

Научная статья

УДК 330.341

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>



МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНВЕРГЕНТНОСТИ ЦИФРОВОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ И ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИИ 4.0 И 5.0

А.В. Бабкин¹ , Е.В. Шкарупета^{1,2} , Л.В. Ташенова³ 

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация;

³ Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,
г. Караганда, Республика Казахстан

 al-vas@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования конвергенции цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации обусловлена существенным влиянием цифровых технологий на современные экономические системы, где они выступают катализатором инноваций, модернизации промышленной структуры и устойчивого развития в рамках концепций Индустрии 4.0 и 5.0. Целью исследования является разработка авторской методики оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрий 4.0 и 5.0. Это позволит заполнить существующий пробел в научной литературе и предоставит инструментарий для анализа и сравнения эффективности применения цифровых технологий в различных экономических системах. Особое внимание уделено адаптации этой методики для условий Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, что обогатило теоретическую базу и практические рекомендации в данной области. В исследовании применены методы дескриптивного, критерияльного, количественного, сравнительного и трендового анализа; методы систематизации, агрегирования и нормализации. Источником исходных данных в динамике с 2010 по 2022 гг. явился Росстат в части показателей информационного общества по состоянию на сентябрь 2023 г. Результаты исследования заключаются в разработке и успешной апробации авторской методики оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в общем по Российской Федерации, а также в сравнительном анализе динамики этого процесса между Россией и Китаем. Методика включает в свой состав 6 основных этапов. Новизна работы заключается в создании уникального инструментария для анализа конвергентности в условиях Индустрий 4.0 и 5.0, включающего систему показателей оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации из 2 первичных, 7 вторичных и 19 третичных показателей, что заполняет существующий пробел в академической литературе. Практическая ценность исследования выражается в сформулированных на основе эмпирических данных рекомендаций для стимулирования устойчивого развития цифровой экономики в России. Дальнейшие исследования могут быть направлены на детализацию методики оценки конвергентности для различных отраслей и географических регионов, интеграцию с другими индикаторами устойчивого развития и резильентности, а также на анализ эффективности различных этапов и механизмов внедрения цифровых технологий.

Ключевые слова: Цифровая экономика, Индустрия 4.0, конвергентность, цифровые предприятия, индустриализация, цифровизация

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 23-28-01316 «Стратегическое управление эффективным устойчивым ESG-развитием многоуровневой киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа в циркулярной экономике на основе концепции Индустрия 5.0: методология, инструментарий, практика», <https://rscf.ru/project/23-28-01316>

Для цитирования: Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. (2023) Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0. *Т-Еconomy*, 16 (5), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>



METHODOLOGY FOR ASSESSING THE CONVERGENCE OF DIGITAL INDUSTRIALIZATION AND INDUSTRIAL DIGITALIZATION IN THE CONDITIONS OF INDUSTRY 4.0 AND 5.0

A.V. Babkin¹ ✉, E.V. Shkarupeta^{1,2} , L.V. Tashenova³ 

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation;

² Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation;

³ Karaganda University named after academician Y.A Buketov,
Karaganda, The Republic of Kazakhstan

