

УДК 330.34.01

JEL: G31

DOI 10.24147/1812-3988.2020.18(1).57-68

## КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТЕНДЕНЦИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

П.С. Шпак<sup>1</sup>, Е.Г. Сычева<sup>2</sup>, Е.Е. Меринская<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «О-Си-Эс-Центр» (Санкт-Петербург, Россия)

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации (Санкт-Петербург, Россия)

### Информация о статье

Дата поступления

23 декабря 2019 г.

Дата принятия в печать

10 мая 2020 г.

### Тип статьи

Аналитическая статья

### Ключевые слова

Цифровая экономика, цифровизация, инновация, цифровой двойник, авиационная промышленность

**Аннотация.** Вопрос цифровизации экономики является одним из самых актуальных на текущий момент. Целью данной работы является, во-первых, аналитический обзор современной поддержки Правительством РФ процесса цифровой трансформации отечественной экономики (а именно проанализированы показатели российских государственных программ в сфере цифровизации, которые характеризуют результативность вовлечения информационно-интегральных систем на предприятия), во-вторых, рассмотрение концепции цифровых двойников как системы, способной снизить трудозатраты и повысить результативность технологических процессов. Изучение данной инновационной технологии необходимо ввиду таких неоспоримых преимуществ, как качественные изменения в способах получения и передачи данных и реорганизации деятельности персонала посредством перевода в цифровую форму. Рассматриваемая инновация становится катализатором развития современных предприятий. Конструкция современных устройств постоянно усложняется, добавляются новое программное обеспечение и функциональные возможности. Применение концепции цифровых двойников дает предприятиям важное стратегическое преимущество: специалисты конструкторских отделов могут проводить всесторонний анализ оперативных данных и использовать результаты в процессе разработки новых изделий. В данной работе проведено исследование внедрения концепции цифровых двойников зарубежными предприятиями, а также разработаны три прогнозных блока в разрезе перспективности внедрения в хозяйственную среду предприятия цифровых двойников. Данное нововведение позволит производить точное прогнозирование для безаварийного технического обслуживания, повысить не только управленческую, но и эксплуатационную эффективность и, как следствие, значительно уменьшить риски человеческой ошибки. Вышеупомянутый аспект приобретает особую важность в такой высокотехнологичной отрасли российской промышленности, как авиационная.

## THE CONCEPT OF DIGITAL TWINS AS A MODERN TREND OF DIGITAL ECONOMY

P.S. Shpak<sup>1</sup>, E.G. Sycheva<sup>2</sup>, E.E. Merinskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LLC "OCS Center" (St. Petersburg, Russia)

<sup>2</sup> St. Petersburg State University of Civil Aviation (St. Petersburg, Russia)

### Article info

Received

December 23, 2019

Accepted

May 10, 2020

### Type paper

Analytical paper

**Abstract.** The issue of digitalization of the economy is one of the most pressing at the moment. The purpose of this work is, firstly, an analytical review of the current support by the Government of the Russian Federation of the process of digital transformation of the domestic economy. The authors analyzed the performance of Russian state programs in the field of digitalization, which characterize the effectiveness of involving information and integrated systems in enterprises. Secondly, consideration of the concept of digital twins as a system that can reduce labor costs and increase the efficiency of technological processes. The study of this innovative technology-intensive technology is necessary in view of its indisputable advantages such as qualitative changes in the methods of receiving and transmitting data and the reorganization of personnel activities through digitization. The innovation under consideration becomes a strong catalyst for the development of modern enterprises. The design of modern devices is constantly becoming more complicated, new firmware and new features are added. The application of the concept of digital doubles gives enterprises a very important strategic advantage: specialists in design departments can conduct a comprehensive analysis of operational data and use the results in the process of developing new products. In this work, the authors conducted a study on the introduction of the concept of digital doubles by foreign

**Keywords**

Digital economy, digitalization, innovation, digital twin, aviation industry

enterprises. Also, three forecast blocks are developed in the article in the context of the prospect of introducing digital twins into the economic environment of the enterprise. This innovation will allow accurate forecasting for trouble-free maintenance, increase not only managerial, but also operational efficiency and, as a result, a significant reduction in the risks of human error. The aforementioned aspect is of particular importance in such a high-tech industry of the Russian industry as aviation.

**1. Введение.** В современных условиях мировая экономика находится на пороге новой трансформации. Происходит ускорение преобразований, происходящих в обществе из-за внедрения новых информационно-коммуникационных технологий, что позволяет говорить об актуальности процесса цифровизации, или цифровой трансформации, которая представляет собой качественные изменения в способах коммуникации, передачи и получения данных, технологиях и организации человеческой деятельности посредством перевода в цифровую форму.

Цифровые технологии становятся неотъемлемой частью экономической, политической и культурной жизни субъектов Российской Федерации, а также общества в целом. Россия стоит на прогрессивном пути развития, который характеризуется преобладанием знаний, науки, технологий и информации во всех сферах жизнедеятельности. На современном этапе для российской экономики является актуальным вопрос глобальной конкурентоспособности, и одним из первостепенных факторов в решении данного вопроса становится развитие и интенсификация экономики как повышение ее совокупной эффективности посредством цифровизации. Одной из главных задач, поставленных авторами данной статьи, является проведение аналитического обзора уровня ресурсной поддержки Правительством РФ процесса цифровизации на примере авиационной промышленности.

**2. Обзор литературы.** Термин «цифровая экономика» был введен сотрудником Массачусетского университета Николасом Негропonte в 1995 г. Однако до сих пор нет единого содержания данного понятия. В утвержденной Президентом РФ Стратегии развития информационного общества РФ на 2017–2030 гг. дано следующее определение: «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». В то же время такие ученые, как Т.Н. Юдина и И.М. Тушканов, трактуют понятие «цифровой экономики» в широком и узком смысле. В широком смысле – это понимание цифровой экономики как изменения природы производственных или экономических отношений, смены их субъектно-объектной ориентированности; в узком смысле – создание на разных уровнях экономики информационно-цифровых платформ и операторов, позволяющих решать различные хозяйственные задачи, в том числе стратегические [1]. С позиции авторов активное внедрение в экономику цифровых систем с идейной точки зрения должно приводить к производственной интенсификации. В этой связи будет уместно следующее определение понятия «цифровая экономика»: это экономика народного хозяйства, повышение эффективности которой происходит за счет интеграции в научные, технологические и управленческие (выбор оптимальной стратегии) процессы современных программно-компьютерных ресурсов.

