

## Применение технологии цифровых двойников в России: возможности развития и сдерживающие факторы

Дмитрий Алексеевич Сосфенов<sup>1✉</sup>, Маргарита Сергеевна Шахова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

<sup>1</sup> [dmitral@yandex.ru](mailto:dmitral@yandex.ru)<sup>✉</sup>, <https://orcid.org/0009-0006-2144-1317>

<sup>2</sup> [shakhova\\_msu@bk.ru](mailto:shakhova_msu@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2363-6779>

### Аннотация

**Цель.** Выявить тенденции развития концепции цифровых двойников в России.

**Задачи.** Проанализировать опыт применения такого инновационного инструмента, как цифровой двойник, на российских предприятиях и рассмотреть преимущества от его внедрения; охарактеризовать аспекты регулирования и государственной поддержки в области применения цифровых двойников в России; раскрыть основные проблемы, препятствующие развитию технологии цифровых двойников, а также предложить возможные пути решения выявленных проблем.

**Методология.** Авторами использованы эмпирические методы, в частности анализ и обобщение данных научно-методической литературы; методы наблюдения и сравнения. В статье также отражены результаты научных исследований российских и зарубежных ученых.

**Результаты.** Установлено, что сегодня метод цифровых двойников в экономике становится все более популярным. Благодаря внедрению технологии цифровых двойников компаниям удастся ускорить производственные процессы, повысить их прозрачность, сократить издержки, усовершенствовать качество производимой продукции и в целом достичь большей эффективности, конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности. К главным сдерживающим развитие факторам отнесены недостаточный объем средств, требующихся для реализации цифровой трансформации, отсутствие необходимого опыта и высококвалифицированных специалистов, низкий уровень правовой базы в области цифровых двойников и высокий уровень возникновения рисков, связанных с безопасностью данных. Для успешной реализации цифровых преобразований целесообразно изучить и обобщить успешные примеры внедрения цифровых двойников как в зарубежных, так и в отечественных компаниях, создать единую систему управления данной области, разработать систему мотиваций для компаний, применяющих технологию цифровых двойников, повысить уровень информационной безопасности.

**Выводы.** В России инновационные технологии — приоритет для обеспечения технологического лидерства и выхода отечественных компаний на международные рынки. Несмотря на отставание от некоторых зарубежных стран, Россия обладает огромным потенциалом для формирования национального рынка и внедрения технологии цифровых двойников, особенно среди крупных корпораций и высокотехнологичных предприятий. Но для этого нужно устранить факторы, препятствующие развитию метода цифровых двойников, такие как высокие риски, связанные с кибербезопасностью, недостаточное финансирование при использовании технологии, отсутствие в ряде случаев конкретики в сфере правового регулирования и ряд других.

**Ключевые слова:** цифровой двойник, инновационное развитие, российская промышленность, инструменты цифровизации, цифровая трансформация, инновации

**Для цитирования:** Сосфенов Д. А., Шахова М. С. Применение технологии цифровых двойников в России: возможности развития и сдерживающие факторы // *Экономика и управление*. 2023. Т. 29. № 11. С. 1325–1332. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-11-1325-1332>

© Сосфенов Д. А., Шахова М. С., 2023

## Application of digital twin technology in Russia: Development opportunities and constraints

Dmitriy A. Sosfenov<sup>1</sup>✉, Margarita S. Shahova<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> dmitral@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0009-0006-2144-1317>

<sup>2</sup> shakhova\_msu@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2363-6779>

### Abstract

**Aim.** To identify trends in the development of the digital twin concept in Russia.

**Objectives.** To analyze the experience of applying such an innovative tool as a digital twin at Russian enterprises and consider the benefits of its implementation; to characterize the aspects of regulation and state support in the field of digital twin application in Russia; to reveal the main problems hindering the development of digital twin technology, as well as to propose possible solutions to the identified problems.