✉ al-vas@mail.ru

Abstract. The relevance of the study of the convergence of digital industrialization and industrial digitalization is due to the significant impact of digital technologies on modern economic systems, where they act as a catalyst for innovation, modernization of the industrial structure and sustainable development within the framework of the concepts of Industry 4.0 and 5.0. The purpose of the study is to develop an author's methodology for assessing the convergence of the digital industrialization and industrial digitalization in the conditions of Industry 4.0 and 5.0. This will fill the existing gap in the scientific literature and provide a tool for analyzing and comparing the effectiveness of digital applications in various economic systems. Particular attention is paid to the adaptation of this methodology for the conditions of Industry 4.0 and 5.0, which enriched the theoretical basis and practical recommendations in this area. The study applied methods of descriptive, criteria, quantitative, comparative and trend analysis; methods of systematization, aggregation and normalization. The source of initial data in dynamics from 2010 to 2022 was Rosstat in terms of information society indicators as of September 2023. The results of the study consist in the development and successful testing of the author's methodology for assessing the convergence of the digital industrialization and industrial digitalization in general in the Russian Federation, as well as in a comparative analysis of the dynamics of this process between Russia and China. The method includes 6 main stages. The novelty of the work lies in creation of a unique tool for convergence analysis in Industry 4.0 and 5.0, which includes a system of indicators for assessing the convergence of digital industrialization and industrial digitalization from 2 primary, 7 secondary and 19 tertiary indicators, which fills the existing gap in the academic literature. The practical value of the study is expressed in recommendations formulated on the basis of empirical data to stimulate the sustainable development of the digital economy in Russia. Further research may focus on detailing the convergence assessment methodology across industries and geographies, integration with other indicators of sustainability and resiliency, and effectiveness analysis for different stages and mechanisms of digital adoption.

Keywords: Digital Economy, Industry 4.0, Convergence, Digital Enterprises, Industrialization, Digitalization

Acknowledgements: The research was financially supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-28-01316 “Strategic management of effective sustainable ESG development of a multi-level cyber-social industrial ecosystem of a cluster type in a circular economy based on the concept of Industry 5.0: methodology, tools, practice”, <https://rscf.ru/project/23-28-01316>

Citation: Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Tashenova L.V. (2023) Methodology for assessing the convergence of digital industrialization and industrial digitalization in the conditions of Industry 4.0 and 5.0. *Т-Еconomy*, 16 (5), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>

Введение

Актуальность исследования

Актуальность конвергенции цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации является неоспоримой в контексте современных экономических и технологических трендов, когда множественные и кумулятивные эффекты широкого применения цифровых технологий порождают новые бизнес-модели и стимулируют высококачественное развитие региональных экономик. Цифровая технология все больше становится ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность промышленности. Конвергенция между цифровой индустриализацией и цифровизацией промышленности:

- не только способствует модернизации промышленной структуры, но и улучшает инновационную способность, повышает инновационный потенциал;
- представляет собой стратегический вектор, способный обеспечить резильентность и устойчивое развитие экономики в условиях Индустрии 4.0 и 5.0;
- является индикатором, позволяющим оценить устойчивость цифровой экономики, актуализирует глубокую конвергенцию цифровой экономики и экономики реального сектора.

Объектом исследования являются процессы цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации как проекции цифровой экономики РФ, зародившиеся в условиях Индустрии 4.0, функционирующие и развивающиеся в условиях Индустрии 5.0.

Предметом исследования выступают управленческие, организационные и экономические отношения, возникающие в процессе решения комплекса теоретических, научно-методических и практических вопросов и проблем конвергентного управления цифровой реиндустриализацией и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0.

Базис области исследования определяется теориями индустриализации, модернизации [1] и реиндустриализации [2]; концепциями Индустрий 4.0 [3] и 5.0 [4]; конвергентной концепцией цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации, заложенной в 2020–2022 гг. Китайской академией информационных и коммуникационных технологий (China Academy of Information and Communications Technology, CAICT) [5–9] и развитой в части теоретической концептуализации и методической оценки конвергентности [10, 11].

Литературный обзор

Теории индустриализации, модернизации и реиндустриализации в промышленности

Анализ определений понятия *индустриализации* [12–16] позволяет авторам выделить несколько ключевых аспектов этого сложного и многофакторного процесса. Во-первых, во всех определениях присутствует элемент крупного машинного производства как основы индустриализации. Во-вторых, акцент делается на переходе от аграрного типа экономики к индустриальному, что подразумевает не только технологические изменения, но и структурные сдвиги в экономике. В-третьих, индустриализация связана с применением научно-технических инноваций и развитием новых технологий. Также стоит отметить, что индустриализация рассматривается как целенаправленный процесс, в ходе которого происходит не только модернизация производства, но и значительное увеличение доли промышленного сектора в общей структуре экономики. Это, в свою очередь, ведет к высвобождению кадровых ресурсов для других сфер деятельности, что является важным фактором социального развития.

