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Law*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 68–75. (in Russ.) DOI: 10.14529/law200310.