**Methods.** The authors used empirical methods, in particular, the analysis and generalization of data from scientific and methodological literature; methods of observation and comparison. The article also reflects the results of scientific research of Russian and foreign scientists.

**Results.** It is established that today the method of digital twins in the economy is becoming more and more popular. Thanks to the introduction of digital twin technology, companies manage to speed up production processes, increase their transparency, reduce costs, improve the quality of manufactured products and, in general, achieve greater efficiency, competitiveness and investment attractiveness. The main constraints to development include insufficient funds required to implement digital transformation, lack of necessary experience and highly qualified specialists, low level of legal framework in the field of digital twins and high level of risks associated with data security. For successful implementation of digital transformation, it is advisable to study and generalize successful examples of digital twins implementation both in foreign and domestic companies, to create a unified management system for this area, to develop a motivation system for companies applying digital twin technology, to increase the level of information security.

**Conclusions.** In Russia, innovative technologies are a priority for ensuring technological leadership and entry of domestic companies into international markets. Despite lagging behind some foreign countries, Russia has great potential for the formation of a national market and the introduction of digital twin technology, especially among large corporations and high-tech enterprises. But for this purpose it is necessary to eliminate the factors that hinder the development of the digital twin method, such as high risks associated with cybersecurity, insufficient funding in the use of technology, the lack of specificity in some cases in the field of legal regulation and a number of others.

**Keywords:** *digital twin, innovative development, Russian industry, digitalization tools, digital transformation, innovations*

**For citation:** Sosfenov D.A., Shahova M.S. Application of digital twin technology in Russia: Development opportunities and constraints. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2023;29(11):1325-1332. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-11-1325-1332>

### Введение

В настоящее время в экономике России происходит множество изменений, связанных в том числе с глобальной цифровизацией и переходом страны в эпоху Индустрии 4.0. Новейшие информационные технологии приобретают все большую популярность ввиду своей эффективности и способности оптимизировать различные процессы. Одной из таких технологий служит технология цифровых двойников.

Концепция цифровых двойников зародилась еще в начале 2000-х гг. Первым ее представил М. Гривз в рамках своей презентации, посвященной управлению жизненным циклом продукта. Данная концепция содержала в себе все элементы цифрового двойника: реальное и виртуальное пространство, а также каналы обмена данными и информацией между ними [1]. Практическое применение технологии цифровых двойников впервые установлено Военно-воздушными силами Соединенных Штатов

Америки (США) и Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA). С целью прогнозирования неисправностей и разработки стратегии обслуживания космического аппарата в космосе специалистами NASA построен первый цифровой двойник космического аппарата, отражающий фактическое состояние его физического двойника [2].

### **Опыт применения цифровых двойников в российских компаниях**

Сегодня цифровой двойник стал популярным инструментом среди многих крупных предприятий промышленности как за рубежом, так и в России. Развитие технологии цифрового двойника тесно связано с развитием интернета вещей (IoT). Согласно исследованию Gartner, 24 % организаций, реализующих проекты с использованием IoT, применяют технологию цифровых двойников. Еще 42 % планируют их использовать в течение следующих трех лет. Цифровые двойники становятся все более популярными, поскольку они обладают возможностями, которые значительно снижают сложность экосистем IoT при одновременном повышении эффективности [3].

В России развитие технологии цифровых двойников несколько отстает от мирового уровня, однако она входит в топ-5 наиболее эффективных технологий, способствующих технологическому прогрессу и лидерству, а также завоеванию отечественными предприятиями мирового рынка. В связи с этим многие компании активно внедряют указанную технологию в свою деятельность, а развитию и применению этой инновационной концепции посвящено множество научных исследований [4].