По мнению Б.Н. Порфирьева и соавторов [17], *модернизация* представляет собой комплексный процесс, направленный на создание индустриальной базы с отраслевой структурой и технической оснащенностью, соответствующими мировым стандартам. Этот процесс также включает в себя установление взаимной автономии социальных сфер, что предполагает создание развитых систем социальной защиты, а также укрепление правовой защищенности человека. В этом контексте модернизация является не только технологическим, но и социально-экономическим процессом.

По мнению Е.М. Бухвальда и А.В. Бабкина [18], *новая индустриализация*, или *неоиндустриализация* — это процесс, который идет дальше простой модернизации и предполагает формирование новых отраслей и направлений, основанных на передовых технологиях и инновациях. Это может включать в себя развитие высокотехнологичных отраслей, таких как искусственный интеллект, биотехнологии, нанотехнологии и другие.

Анализ различных определений *реиндустриализации*, представленных в статьях разных авторов [19–21], позволяет выявить несколько ключевых аспектов этого процесса. Во-первых, реиндустриализация рассматривается как интенсивное развитие промышленности, основанное на крупных инвестициях в новые технологии и оборудование. Во-вторых, акцентируется внимание на необходимости модернизации и инновационного развития как отдельных отраслей, так и промышленности в целом. Также стоит отметить, что реиндустриализация охватывает не только технологическую, но и социально-институциональную сферы, требуя согласованных изменений в различных аспектах жизни общества. Это подчеркивает многоуровневый и многоаспектный характер реиндустриализации, включающий в себя технологические, экономические, социальные и управленческие изменения. Таким образом, реиндустриализация является комплексной экономической стратегией, направленной на модернизацию и инновационное развитие промышленности. Она представляет собой набор конкретных мероприятий, которые должны быть реализованы в рамках приоритетов развития передовых и высокотехнологичных отраслей промышленности, включая применение технологий Индустрии 4.0.

Индустрия 4.0 и Индустрия 5.0

Подробный литературный обзор концепций Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0 выполнен авторами в своих предыдущих исследованиях [4, 22, 23].

Индустрия 4.0 представляет собой новую парадигму в развитии промышленности, которая тесно связана с процессами индустриализации и модернизации. Эта концепция акцентирует внимание на цифровизации, автоматизации и сетевой интеграции производственных процессов. Она также коррелирует с NBIC-конвергенцией (*Nano-Bio-Info-Cognito*), которая объединяет нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии и когнитивные науки в единый комплекс, способствуя созданию новых материалов, процессов и бизнес-моделей.

Индустрия 5.0, в свою очередь, фокусируется на более глубокой интеграции человека и машины, а также на устойчивом и персонализированном производстве. Эта концепция тесно связана с процессом реиндустриализации, который предполагает пересмотр существующих производственных практик с целью их оптимизации и адаптации к новым социально-технологическим реалиям. Индустрия 5.0 также ассоциируется с SCBIN-конвергенцией (*Socio-Cognito-Bio-Info-Nano*), в которой социальные, когнитивные, биологические, информационные и нанотехнологии сливаются для создания новых форм производства и социальной организации.

Конвергентная концепция цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации и их связь с Индустриями 4.0 и 5.0

В 2020 году САИСТ представила «Фреймворк четырёх ориентаций» в цифровой экономике (рис. 1). Цифровая индустриализация и индустриальная цифровизация в данном фреймворке выступают соответственно второй и третьей ориентацией совместно с развитием валуизации данных как процессу присвоения им экономической стоимости (первой ориентацией) и цифровым управлением (четвертой ориентацией цифровой экономики).