Говоря о цифровой экономике в целом, нельзя не упомянуть о таком главном, на наш взгляд, инструменте цифровизации, как концепция цифровых двойников. Основными источниками, раскрывающими теоретические основы понятия «цифровые двойники», послужили работы М. Хиндсбо [2, р. 4], М.-Т. Шмидта [3, р. 7] и М.С. Потджиетра [4]. В своей работе «Применение технологии цифровых двойников в промышленности» М.-Т. Шмидт отмечает, что цифровые двойники являются наиболее сложными моделями, описывающими структуру, контекст и поведение как единичных промышленных объектов, так и составленных из них систем. М. Хиндсбо и М.С. Потджиетр в своих трудах характеризуют вышеупомянутую концепцию как «процесс численного моделирования для создания виртуальных прототипов». Такие общие, но близкие по своей сути трактовки понятия «цифрового двойника» по-

зволяют авторам резюмировать, что данную концепцию отличает «взаимодействие» численного моделирования и сбора информации в реальном времени, аккумулированной датчиками (приборами) с объединением уже имеющихся у производителя цифровых данных об изделии.

### 3. Гипотезы и методы исследования.

Для развития идеи цифровой экономики Правительством РФ был разработан ряд государственных программ, главными целями которых является повышение инновационной активности бизнеса; повышение эффективности государственного управления; развитие экономического потенциала страны на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий. Среди них отметим следующие:

- Государственная программа «Информационное общество (2011–2020 годы)», утверждена Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 313, включает четыре подпрограммы: «Информационно-телекоммуникационная инфраструктура информационного общества и услуги, оказываемые на ее основе», «Информационная среда», «Безопасность в информационном обществе», «Информационное государство».

- Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», паспорт программы разработан Минкомсвязи России

во исполнение Указа Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», включает в себя шесть федеральных проектов: «Нормативное регулирование цифровой среды», «Информационная инфраструктура», «Кадры для цифровой экономики», «Информационная безопасность», «Цифровые технологии» и «Цифровое государственное управление».

- Государственная программа «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы», утверждена Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 303, включает шесть подпрограмм: «Самолетостроение», «Вертолетостроение», «Авиационное двигателестроение», «Авиационные агрегаты и приборы», «Авиационная наука и технологии», «Комплексное развитие отрасли».

Авторами был проведен анализ наиболее важных для данного исследования показателей выполнения государственных программ.

Согласно паспортам вышеупомянутых государственных программ, прогнозируемый рост финансового обеспечения для госпрограммы «Информационное общество» увеличится к концу 2024 г. относительно начала действия программы в 2011 г. в 2 раза. Однако, как можно увидеть из рис. 1, объемы бюджетных ассигнований распределены неравномерно с тенденцией увеличения начиная только с 2018 г.

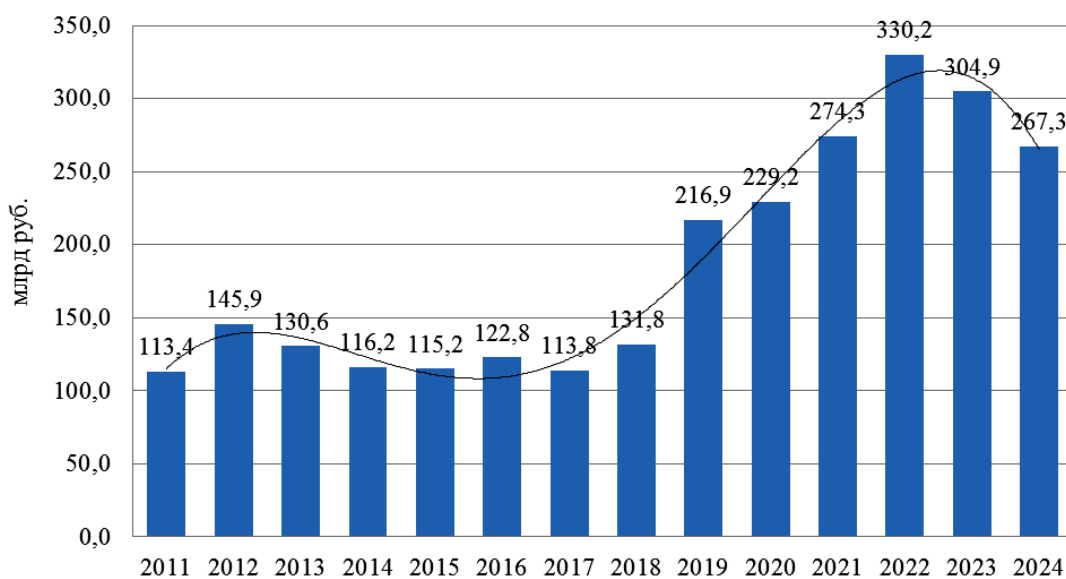
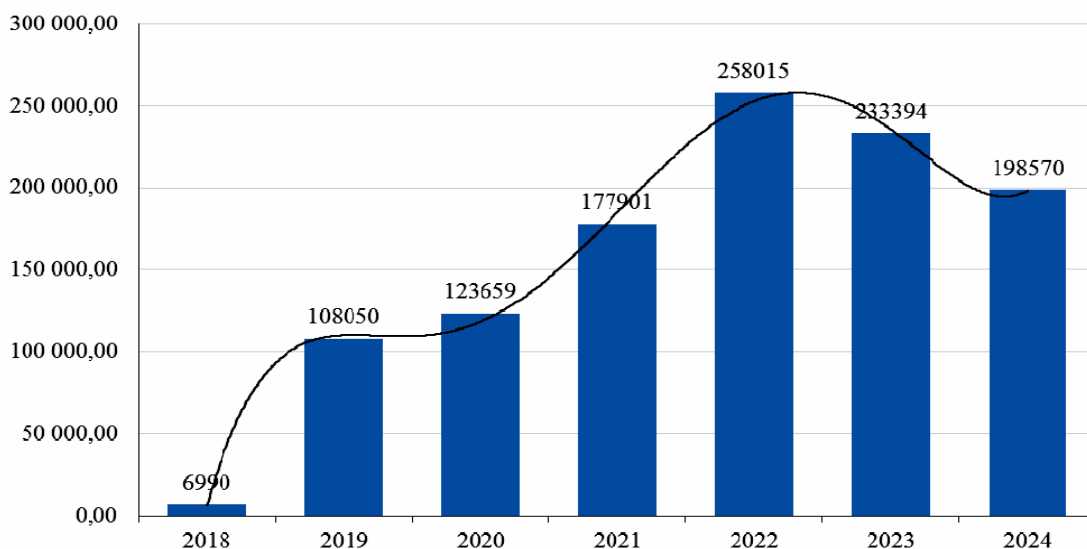


Рис. 1. Объем бюджетных ассигнований Государственной программы «Информационное общество» в 2011–2024 гг., млрд руб.