Технологию цифрового двойника активно применяют во многих отраслях, прежде всего на высокотехнологичных предприятиях, поскольку обороты таких компаний позволяют выделить средства на разработку и внедрение цифровых инструментов. Существует мнение, что чаще всего цифровые двойники применяются в нефтегазовой промышленности. Цифровые двойники скважин способствуют сокращению предприятиями до 20 % затрат. Кроме того, такую технологию широко используют в машиностроении и транспортной отрасли. Примерами ее успешного применения служат КамАЗ и Aurus. Aurus Senat стал первым

в России автомобилем, созданным на основе применения технологии цифрового двойника, благодаря чему данная модель разработана в течение двух лет. Использование цифровых моделей позволило провести 50 тысяч виртуальных краш-тестов, что значительно сократило временные и материальные затраты по сравнению с проведением испытаний на физических моделях [5].

В 2018 г. разработан первый в России цифровой двойник трубопрокатного агрегата на Северском трубном заводе Трубной металлургической компании. Применение технологии способствовало повышению эффективности производства труб и значительному улучшению финансовых результатов. Благодаря внедрению цифрового двойника предприятию удалось получить около 500 млн руб. дополнительной прибыли на ряде заводов. Такой эффект достигнут в результате улучшения качества продукции и сокращения затрат.

В 2021 г. запущен проект по разработке и созданию первого в России и мире цифрового двойника атомной электростанции малой мощности в АО «ВНИИАЭС». Данный факт свидетельствует о том, что, несмотря на отставание развития технологии в одних областях промышленности, таких как, например, машиностроение, в других Россия опережает зарубежные страны. В сентябре указанного года началась эксплуатация цифрового двойника месторождения в ПАО «Лукойл» в рамках проекта «Интеллектуальное месторождение», который включает в себя создание более 3 000 скважин и свыше десяти объектов, а также подразумевает моделирование процесса производства в целом. Это значительно сократит издержки производства за счет создания интерактивных моделей месторождений и производственных процессов, которые позволят проводить разного рода тестирования и расчеты в режиме реального времени [6].

В июне 2021 г. состоялась онлайн-конференция, в рамках которой экспертами «Технет», Иннополис, ГК «Росатом» представлена программа цифровой трансформации промышленности в России, включенной в дорожную карту «Технет 4.0». Согласно данной дорожной карты, в России планируется создание различных инжиниринговых центров, развитие правовой системы в области цифровых технологий, обеспечение подготовки и обучения специалистов с целью создания благоприятной среды для развития

передовых технологий в российской промышленности [7].

На основании приведенных примеров успешного внедрения технологии цифрового двойника в деятельность промышленных предприятий можно сделать вывод о том, что данный цифровой инструмент пользуется спросом и способствует повышению эффективности деятельности компаний. Глядя на успех одних организаций, другие стремятся оптимизировать свой бизнес с целью повышения конкурентоспособности, прибегая к помощи инновационных технологий, в частности к использованию цифрового двойника.

### **Государственная поддержка и регулирование применения технологии цифровых двойников в России**

С 2017 г. в нашей стране реализуются различные государственные программы, в рамках которых предусмотрено создание благоприятных условий, способствующих развитию цифровой экономики как одного из ключевых направлений в рамках общей стратегии государства. Осуществляется реализация и программы «Цифровая экономика Российской Федерации», на основании которой происходит постепенная цифровая трансформация различных сфер деятельности [8]. В Программе указано пять ведущих направлений развития отечественной цифровой экономики, которые планируется реализовать до 2024 г.

Создание и развитие технологии цифровых двойников в России происходит в контексте направления «Технет» Национальной технологической инициативы. Направление подразумевает акцент на развитии современных технологий производства и нацелено на создание высокотехнологичной промышленности в государстве [9]. В 2021 г. Росстандартом утвержден первый в мире стандарт, регулирующий и определяющий общие положения использования цифровых двойников. Стандарт разработан в процессе совместной деятельности различных научных центров и исследовательских институтов в соответствии с Программой национальной стандартизации на 2020 г. и Программой национальной стандартизации на 2021 г.