Под *цифровой индустриализацией* САИСТ понимает информационно-коммуникационную индустрию, включающую в себя индустрию производства электронной информации, телекоммуникационную индустрию, индустрию программного обеспечения и информационно-технологических услуг, интернет-индустрию и т.д. Цифровая индустриализация включает в себя, в частности, 5G, интегральные схемы, программное обеспечение, искусственный интеллект, большие данные, облачные вычисления, блокчейн и другие технологии, продукты и услуги. Цифровая индустри-



Рис. 1. «Фреймворк четырёх ориентаций» в цифровой экономике CAICT
 Fig. 1. CAICT's Framework of "Four Orientations" in Digital Economy

ализация фокусируется на пересмотре и оптимизации существующих производственных систем с использованием цифровых технологий, таких как интернет вещей, большие данные и искусственный интеллект. Это совпадает с основными принципами Индустрии 4.0, которые включают в себя автоматизацию, цифровизацию и сетевую интеграцию [23].

Индустриальная цифровизация (цифровизация промышленности) рассматривается как повышение объемов и эффективности производства за счет применения цифровых технологий в традиционных отраслях. Цифровизация промышленности включает в себя, в частности, промышленный Интернет, интеграцию индустриализации и модернизации, интеллектуальное производство, Интернет транспортных средств, платформенную экономику и другие интегрированные новые отрасли, новые модели и новые формы бизнеса. Индустриальная цифровизация подразумевает не только применение новых технологий, но и их интеграцию в социально-экономические процессы с целью создания более гибких, адаптивных и устойчивых промышленных систем. Это соответствует стратегическим ориентирам Индустрии 5.0, которые включают в себя персонализацию производства, устойчивое развитие и глубокую интеграцию человека и машины [24].

Xuejun Jin и Xiao Pan [11] доказывают, что цифровая индустриализация и индустриальная цифровизация стабильно развиваются, и в 2021 году масштаб цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации составил 8,4 триллиона юаней и 3,72 миллиарда юаней соответственно.

Матрица соотношения теорий модернизации, индустриализации и реиндустриализации, концепций цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации с Индустриями 4.0 и 5.0 представлена в табл. 1.

Существующие методы и методики измерения и оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации

CAICT предлагает следующий оценочный фреймворк для измерения цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации [5–9]:

– в контексте цифровой индустриализации фокусируемся на добавленной стоимости, создаваемой в сфере информационных технологий. Этот показатель охватывает инновации в области цифровых технологий и производство цифровых продуктов. Основные компоненты включают в себя электронное информационное производство, индустрию информационных коммуникаций, Интернет-индустрию и индустрию программных услуг. Масштабы цифровой индустриализации в этом контексте измеряются как сумма добавленной стоимости этих компонент;

– что касается индустриальной цифровизации, здесь ключевым является показатель добавленной стоимости и повышения эффективности в других, нецифровых секторах экономики за счет применения цифровых технологий и продуктов. Масштабы цифровизации отрасли в этом

случае определяются через уровень повышения эффективности производства, который достигается за счет интеграции и проникновения информационно-коммуникационных продуктов и услуг в другие сектора экономики.

Таблица 1. Матрица соотнесения теорий индустриализации, модернизации и реиндустриализации, концепций цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации с Индустриями 4.0 и 5.0
Table 1. Matrix of Correlation between Theories of Industrialization, Modernization, and Reindustrialization with Concepts of Digital Reindustrialization and Industrial Digitization in the Context of Industry 4.0 and 5.0