Fig. 1. Volume of budget allocations of the state program "Information society" in 2011-2024, billion rubles

В государственной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2018–2024 гг. предусмотренный объем финансовых ресурсов составляет 1 099 589 млн руб. Как показано на рис. 2, объем бюджетных ассигнова-

ний распределен также неравномерно. Большая сумма расходов придется на 2022 г. и приобретет тенденцию снижения до конца срока действия программы – к 2024 г. финансирование составит 198 570 млн руб.



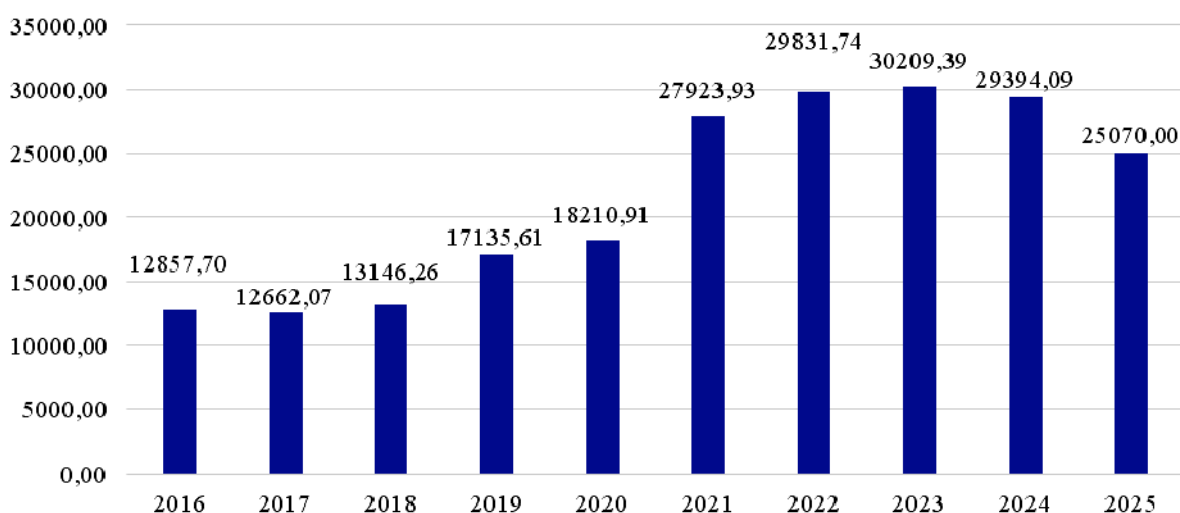
**Рис. 2.** Объем бюджетных ассигнований Государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2018–2024 гг., млн руб.

**Fig. 2.** Volume of budget allocations of the state program "Digital economy of the Russian Federation" in 2018-2024, million rubles

Проанализируем основные целевые индикаторы подпрограммы «Авиационная наука и технологии», наиболее важные для проводимого исследования.

Объем бюджетных ассигнований суммарно по всей программе составляет 714 175,42 млн

руб., по подпрограмме «Авиационная наука и технологии» – 216 441,70 млн руб. Рисунок 3 иллюстрирует, что наибольшее снижение финансирования приходится на период с 2016 по 2019 г., тогда как максимальный объем бюджетных ресурсов будет выделен в 2022–2025 гг.

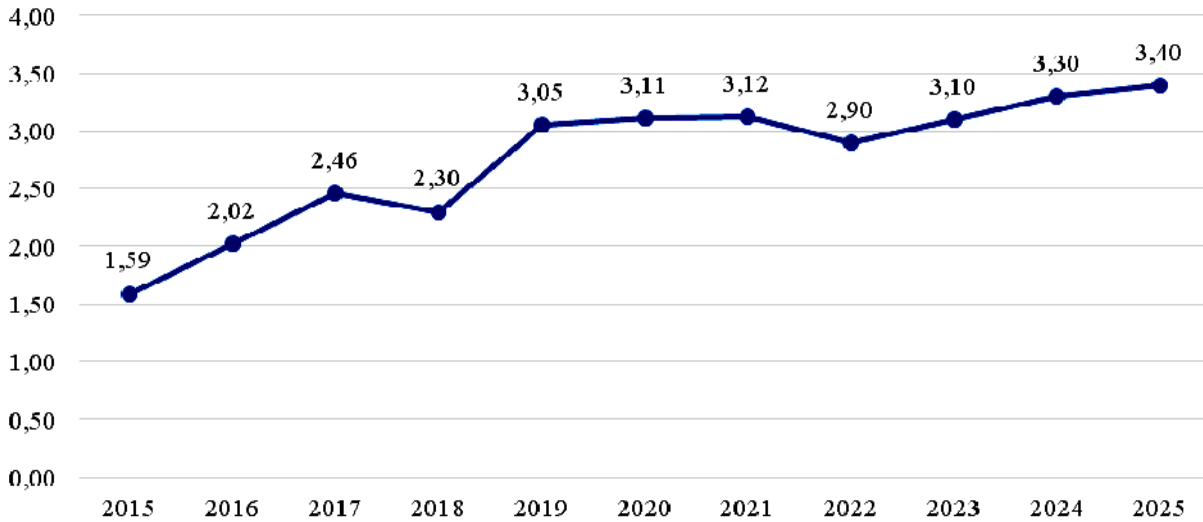


**Рис. 3.** Объем бюджетных ассигнований подпрограммы «Авиационная наука и технологии» Государственной программы «Развитие авиационной промышленности» в 2015–2025 гг., млн руб.