В разработке документа принимала участие рабочая группа «Цифровые двойники», состоявшая из полномочных представителей

двадцати пяти компаний высокотехнологичной промышленности, а также отраслевых институтов РФ. Это первый документ, который освещает проблему разработки именно изделий с применением концепции цифровых двойников, а не оцифровки объектов. Несмотря на то, что данная концепция родилась и начала активно развиваться, распространяться за рубежом, именно отечественные исследователи стали первыми, кто систематизировал и отразил в четких формулировках свои знания о технологии цифровых двойников в совокупности с накопленным успешным опытом.

В стандарте, посвященном цифровым близнецам, также дано общепринятое определение термина «цифровой двойник изделия», который представляет собой «систему, состоящую из цифровой модели изделия и двусторонних связей с ним и (или) его составными частями» [10]. В государственном стандарте в области цифровых двойников представлено описание трех типов цифровых двойников, соответствующих основным этапам создания продукции: этапу разработки, этапу производства и этапу эксплуатации, то есть ЦД-Р, ЦД-П, ЦД-Э соответственно [11].

Кроме того, разработанный стандарт отличается уникальностью и новизной, поскольку, помимо определения цифрового двойника, в нем представлено 11 новых определений, связанных с цифровыми двойниками и цифровизацией в целом. В документе зафиксированы общие положения, которые могут быть применены и для уже разработанных, используемых изделий, и для новейших разработок с нуля. Таким образом, стандарт ГОСТ Р 57700.37–2021 служит первым в мире нормативно-техническим документом, содержащим определение, общие положения и требования к созданию и применению цифровых двойников изделий [12].

### **Проблемы применения цифровых двойников в России**

Несмотря на то, что технология цифровых двойников обладает множеством значимых преимуществ для многих сфер жизни, особенно для экономической деятельности, существует ряд сложностей и проблем, препятствующих внедрению этой инновационной технологии в деятельность компаний. Главная проблема заключается в том,

что для ее внедрения необходимо произвести огромное количество работ по цифровизации относительно всех процессов и объектов на производстве. Кроме того, требуется большое количество высококвалифицированных специалистов в области цифровых двойников, а сегодня их слишком мало в России.

Трудности также возникают в сфере правового регулирования. Технология цифровых двойников в нашей стране находится на стадии начального развития. Чтобы в полном объеме отразить все ее аспекты в законодательстве, не хватает достаточного опыта. Еще одна значимая проблема внедрения цифровых двойников — риски, связанные с информационной безопасностью. Технология подразумевает обработку и хранение огромного количества данных, собираемых с различных объектов и процессов производства. Эти данные представляют особую ценность и могут стать целью злоумышленников. Так, например, особенно подвержено рискам использование цифровых двойников в современных средствах вооружения (речь идет о беспилотных летательных аппаратах и др.). Угроза безопасности заключается в вероятном совершении различных кибератак, заражении программных продуктов вирусами, хищении данных и т. д.

Кроме того, применение цифровых двойников может привести к проблемам адекватности цифровой модели. Примером служит неудачный запуск ракетносителя, который, по одной из версий, потерпел неудачу из-за возникшей ошибки в модели взлета. При этом, как указано ранее, сегодня меры защиты информации и цифровых двойников недостаточно урегулированы. Так как при помощи цифровых двойников описывают объекты, которым свойственно постоянно изменяться, традиционные подходы к обеспечению целостности и защиты информации в этом случае не могут быть применены [13].

По данным опроса предприятий, занимающихся производством промышленной продукции, главными факторами, сдерживающими развитие инноваций в России, являются экономические: дефицит собственных денежных средств, высокая стоимость нововведений, недостаточная финансовая поддержка со стороны государства, высокий экономический риск, высокая конкуренция на рынке, недостаточный объем кредитов или прямых инвестиций,

низкий спрос на новые товары, работы, услуги [14, с. 195–196].

В качестве еще одной проблемы внедрения цифровых двойников в России можно выделить высокий уровень бюрократии, замедляющей процессы развития инноваций и препятствующей распространению их внедрения в производство. Негативно влияет на внедрение технологии цифровых двойников сложившаяся экономико-политическая ситуация в стране, поскольку существует тенденция к сокращению расходов из бюджета на развитие инноваций [15].