Концепции	Индустрия 4.0	Индустрия 5.0
Теории индустриализации, модернизации и реиндустриализации	Индустриализация включает в себя адаптацию новых технологий и может считаться начальным этапом на пути к Индустрии 4.0	Реиндустриализация может быть интерпретирована как переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0. Если Индустрия 4.0 фокусируется на автоматизации и цифровизации, то Индустрия 5.0 добавляет в эту картину элементы сотрудничества между человеком и машиной, устойчивого развития и персонализации производства. Реиндустриализация в этом контексте означает адаптацию промышленности к новым технологическим и социальным требованиям, включая внедрение принципов Индустрии 5.0
	Модернизация тесно связана с концепцией Индустрии 4.0, которая предполагает внедрение цифровых технологий, интернета вещей, больших данных и искусственного интеллекта в промышленные процессы. Модернизация в этом контексте означает переход от устаревших технологий к современным, цифровым решениям	
NBIC-конвергенция (Nano-Bio-Info-Cognito) и SCBIN-конвергенция (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano)	Индустрия 4.0 коррелирует с NBIC-конвергенцией, которая объединяет нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии и когнитивные науки в единый комплекс, способствуя созданию новых материалов, процессов и бизнес-моделей	Индустрия 5.0 ассоциируется с SCBIN-конвергенцией, в которой социальные, когнитивные, биологические, информационные и нанотехнологии сливаются для создания новых форм производства и социальной организации
Конвергентная концепция цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации	Концепция цифровой индустриализации тесно связана с парадигмой Индустрии 4.0, поскольку обе направлены на интеграцию цифровых технологий в промышленные процессы	Концепция индустриальной цифровизации находит свое отражение в Индустрии 5.0, которая, в дополнение к технологическим инновациям, акцентирует внимание на человеческом факторе и устойчивости

Источник: составлено авторами

Yaozhi Xu и Liling Xu [10] измеряют уровень цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в каждой провинции Китая в период с 2013 по 2019 год и проверяют его влияние на сложность экспортных технологий и его механизм. Указанные авторы разработали соответствующую систему измерения показателей уровня цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации, представленную в табл. 2.

Конвергенция между цифровой индустриализацией и индустриальной цифровизацией оценивается Yaozhi Xu и Liling Xu на основе расчета итогового коэффициента CDI_{IDit} с использованием метода координированного развития [10]:

$$CDI_{IDit} = \frac{\min(CDI_{ID1it}, CDI_{ID2it})}{\max(CDI_{ID1it}, CDI_{ID2it})}, \quad (1)$$

где CDI_{ID1it} – коэффициент подсистемы «индустриальная цифровизация, управляемая цифровой индустриализацией», отражающий разрыв между уровнем индустриальной цифровизации, требуемым для цифровой индустриализации провинции i в году t , и этим показателем во всех провинциях в том же году [10]:

$$CDI_{ID1i} = \exp(\hat{y}(DIG_{it}, i, t) - \max_{i=1, \dots, n} \hat{y}(DIG_{it}, i, t)), \quad (2)$$

CDI_{ID2it} – коэффициент подсистемы «индустриальная цифровизация способствует цифровой индустриализации» [10]:

$$CDI_{ID2i} = \exp(\hat{y}(IND_{it}, i, t) - \max_{i=1, \dots, n} \hat{y}(IND_{it}, i, t)). \quad (3)$$

CDI_{IDit} принимает значения в диапазоне [0, 1]; чем ближе значение к 1, тем лучше конвергенция между цифровой индустриализацией и индустриальной цифровизацией и тем выше устойчивость и резильентность системы цифровой экономики [10].

Таблица 2. Показатели оценки уровня цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации Yaozhi Xu и Liling Xu
Table 2. Indicators of the Level of Digital Industrialization and Industrial Digitalization by Yaozhi Xu and Liling Xu

Первичные индикаторы	Вторичные индикаторы	Третичные индикаторы
Цифровая индустриализация	Цифровая инфраструктура	1. Длина оптических кабельных линий 2. Количество базовых станций мобильной связи
	Цифровая среда	3. Количество портов широкополосного доступа в интернет 4. Количество доменных имен в интернете 5. Доходы от индустрии программного обеспечения 6. Выход информационных услуг 7. Общий объем телекоммуникационного бизнеса
	Цифровые таланты	8. Количество людей, занятых в сфере информационных услуг 9. Количество людей, работающих в индустрии программного обеспечения 10. Эквивалент полного рабочего времени персонала по НИОКР
Индустриальная цифровизация	Цифровые финансы	11. Ширина охвата цифровых финансов 12. Глубина использования цифровых финансов 13. Цифровизация цифровых финансов
	Цифровые транзакции	14. Уровни мобильных онлайн-платежей 15. Транзакции в электронной коммерции 16. Количество проведенных бизнес-операций в электронной коммерции
	Цифровая помощь	17. Количество компаний с веб-сайтами 18. Количество компьютеров в использовании на конец периода 19. Уровень проникновения мобильных телефонов