**Fig. 3.** Volume of budget allocations of the aviation science and technology sub-program of the state program "Development of the aviation industry" in 2015-2025, million rubles

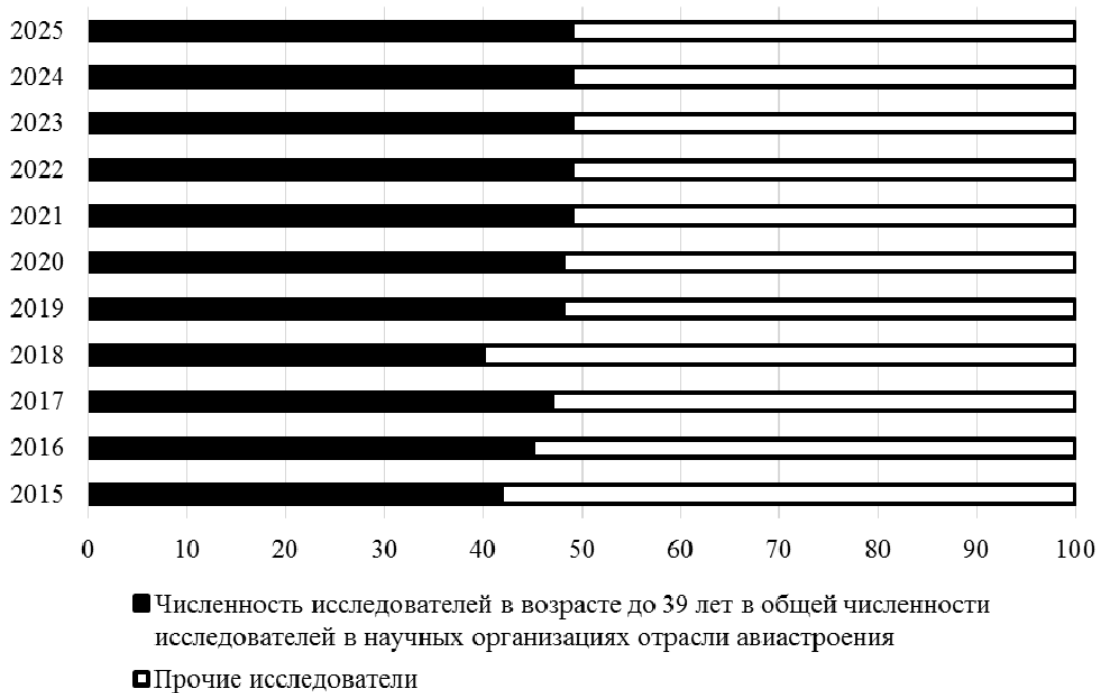
Основным из наиболее важных показателей, характеризующих эффективность, является фондовооруженность (рис. 4). В 2018–2021 гг. ожидается тенденция роста вышеупо-

мянутого показателя, что обусловлено снижением численности вовлеченных работников (см. рис. 5).



**Рис. 4.** Показатели фондовооруженности согласно подпрограмме «Авиационная наука и технологии» Государственной программы «Развитие авиационной промышленности» в 2015–2025 гг., млн руб.

**Fig. 4.** Indicators of stock availability according to the sub-program "Aviation science and technology" of the state program "Development of the aviation industry" in 2015-2025, million rubles



**Рис. 5.** Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей в научных организациях отрасли авиастроения согласно подпрограмме «Авиационная наука и технологии» Государственной программы «Развитие авиационной промышленности» в 2015–2025 гг., %

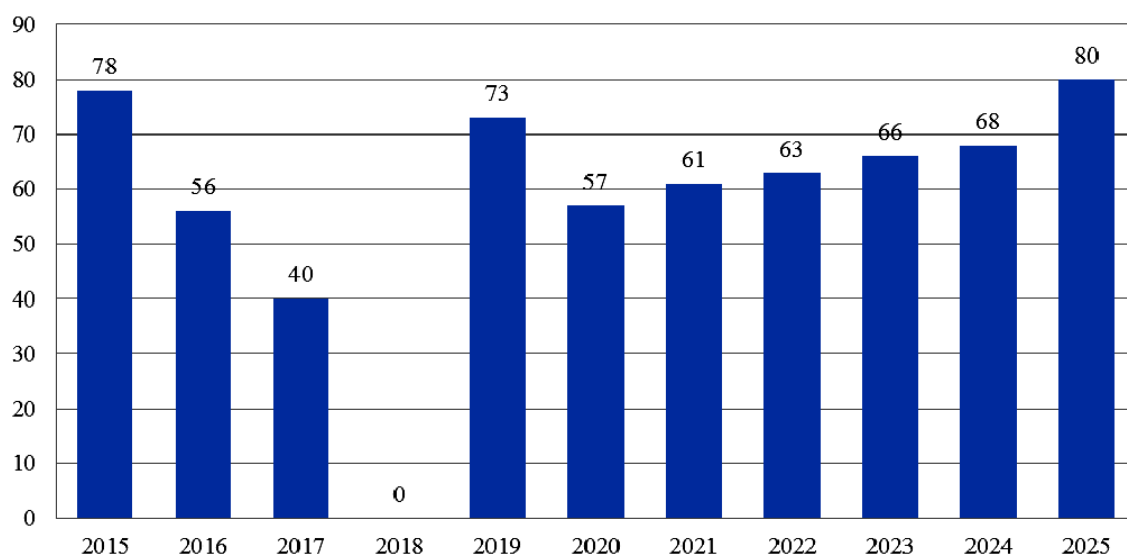
**Fig. 5.** The share of researchers aged under 39 years in the total number in research institutions of branch of aviation under the sub-program "Aviation science and technologies" of the state program "Development of aviation industry" in 2015-2025, %

На рис. 5 показано запланированное устойчивое увеличение относительно молодых научно-инженерных кадров, занятых в авиационной науке и промышленности, что может быть обусловлено увеличением оплаты труда и иных способов материального стимулирования со стороны Правительства РФ.

Одним из важнейших показателей успешного функционирования авиационной отрасли (промышленности) является итоговое количество выпускаемой продукции. Проанализируем

динамику количества демонстраторов материалов, демонстраторов технологий и прототипов, созданных в рамках реализации мероприятий подпрограммы «Авиационная наука и технологии» в 2015–2025 гг.

Из данных, представленных на рис. 6, после спада (с 78 до 0 единиц) в 2015–2018 гг. уже с 2019 г. ожидается положительная тенденция роста количества демонстраторов материалов, технологий и прототипов, запланированных на 2021–2025 гг.