### **Возможные пути решения проблем применения цифровых двойников в России**

Предлагаем несколько вариантов решения выявленных проблем, препятствующих развитию технологии цифровых двойников в России.

Чтобы централизовать управление инновационной деятельностью, можно создать специальное подразделение, которое будет заниматься решением вопросов об информационно-аналитическом обеспечении развития высокотехнологичных производств. В нашей стране такие подразделения можно создать на уровне федеральных округов, основываясь на ключевых направлениях промышленной деятельности. При условии создания специализированных подразделений можно будет определить источники финансирования, за счет которых появится возможность проводить различные исследования, в том числе исследования рынка, привлекать высококвалифицированных специалистов, обеспечивать необходимое обучение и повышение квалификации работников, развивать инновационную деятельность по всем существующим направлениям [16].

Необходимо создать широкую законодательную базу, которая будет регулировать все правовые отношения, связанные с технологией цифровых двойников. Это снизит риски и угрозы нарушения информационной безопасности, а также внесет ясность в процесс применения метода цифровых двойников. Тем не менее в особенно подверженных рискам областях применения, связанных с безопасностью страны (например, в области средств вооружения или атомной промышленности), необходимо соблюдать режим повышенного контроля, используя технологию цифровых двойников.

Кроме того, рекомендуется разработать систему мотиваций для всех участников экономических отношений с целью ускорения цифровизации, в частности расширения сферы применения цифровых двойников. Речь идет, например, о финансовой поддержке, дополнительных льготах [17]. Помимо развития цифровой экономики в России следует развивать и производственную деятельность в целом. В частности, создание специализированных производств или тесное сотрудничество с Китаем помогут решить проблему дефицита производственных мощностей.

### Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать ряд выводов. Во-первых, сегодня цифровой двойник широко используется как за рубежом, так и в России. Он обладает рядом преимуществ для компаний, использующих его в своей производственной деятельности. Применение данной инновационной технологии позволяет предприятиям создавать цифровые модели любых объектов, процессов и систем. С использованием цифровых двойников компаниям удастся значительно сократить материальные и временные затраты, а также оптимизировать различные процессы и повысить качество производимой продукции. Именно в России утвержден первый в мире стандарт, регулирующий использование цифровых двойников, что закладывает базу

для дальнейшего описания и закрепления технологии на законодательном уровне.

В статье нами приведены примеры успешного внедрения технологии цифровых двойников в отечественных промышленных компаниях. На основе анализа уровня развития технологии в России выявлены ключевые проблемы, связанные с применением цифровых двойников, а также разработан комплекс мер по их решению. Ключевыми проблемами использования технологии цифровых двойников являются недостаточное финансирование проектов, отсутствие четкой законодательной базы, регулирующей отношения, связанные с использованием цифровых двойников, дефицит квалифицированных специалистов, разбирающихся в данной области, недостаточный уровень мотивации организаций и сотрудников, наличие высоких рисков, связанных, в частности, с кибербезопасностью.

Нами предложены такие варианты решения проблем, как создание специализированных подразделений, занимающихся проектами цифровизации, расширение законодательной базы, формирование системы мотивации для предприятий, производственных мощностей. Это позволит воплощать цифровые проекты в жизнь. Целью дальнейших исследований в контексте рассматриваемой тематики могут стать более глубокое изучение применения технологии цифрового двойника на предприятии, а также разработка алгоритма внедрения технологии на примере определенной организации.