Источник: [10]

Результаты исследования Yaozhi Xu и Liling Xu показали, что уровень конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации [10]:

– играет положительную роль в повышении сложности экспортных технологий, и в краткосрочной перспективе необходимо уделять больше внимания развитию цифровизации промышленности для повышения сложности экспортных технологий;

– повышает сложность экспортных технологий через каналы модернизации промышленной структуры и повышения инновационной способности.

Qiong Wang и Yihan Wei [25] проводят исследование влияния цифровой экономики на технологические инновации, в контексте которого разработали соответствующую систему измерения показателей цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации, представленную в табл. 3.

Таблица 3. Показатели измерения уровня цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации Qiong Wang и Yihan Wei
Table 3. Indicators of the Level of Digital Industrialization and Industrial Digitalization by Qiong Wang and Yihan Wei

Системный слой	Индикаторный слой	Описание индикатора	Единица измерения
Цифровая индустриализация	1. Практикующие в цифровой индустрии	Среднегодовое количество сотрудников в отраслях программного обеспечения, передачи информации и технологических услуг	человек
	2. Доходы от программного бизнеса	Доходы от программного бизнеса	10 ⁴ юаней
	3. Доходы от телеком-бизнеса	Доходы от телеком-бизнеса	10 ⁴ юаней
	4. Количество пользователей цифрового ТВ	Общее количество пользователей цифрового ТВ	10 ⁴ домохозяйств
Индустриальная цифровизация	5. Продажи в электронной коммерции	Продажи в электронной коммерции	10 ⁸ юаней
	6. Уровень онлайн-розничных транзакций	Доля онлайн-розничных транзакций в ВВП	%
	7. Покрытие корпоративных сайтов	Доля компаний с веб-сайтами	%
	8. Индекс цифрового финансового включения	Индекс цифрового финансового включения Пекинского университета	–
	9. Объем экспресс-услуг	Объем экспресс-услуг	10 ⁴ штук

Источник: [25]

В результате исследования Qiong Wang и Yihan Wei эмпирически на примере китайских промышленных предприятий за период 2016–2020 гг. подтвердили две гипотезы [25]:

– Цифровая индустриализация оказывает стимулирующее влияние на технологическую инновацию предприятий.

– Индустриальная цифровизация может значительно способствовать технологической инновации на предприятиях.

Сравнение двух индикаторных систем для оценки цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации (табл. 2 и 3) показывает различия в подходах и фокусе. Система Yaozhi Xu и Liling Xu [10] (табл. 2) предлагает более разветвленный подход, включая третичные индикаторы и разнообразные аспекты, такие как цифровая инфраструктура, цифровая среда и цифровые таланты. Эта система кажется более детализированной и охватывает широкий спектр факторов, влияющих на цифровую индустриализацию и индустриальную цифровизацию.

С другой стороны, система Qiong Wang и Yihan Wei [25] (табл. 3) фокусируется на ключевых индикаторах, таких как доходы от программного и телеком-бизнеса, уровень онлайн-розничных

транзакций и индекс цифрового финансового включения. Эта система кажется более концентрированной и направлена на измерение экономического влияния и эффективности.

По результатам литературного обзора идентифицирована *научная проблема*, связанная с отсутствием унифицированных и масштабируемых методик оценки конвергентности цифровой индустрии и индустриальной цифровизации, которые были бы апробированы в международном контексте, за исключением Китая. Это создает пробел в научных исследованиях и ограничивает возможности для анализа и сравнения эффективности применения цифровых технологий в промышленности на глобальном уровне в условиях Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0.