**Рис. 6.** Динамика количества демонстраторов материалов, демонстраторов технологий и прототипов, созданных и запланированных в рамках реализации мероприятий подпрограммы «Авиационная наука и технологии» Государственной программы «Развитие авиационной промышленности» в 2015–2025 гг., ед.

**Fig. 6.** Dynamics of the number of materials demonstrators, technology demonstrators and prototypes created and planned as part of the implementation of the activities of the aviation science and technology sub-program of the state program "Development of the aviation industry" in 2015–2025, units

Приведенные сведения со всей очевидностью свидетельствуют о понимании Правительством РФ важной роли цифровой трансформации отечественной экономики в обеспечении быстрого прогрессивного развития страны и той роли, которую должны играть молодые научные работники и инженеры.

В последние годы информационный ресурс активно используется для исследований и разработок во многих отраслях российской промышленности. Особая значимость информации обусловлена ее свойствами, поскольку для современных промышленных предприятий уровень соответствия информации ее реальному состоянию в процессе принятия управленческого решения определяет уровень достижения заданного результата в запланированные сроки [4]. Использование интегрированных ин-

формационных систем (ИИС) предоставляет предприятию дополнительные возможности улучшения экономического положения, что подтверждается статистическими данными (см. табл.). Главной составной частью автоматизированной информационной системы является информационная технология (ИТ); в таблице приводятся показатели, характеризующие уровень использования ИТ отечественными предприятиями.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о стабильном росте уровня использования ИТ российскими предприятиями. Причинами этого роста являются объективные тенденции на мировых и внутренних рынках, которые приводят к необходимости совершенствовать системы управления предприятием на основе внедрения ИТ.

**Удельный вес российских предприятий, использующих ИТ в 2014–2018 гг., %**  
**The share of Russian enterprises using IT in 2014-2018, %**

<i>Используемая ИТ</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
Персональные компьютеры	93,8	92,3	92,4	92,1	94,0
Серверы	26,6	47,7	50,8	50,6	53,4
Локальные вычислительные сети	67,2	63,5	62,3	61,1	63,9
Электронная почта	84,2	84,0	87,6	88,3	90,9
Глобальные информационные сети	89,8	89,0	89,6	89,7	92,0
В том числе:					
Интернет	89,0	88,1	88,7	88,9	91,1
в том числе широкополосный доступ	81,2	79,5	81,8	83,2	86,5
Интранет	16,8	19,2	21,6	26,2	31,3
Экстранет	14,3	16,9	15,0	16,6	18,5
Веб-сайт в сети Интернет	40,3	42,6	45,9	47,4	50,9

*Примечание.* Сост. по: Удельный вес организаций, использовавших информационные и коммуникационные технологии. URL: <https://gks.ru/folder/14478?print=1>.

Опираясь на вышеизложенный анализ и теоретический метод исследования, авторы полагают, что одним из аргументов в пользу цифровизации внутренней среды российских предприятий<sup>1</sup> является необходимость развития цифровых каналов коммуникации предприятия с внешней средой, а именно поставщиками, соисполнителями в рамках проектов, заказчиками, вариантами продаж и физическими лицами. На наш взгляд, полноценный обмен цифровой информацией с внешней средой возможен только тогда, когда организация уже достигла определенной зрелости в освоении цифровых технологий. Цифровые каналы общения предприятия с внешней средой необходимо наладить уже сегодня, и их применение становится стандартным для многих отраслей. Это проявляется в различных аспектах, например в процедуре размещения и обработке заказов, во взаимодействии с соисполнителями и поставщиками товаров и услуг, в продвижении товаров и услуг в сети Интернет, в анализе рыночной информации [5], сдаче бухгалтерских отчетов и т. д.

Логичным продолжением процесса цифровизации в области результатов интеллектуального труда является интеграция всех информационных сред, дающих полное представление об инновационном продукте. Такая интеграция «адаптирует» инновационный продукт в качестве носителя искусственного интеллекта, способного осуществлять интерактивную связь со своим создателем [6]. В основе концепции, получившей название «цифровых двойников», лежит численное моделирование, позволяющее спрогнозировать эксплуатацион-

ные характеристики проектируемого (разрабатываемого) изделия и влияния различных факторов на его безаварийную эксплуатацию [7]. Грамотное использование данного подхода позволяет не только работать с первичными источниками информации, но и управлять самим процессом разработки и изготовления продукта – делать анализ текущего состояния, прогнозировать состояние на долгосрочную перспективу (включая возможные аварийные ситуации), планировать, своевременно выявлять проблемы и предпринимать меры по их устранению [8]. Особенно это актуально для такой наукоемкой отрасли, как авиационная промышленность. С позиции авторов, отечественные предприятия, руководство которых ставит перед собой первоочередной целью скорейшую цифровизацию всех процессов, проходящих на производстве, имеют шанс стать конкурентоспособными организациями на современном инновационном рынке.

Важно отметить, что «цифровой двойник» позволяет контролировать как основные, так и сопутствующие процессы [9]. Таким образом, обеспечивается слаженная работа, которая становится возможной благодаря гармоничному сочетанию контролирующих и совершенствующих функций, что проявляется в своевременном исправлении ошибок и ликвидации сбоев; появляется возможность накапливать как «положительную», так и «отрицательную» статистику. Ввиду этого, базы данных включают множество примеров, улучшение продукта может выполняться исходя из анализа имеющихся в распоряжении специалиста.

В авиационной отрасли (промышленности) это начинает находить применение в замене дорогостоящих натуральных аэродинамических испытаний [10] как отдельных частей, так и всего двигателя и самолета в целом. Виртуальный эксперимент позволяет проверять работоспособность узлов двигателя и самолета в широком диапазоне параметров, включая критические, и тем самым способствовать выбору оптимальной конструкции и ее существенному удешевлению. Таким образом, процесс опытно-конструкторской работы приобретает новые формы, новое качество и, что тоже очень существенно, значительно меньшие сроки.

Еще одним примером успешного внедрения цифровых двойников в авиации являются пилотажные стенды и авиационные тренажеры. Они служат для повышения достоверности моделирования сложных режимов пилотирования и для более качественной подготовки и переподготовки летного состава. Существует множество факторов, влекущих за собой летные происшествя. Так, проблемы, связанные с попаданием летательных аппаратов в турбулентные течения, атмосферные вихри, существуют с самого зарождения авиации, так как летательный аппарат под воздействием атмосферной турбулентности испытывает существенные динамические нагрузки.