### Список источников

1. *Grieves M., Vickers J.* Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems / *Transdisciplinary perspectives on complex systems* / eds. J. Kahlen, S. Flumerfelt, A. Alves. Cham: Springer-Verlag, 2017. P. 85–113. DOI: 10.1007/978-3-319-38756-7\_4
2. It's a twin-win with digital! // *Aerospace Manufacturing*. May 18. 2020. URL: <https://www.aero-mag.com/ifs-mro-digital-twin-aerospace-15052020> (дата обращения: 10.09.2023).
3. *Hippold S.* How digital twins simplify the IoT // *Gartner*. January 23. 2019. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-digital-twins-simplify-the-iot> (дата обращения: 10.09.2023).
4. *Меньшаева А. А.* Развитие цифровых двойников в российской промышленности // *Молодой ученый*. 2021. № 11. С. 25–27.
5. Цифровой двойник: экспериментируя с будущим // *Ростех*. 2019. 23 сентября. URL: <https://rostec.ru/news/tsifrovoy-dvoynik-eksperimentiruya-s-budushchim/> (дата обращения: 10.09.2023).
6. *Хитрых Д.* Цифровые двойники в промышленности: истоки, концепции, современный уровень развития и примеры внедрения // *САПР и графика*. 2022. № 7. С. 4–11.
7. Дорожная карта «Технет 4.0» // *Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ*. URL: [https://technet-nti.ru/article/roadmap\\_new](https://technet-nti.ru/article/roadmap_new) (дата обращения: 13.09.2023).
8. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // *Правительство России: офиц. сайт*. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/> (дата обращения: 13.09.2023).

9. Гаранин М. А. Влияние «цифровых двойников» на экономику общественного сектора // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 11. С. 1733–1758. DOI: 10.18334/ce.12.11.39605
10. ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения // Гарант.ру: информ.-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/403019790/?ysclid=lned8qwo3s653267009> (дата обращения: 10.09.2023).
11. О разработке национального стандарта «Цифровые двойники изделий». Интервью с Алексеем Боровковым // Центр Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. 2021. 25 сентября. URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/7893?ysclid=lnedc71yy0493706877> (дата обращения: 13.09.2023).
12. Сысоева Е. А. Национальный стандарт Российской Федерации в области цифровых двойников // Компетентность. 2022. № 3. С. 10–13. DOI: 10.24412/1993-8780-2022-3-10-13
13. Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства / Н. В. Курганова, М. А. Филин, Д. С. Черняев [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Т. 7. № 5. С. 105–115.
14. Индикаторы инновационной деятельности 2021: стат. сб. / Л. М. Гохберг, Г. А. Грачева, К. А. Дитковский [и др.]. М.: Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2021. 280 с. DOI: 10.17323/978-5-7598-2375-9
15. Бушухин И. Зачем российским городам понадобились цифровые двойники после пандемии // РБК. 2020. 28 июля. URL: <https://realty.rbc.ru/news/5f1fc6ab9a79479a8cfb8ffe> (дата обращения: 14.09.2023).
16. Щетко В. А. Нивелирование негативных факторов при создании и производстве высокотехнологичной продукции в Союзном государстве // Инновации. 2022. № 2. С. 54–58. DOI: 10.26310/2071-3010.2022.280.2.008
17. Санатина Ю. Как ускорить внедрение цифровых двойников в российской экономике // Российская газета. 2021. 10 ноября. URL: <https://rg.ru/2021/11/10/reg-urfo/kak-uskorit-vnedrenie-cifrovyyh-dvoynikov-v-rossijskoj-ekonomike.html> (дата обращения: 15.08.2023).