Цель исследования

Целью данного исследования является разработка авторской методики оценки конвергентности цифровой индустрии и индустриальной цифровизации в условиях Индустрий 4.0 и 5.0. Это позволит заполнить существующий пробел в научной литературе и предоставит инструментарий для анализа и сравнения эффективности применения цифровых технологий в различных экономических системах. Особое внимание будет уделено адаптации этой методики для условий Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, что обогатит теоретическую базу и практические рекомендации в данной области.

Задачи исследования включают:

- разработку авторской методики оценки конвергентности цифровой индустрии и индустриальной цифровизации в условиях Индустрий 4.0 и 5.0;
- апробацию предложенной методики в целом по Российской Федерации в динамике за 2010–2022 гг.;
- выявление основных тенденций развития конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в целом по Российской Федерации и сравнение динамики цифровой конвергентности с Китаем;
- формулировка практических рекомендаций для дальнейшего развития цифровой экономики в России.

Методы и материалы

В статье применяются следующие основные методы исследования:

- Дескриптивный анализ используется для описания характеристик выбранной системы показателей и их классификации на первичные, вторичные и третичные уровни.
- Критериальный анализ на основе шести ключевых критериев (актуальность, доступность, охват, своевременность, соответствие и прозрачность) применяется для отбора показателей, включаемых в систему.
- На основе количественного анализа производится расчет среднеарифметических значений по третичным и вторичным индикаторам для формирования итогового показателя конвергентности.
- Сравнительный анализ позволяет сопоставить данные по Российской Федерации с данными по Китаю для выявления ключевых тенденций и различий между двумя странами.
- На основе трендового анализа изучается динамика итогового показателя конвергентности на протяжении ряда лет для выявления основных тенденций.

Дополнительно использован метод систематизации для упорядочивания собранных данных и показателей в соответствии с определенными критериями или логикой, что облегчает последующий анализ. Метод агрегирования используется для суммирования или усреднения данных по определенным группам показателей, что позволяет сделать выводы на более высоком уровне абстракции. На основе метода нормализации различные показатели приведены к общей шкале и единицам измерения, что необходимо для сравнения и агрегирования данных.

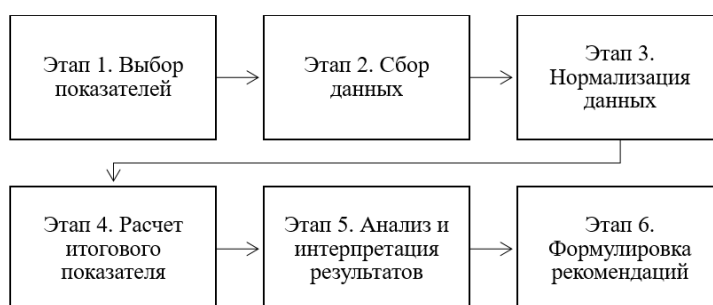


Рис. 2. Основные этапы методики оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации
 Fig. 2. General Framework for Assessing the Convergence of Digital Industrialization and Industrial Digitalization

Результаты и обсуждение

Авторская методика оценки конвергентности цифровой индустрии и индустриальной цифровизации в условиях Индустрий 4.0 и 5.0 представляет собой последовательный и структурированный подход к анализу и включает следующие основные этапы, представленные на рис. 2.

На *первом этапе* осуществляется выбор показателей на основе ряда критериев, таких как актуальность, доступность и прозрачность. Этот этап критичен для обеспечения релевантности и точности последующего анализа.

Предлагаемая авторами система показателей оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрий 4.0 и 5.0 представлена в табл. 4. Выбор показателей для включения в систему основан на шести ключевых критериях: актуальность, доступность, охват, своевременность, соответствие и прозрачность.