Концепция «цифровых двойников» дает возможность рассматривать совокупность различных факторов, связанных между собой, что делает процесс производства более беспрепятственным.

Среди наиболее важных особенностей «цифровых двойников» можно отметить следующие:

- имеют возможности прогнозирования и моделирования разнообразных физических процессов, что способствует своевременной ликвидации сбоев;
- возможно использование новых технологий, позволяющих обрабатывать (накапливать) большие массивы данных более оперативно и качественно;
- имеют в своей основе реальные параметры функционирования изделия, отражая текущую ситуацию и позволяя оценить возможности аварии (сбоя) в данный момент;
- модели являются устойчивыми элементами.

Процесс принятия решений является ключевым в работе промышленных предприятий

[11] и структур, поэтому возможность ускорения этого процесса за счет внедрения новой концепции представляется перспективным и необходимым. Цифровые двойники качественно не уступают своим реальным аналогам, что позволяет получить доступ к актуальным характеристикам объектов, спрогнозировать риски и разнообразные режимы эксплуатации, а также учесть особые условия функционирования и применения. Также, внедрение новых работоспособных схем приводит к существенному изменению добавленной стоимости.

Цифровая трансформация для ведущих российский предприятий авиационной отрасли промышленности стала на данный момент новой стратегией. Это привело к смене бизнес-моделей основных игроков отечественного авиационного рынка. Данные преобразования характеризуются следующими процессами:

- выход за границы традиционных рыночных сегментов;
- продвижение так называемых мульти-сервисных платформ;
- расширение комплекса сервисов или даже замена ими продукта.

Одним из первых стратегию цифровой трансформации для себя выбрала компания *General Electric*, которая в 2015 г. вывела на рынок IoT-платформу *Predix*, но уже в 2017 г. собственные цифровые платформы предложили *Airbus (Skywise)* и *Boeing (AnalytX)*. За ними потянулись и другие участники рынка, например такие эксплуатанты, как *Lufthansa Technik* с платформой *Aviatar*, *Air France-KLM* с платформой *Prognos*, *Swiss Aviation Software* с *AMO Scentral* и др. Свои цифровые платформенные решения на базе промышленного интернета вещей для двигателей и топливных систем выпустили производители авиадвигателей: *Pratt & Whitney – Engine Wise*; *Rolls-Royce* в партнерстве с *Tatal Consultancy Services* – платформу *TCS*, а в 2018 г. проект *Intelligent Engine* и др. [12]. Пока эти платформы конкурируют между собой, предлагая совпадающий в основе комплекс сервисов.

По мнению авторов, разработать и предложить платформу промышленного интернета вещей силами исключительно одних участников авиационного рынка крайне сложно. Будучи специалистами в операционных технологиях, отраслевые предприятия должны приобрести компетенции в информационных технологиях и новых рынках. Поэтому, как правило,



разработку авиационных цифровых платформ ведут консорциумы авиастроителей, производителей компонентов, а также информационно-коммуникационно-технологические компании и бизнес-консультанты. Для *Airbus* партнером выступила американская компания *Palantir*, для *Rolls-Royce – Tata Consultancy Services* и *Microsoft*. *GE Aviation* подписала в 2016 г. Соглашение о стратегическом партнерстве с *Digital Alliance*, а при проектировании бизнес-процессов сотрудничает с институтом *Capgemini*. *UTC* использует облачную платформу *Azure* от *Microsoft* [12].

Принятие стратегии цифровизации и переход на платформу промышленного интернета вещей требует существенных организационных преобразований в российских предприятиях. Так, компания *Airbus* в 2016 г. ввела специальную руководящую должность ответственного за цифровую трансформацию – *Digital Transformation Officer*, после чего был сформирован комплекс из 450 корпоративных цифровых инициатив. У *GE* аналогичную функцию выполняет *Chief Digital Officer* [12]. В *Lufthansa Technik* за цифровизацию отвечает новый департамент – *Digital Fleet Solutions*. *Rolls-Royce* в 2017 г. запустила *R2 Data Labs* в качестве центра цифровой трансформации компании. Лаборатория предназначена для сбора и анализа данных о двигателях и компонентах, а также для их сопоставления с данными о полетах, состоянии погоды и поведении экипажей. С *Engine Wise* в *United Technologies Digital* – специальном подразделении *UTC (Pratt & Whitney)* – работает созданный для этого цифровой акселератор [12].

Российская гражданская авиация занимает конкурентоспособное преимущество за счет интеграции цифровых технологий в бизнес-процессы. Компания «Аэрофлот» несколько лет подряд входит в число лидеров по этому показателю в международном рейтинге *Bain & Company*, уступая *Singapore Airlines*, австралийской *Qantas* и американской *Delta*<sup>2</sup>. По прогнозным оценкам А. Терентьева, эксперта департамента экономики и развития транспорта Аналитического центра при Правительстве РФ, до 2029 г. будет возможным получение автономного управления воздушным движением. Данная возможность позволит снизить влияние одного из важнейших негативных факторов – человеческого.

**4. Результаты исследования.** Таким образом, можно говорить о концепции цифровых

двойников как о перспективном инструменте как в опытно-конструкторской работе, так и в области принятия решений специалистами научных и промышленных предприятий, который позволит не только совершенствовать этот процесс, но и сформировать собственные модели, отвечающие профильным особенностям [13, с. 17]. Среди главных преимуществ использования данных моделей как частного случая ИИС можно назвать:

1. *В краткосрочной перспективе:* возможность мониторинга активов и оптимизация, производимые с целью усовершенствования процесса использования данных и снижения ресурсов на их использование, независимо от профессиональной сферы. Особую роль в переходе на использование «цифровых двойников» играет не столько профилактический момент, сколько возможность построения прогнозов для безаварийного технического обслуживания [11]. Благодаря внедрению новых технологий в производственный процесс появляется возможность снижения различного рода издержек – начиная техническими и операционными и заканчивая эксплуатационными. Внедрение технологии в реальном секторе экономики в ближайшие два-три года будет способствовать повышению производительности труда на 10–25 % и сокращению издержек на 10–20 %, а общий экономический эффект может достигать 0,3–1,4 трлн руб.<sup>3</sup>