## References

1. Grieves M., Vickers J. Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In: Kahlen J., Flumerfelt S., Alves A., eds. Transdisciplinary perspectives on complex systems. Cham: Springer-Verlag; 2017:85-113. DOI: 10.1007/978-3-319-38756-7\_4
2. It's a twin-win with digital! Aerospace Manufacturing. May 18, 2020. URL: <https://www.aero-mag.com/ifs-mro-digital-twin-aerospace-15052020> (accessed on 10.09.2023).
3. Hippold S. How digital twins simplify the IoT. Gartner. Jan. 23, 2019. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-digital-twins-simplify-the-iot> (accessed on 10.09.2023).
4. Men'shaeva A.A. Development of digital twins in Russian industry. *Molodoi uchenyi = Young Scientist*. 2021;(11):25-27. (In Russ.).
5. Digital twin: Experimenting with the future. Rostec. Sep. 23, 2019. URL: <https://rostec.ru/news/tsifrovoy-dvoynik-eksperimentiruya-s-budushchim/> (accessed on 10.09.2023). (In Russ.).
6. Khitrykh D. Digital twins in industry: Origins, concepts, current level of development and examples of implementation. *SAPR i grafika*. 2022;(7):4-11. (In Russ.).
7. Roadmap “Technet 4.0”. Infrastructure Center “Technet” of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. URL: [https://technet-nti.ru/article/roadmap\\_new](https://technet-nti.ru/article/roadmap_new) (accessed on 13.09.2023). (In Russ.).
8. National program “Digital economy of the Russian Federation”. Official website of the Government of Russia. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/> (accessed on 13.09.2023). (In Russ.).
9. Garanin M.A. The impact of digital twins on the public sector of economy. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*. 2018;12(11):1733-1758. (In Russ.). DOI: 10.18334/ce.12.11.39605
10. ГОСТ Р 57700.37-2021. Computer models and simulation. Digital twins of products. General provisions. Garant.ru. URL: <https://base.garant.ru/403019790/?ysclid=lned8qwo3s653267009> (accessed on 10.09.2023). (In Russ.).
11. On the development of the national standard “Digital twins of products”. Interview with Alexey Borovkov. Center for the National Technological Initiative “New production technologies” of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Sep. 25, 2021. URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/7893?ysclid=lnedc71yy0493706877> (accessed on 13.09.2023). (In Russ.).
12. Sysoeva E.A. The world's first national standard of the Russian Federation in the field of digital twins is adopted. *Kompetentnost' = Competency*. 2022;(3):10-13. (In Russ.). DOI: 10.24412/1993-8780-2022-3-10-13
13. Kurganova N., Filin M., Cherniaev D. et al. Digital twins' introduction as one of the major directions of industrial digitalization. *International Journal of Open Information Technologies*. 2019;7(5):105-115. (In Russ.).

14. Gokhberg L.M., Gracheva G.A., Ditkovskii K.A. et al. Indicators of innovation activity 2021: Stat. coll. Moscow: NRU HSE; 2021. 280 p. (In Russ.). DOI: 10.17323/978-5-7598-2375-9
15. Bushukhin I. Why Russian cities needed digital twins after the pandemic. RBC. Jul. 28, 2020. URL: <https://realty.rbc.ru/news/5f1fc6ab9a79479a8cfb8ffe> (accessed on 14.09.2023). (In Russ.).
16. Shchatko V.A. Leveling of negative factors in the creation and manufacturing of high-tech products in the Union State. *Innovatsii = Innovations*. 2022;(2):54-58. (In Russ.). DOI: 10.26310/2071-3010.2022.280.2.008
17. Sanatina Yu. How to accelerate the implementation of digital twins in the Russian economy. *Rossiiskaya gazeta*. Nov. 10, 2021. URL: <https://rg.ru/2021/11/10/reg-urfo/kak-uskorit-vnedrenie-cifrovyyh-dvoynikov-v-rossijskoj-ekonomike.html> (accessed on 15.08.2023). (In Russ.).

### Сведения об авторах

#### Дмитрий Алексеевич Сосфенов

ведущий инженер кафедры экономики инноваций

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы, д. 1

#### Маргарита Сергеевна Шахова

доктор экономических наук, доцент,  
доцент кафедры экономики инноваций

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы, д. 1

Поступила в редакцию 19.09.2023

Прошла рецензирование 24.10.2023

Подписана в печать 27.11.2023

### Information about the authors

#### Dmitriy A. Sosfenov

leading engineer at the Department of Economics

Lomonosov Moscow State University

1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia

#### Margarita S. Shahova

D.Sc. in Economics, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Economics of Innovation

Lomonosov Moscow State University

1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia

Received 19.09.2023

Revised 24.10.2023

Accepted 27.11.2023

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.