2. *В среднесрочной перспективе:* для промышленности необходимо использование «цифровых двойников», так как за счет этого повышается не только управленческая, но и эксплуатационная эффективность. В течение пяти ближайших лет станут возможными повышение эффективности индустрии в среднем на 18 % и сокращение затрат на 14 %, одновременное наращивание доходов от услуг, включая послепродажное обслуживание, что обеспечит ежегодный рост выручки на 2,9 %<sup>4</sup>. В масштабах больших производств и массива производственных потоков важно оптимизировать все процессы, что позволило бы своевременно отслеживать состояние, выполнять профилактические и ремонтные работы. Необходимо отметить, что в использовании нового концепта заложена одна очень важная черта – внедрение инноваций (особенно на стадии проектирования), что позволяет не только контролировать текущее состояние и следить за исправностью всех процессов, но и создавать что-то

новое, совершенствовать систему и процессы для получения новых продуктов, в том числе в рамках реализации бизнес-моделей, гарантирующих результативность. Появляется возможность использования цифровых двойников старых моделей, что связано с возможностью создания на их базе новых продуктов, учитывая также факторы условий и возможностей создания и эксплуатации.

3. *В долгосрочной перспективе:* цифровые двойники являются инструментом внедрения инноваций в научно-производственный процесс, что становится возможным благодаря собранным и сформированным аналитическим данным. Внедрение цифровых двойников как частной концепции ИИС позволит российским предприятиям на 10 % снизить простои и случаи отказа оборудования, сократить затраты на техническое обслуживание и усовершенствовать процедуры прогнозирования<sup>5</sup>. Рекомендации, которые вырабатываются на основе анализа рынка и продуктов, делают возможным создание новых бизнес-моделей. Например, авиастроители смогли бы использовать цифровые двойники совместно с аналитическими инструментальными средствами для изучения того, как ведет себя в полете конкретная модель самолета, и разработки новых систем и приложений, направленных на снижение числа авиационных происшествий. Является возможным также создавать новые устройства для обслуживания самолетов как на авиаремонтных предприятиях, так и непосредственно на аэродромах, когда самолет и его цифровой двойник обладают бюджетом одобренных услуг [14, р. 13]. Другие модели могут сосредоточиться на потенциальных новых рынках, обусловленных новыми районами эксплуатации авиационной техники (цифровых двойников) – интерфейсах и соответствующим образом изготовленных наборов данных.

Таким образом, проведенный анализ общей позиции Правительства РФ в отношении

цифровизации экономики посредством разработки профильных государственных программ и, в частности, Государственной программы «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы» (подпрограмма «Авиационная наука и технологии») показал, что наблюдается высокая степень заинтересованности в повышении результативности и глобальной конкурентоспособности на основе внедрения цифровых технологий. Вовлечение цифровых технологий в технологический процесс предприятий авиационной отрасли (промышленности) позволит уменьшить вес крыла на 8 %, устаревание фюзеляжа – на 10 %, нагрузки на 45 %, а летные ресурсы, наоборот, увеличить на 40 %<sup>6</sup>. Данная позитивная тенденция влияет не только на развитие авиационной отрасли, но и на всю российскую экономику в целом. По прогнозам компании *McKinsey*, к 2025 г. цифровизация обеспечит от 19 до 34 % (4,1–8,9 трлн руб.) роста ВВП России, а сама доля цифровой экономики может составить 8–10 % в ВВП<sup>7</sup>.

#### Примечания

<sup>1</sup> Аптекман А., Калабин В., Клинцов В., Кузнецова Е., Кулагин В., Ясеновец И. Цифровая Россия: новая реальность. URL: [http://gtmarket.ru/files/news/1986/MGI\\_Effective\\_Russia\\_Productivity\\_Growth\\_as\\_the\\_Foundation\\_2009.pdf](http://gtmarket.ru/files/news/1986/MGI_Effective_Russia_Productivity_Growth_as_the_Foundation_2009.pdf).

<sup>2</sup> Сергеев М. Полет в цифровом режиме устройств. URL: <https://plus.rbc.ru/news/5ce653397a8aa91d09166296>.

<sup>3</sup> Блейман Н. Экономика двойников: как роботы приходят в менеджмент. URL: <https://plus.rbc.ru/news/5b5e4f2f7a8aa92e8c50df14>.

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Шайдуллина В. Цифровые технологии в авиационной промышленности. Шаг в будущее. URL: <http://ntp1.ru/files/digest1902.pdf>.

<sup>7</sup> Ли И. Цифровая экономика увеличит к 2025 году ВВП России на 8,9 трлн руб. URL: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/05/07/2017/595cbefa9a7947374ff375d4](https://www.rbc.ru/technology_and_media/05/07/2017/595cbefa9a7947374ff375d4).

#### Литература

1. Юдина Т. Н. Цифровизация как тенденция современного развития экономики Российской Федерации: PRO Y CONTRA // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. – 2017. – № 3. – С. 1–5.
2. Hindsbo M. Modeling in the era of digital transformation // Scientific and technical journal from the company. – 2018. – № 5. – P. 1–4.
3. Schmidt M.-Th. Application of digital twin technology in industry // Scientific and technical journal from the company. – 2018. – № 5. – P. 5–7.

4. Potgieter M.C. Modeling and optimization of complex systems and processes // *Scientific and technical journal from the company*. – 2018. – № 5. – P. 21–24.
5. Сычева Е. Г. Системный подход к управлению экономическими ресурсами авиапредприятий в целях обеспечения безопасности полетов // *Экономика и управление*. – 2015. – № 2 (112). – С. 69–74.
6. Антипова Т. С., Зарипова Р. С. Перспективы и проблемы импортозамещения информационных технологий в России // *Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте* : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово, 2017. – С. 4–6.
7. Гретченко А. А., Демченко О. Г., Горохова И. В. Формирование цифровой экономики в России // *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. – 2018. – № 3 (99). – С. 3–11.
8. Гнездова Ю. В. Развитие цифровой экономики России как фактора повышения глобальной конкурентноспособности // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. – 2017. – № 5. – С. 16–19.
9. Иванов В. В., Малинецкий Г. Г. Стратегические приоритеты цифровой экономики // *Стратегические приоритеты*. – 2017. – № 3 (15). – С. 54–95.
10. Салтанаева Е. А., Эшлиоглу Р. И. Методика управления информационными технологиями на предприятиях и в организациях // *Аллея науки*. – 2018. – Т. 1. – № 2 (18). – С. 330–333.
11. Кешелава А. В., Буданов В. Г., Румянцев В. Ю. Введение в «Цифровую» экономику. – М. : ВНИИГеосистем, 2017. – 28 с.
12. Княгинин В. Н. Цифровая трансформация авиационного двигателестроения // *Рациональное Управление Предприятием*. – 2018. – № 3–4. – С. 60–61.
13. Харченко А. А., Конюхов В. Ю. Цифровая экономика как экономика будущего // *Молодежный вестник ИРГТУ*. – 2017. – № 3 (27). – С. 17–20.
14. Magie J. Industrial IoT Leaders // *Scientific and technical journal from the company*. – 2017. – № 4. – P. 13–17.
15. Фурсов С. В. Концепция стратегического управления промышленным предприятием // *Основы экономики, управления и права*. – 2013. – № 4 (10). – С. 79–86.

### References

1. Yudina T.N. Digitalization as a trend in the modern development of the economy of the Russian Federation: PRO Y CONTRA. *State and municipal management. Scholarly Notes SKAGS*, 2017, no. 3, pp. 1-5. (in Russian).
2. Hindsbo M. Modeling in the era of digital transformation. *Scientific and technical journal from the company*, 2018, no. 5, pp. 1-4.
3. Schmidt M.-Th. Application of digital twin technology in industry. *Scientific and technical journal from the company*, 2018, no. 5, pp. 5-7.
4. Potgieter M.C. Modeling and optimization of complex systems and processes. *Scientific and technical journal from the company*, 2018, no. 5, pp. 21-24.
5. Sycheva E.G. A systematic approach to managing the economic resources of airlines to ensure flight safety. *Economics and Management*, 2015, no. 2 (112), pp. 69-74. (in Russian).
6. Antipova T.S., Zaripova R.S. Prospects and problems of import substitution of information technologies in Russia, in: *Innovations in information technologies, mechanical engineering and motor transport*, Collection of materials of the International scientific-practical conference, Kemerovo, 2017, pp. 4-6. (in Russian).
7. Gretchenko A.A., Demenko O.G., Gorokhova I.V. The formation of the digital economy in Russia. *Bulletin of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov*, 2018, no. 3 (99), pp. 3-11. (in Russian).
8. Gnezdova Yu.V. The development of the digital economy of Russia as a factor in increasing global competitiveness. *Intellect. Innovation. Investments*, 2017, no. 5, pp. 16-19. (in Russian).
9. Ivanov V.V., Malinetskiy G.G. Strategic Priorities of the Digital Economy. *Strategic Priorities*, 2017, no. 3 (15), pp. 54-95. (in Russian).
10. Saltanaeva E.A., Eshelioglu R.I. Information Technology Management Technique at Enterprises and Organizations. *Alley of Science*, 2018, Vol. 1, no. 2 (18), pp. 330-333. (in Russian).

11. Keshelava A.V., Budanov V.G., Rumyantsev V.Yu. *Introduction to the "Digital" Economy*, Moscow, VNIIGeosistem publ., 2017, 28 p. (in Russian).
12. Knyaginina V.N. Digital Transformation of Aircraft Engine Building. *Rational Enterprise Management*, 2018, no. 3-4, pp. 60-61. (in Russian).
13. Kharchenko A.A., Konyukhov V.Yu. Digital economy as an economy of the future. *Youth Herald of the ISTU*, 2017, no. 3 (27), pp. 17-20. (in Russian).
14. Magie J. Industrial IoT Leaders. *Scientific and technical journal from the company*, 2017, no. 4, pp. 13-17.
15. Fursov S.V. The concept of strategic management of an industrial enterprise. *Fundamentals of Economics, Management and Law*, 2013, no. 4 (10), pp. 79-86. (in Russian).

#### **Сведения об авторах**

**Шпак Полина Степановна** – специалист по таможенному оформлению

Адрес для корреспонденции: 194100, Россия, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., 68д  
E-mail: shpakpolina03@yandex.ru  
РИНЦ AuthorID: 1034218

**Сычева Екатерина Геннадьевна** – канд. экон. наук, доцент кафедры экономики

Адрес для корреспонденции: 196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38  
E-mail: e.g.sycheva@yandex.ru  
РИНЦ AuthorID: 653370

**Меринская Екатерина Евгеньевна** – старший преподаватель кафедры экономики

Адрес для корреспонденции: 196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38  
E-mail: merinskayaee@mail.ru  
РИНЦ AuthorID: 913751

#### **Вклад авторов**

Шпак П.С. – обзор литературы, гипотезы и методы исследования, основные результаты исследования, библиографический список  
Сычева Е.Г. – аннотация и введение, общие правки  
Меринская Е.Е. – оформление рисунков и таблиц

#### **Для цитирования**

Шпак П. С., Сычева Е. Г., Меринская Е. Е. Концепция цифровых двойников как современная тенденция цифровой экономики // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2020. – Т. 18, № 1. – С. 57–68. – DOI: 10.24147/1812-3988.2020.18(1).57-68.

#### **About the authors**

**Polina S. Shpak** – Customs Clearance Specialist  
Postal address: 68d, Bol'shoi Sampsonievskii pr., St. Petersburg, 194100, Russia  
E-mail: shpakpolina03@yandex.ru  
RSCI AuthorID: 1034218

**Ekaterina G. Sycheva** – PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics

Postal address: 38, Pilotov ul., St. Petersburg, 196210, Russia  
E-mail: e.g.sycheva@yandex.ru  
RSCI AuthorID: 653370

**Ekaterina E. Merinskaya** – senior lecturer of the Department of Economics

Postal address: 38, Pilotov ul., St. Petersburg, 196210, Russia  
E-mail: merinskayaee@mail.ru  
RSCI AuthorID: 913751

#### **Authors' contributions**

Shpak P.S. – literature review, hypotheses and research methods, main research results, references  
Sycheva E.G. – abstract and introduction, general edits  
Merinskaya E.E. – preparation of figures and tables

#### **For citations**

Shpak P.S., Sycheva E.G., Merinskaya E.E. The concept of digital twins as a modern trend of digital economy. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2020, Vol. 18, no. 1, pp. 57-68. DOI: 10.24147/1812-3988.2020.18(1).57-68. (in Russian).