Таблица 4. Система показателей оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации
Table 4. System of Indicators for Assessing the Convergence of Digital Industrialization and Industrial Digitalization

Первичные индикаторы	Вторичные индикаторы	Третичные индикаторы	Ед. изм.
Цифровая индустриализация	Цифровая инфраструктура	1. Проникновение подвижной радиотелефонной (сотовой) связи на 100 человек населения	Ед.
		2. Уровень цифровизации местной телефонной сети – всего	%
		3. Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций	%
		4. Доля организаций, использующих доступ к сети Интернет со скоростью не менее 2 Мбит/с, в общем числе организаций	%
	Цифровая среда	5. Доля внутренних затрат на научные исследования и разработки сектора ИКТ, в общем объеме внутренних затрат на научные исследования и разработки	%
		6. Удельный вес принципиально новых технологий, в общем числе разработанных передовых производственных технологий	%
		7. Объем инвестиций в основной капитал, направленных на приобретение информационного, компьютерного и телекоммуникационного (ИКТ) оборудования, в фактически действовавших ценах	Млн руб.
	Цифровые таланты	8. Численность исследователей, выполнявших научные исследования и разработки, на 10000 занятых в экономике	Чел.
		9. Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения	%

Окончание таблицы 4

Индустриальная цифровизация	Электронная коммерция	10. Доля организаций, размещавших заказы на товары (работы услуги) в Интернете, в общем числе обследованных организаций	%
		11. Доля организаций, получавших заказы на выпускаемые товары (работы, услуги) по Интернету, в общем числе обследованных организаций	%
		12. Доля учреждений здравоохранения, имевших веб-сайт, в общем числе обследованных учреждений здравоохранения	%
	Цифровая культура	13. Доля учреждений культуры, имевших веб-сайт, в общем числе обследованных учреждений культуры	%
		14. Число доступных в Интернете музейных предметов, внесенных в электронный каталог и имеющих цифровые изображения на 10 000 предметов общего музейного фонда	Ед.
	Цифровое управление бизнес-процессами	15. Доля организаций, имевших специальные программные средства для управления закупками товаров (работ, услуг), в общем числе обследованных организаций	%
		16. Доля организаций, имевших специальные программные средства для управления продажами товаров (работ, услуг), в общем числе обследованных организаций	%
		17. Доля организаций, использовавших ERP-системы, в общем числе обследованных организаций	%
		18. Доля организаций, использовавших CRM-системы, в общем числе обследованных организаций	%
	Электронное образование	19. Доля образовательных учреждений высшего профессионального образования, подключенных к Интернету по широкополосному доступу (256 Кбит/сек и выше), в общем числе обследованных учреждений высшего профессионального образования – всего	%

Источник: разработано авторами на основе показателей Мониторинга развития информационного общества в Российской Федерации Росстата

Авторская система показателей оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации представляет собой многомерный инструментарий, включающий в себя различные аспекты, начиная от инфраструктуры и заканчивая уровнем цифрового/электронного образования. Система разделена на две основные категории: цифровая индустриализация и индустриальная цифровизация, каждая из которых далее подразделяется на вторичные и третичные индикаторы.

В категории «Цифровая индустриализация» особое внимание уделяется инфраструктурным показателям, таким как проникновение мобильной связи и уровень цифровизации местной телефонной сети. Это отражает важность базовой инфраструктуры для развития цифровой экономики. Также здесь рассматриваются инвестиции в ИКТ-оборудование и уровень занятости в секторе ИКТ, что позволяет оценить вклад этого сектора в экономику и его потенциал для инноваций.

В категории «Индустриальная цифровизация» фокус смещается на применение цифровых технологий в различных отраслях, включая электронную коммерцию, управление бизнес-процессами, электронное образование и здравоохранение. Здесь основной акцент делается на интеграции и проникновении цифровых технологий в традиционные отрасли, что является ключевым фактором для повышения их эффективности и конкурентоспособности.

Второй этап, сбор данных, является фундаментальным для всего исследования. Здесь важно использовать надежные источники и методы сбора данных для минимизации возможных искажений.

Фактические значения показателей системы оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в целом по Российской Федерации представлены в табл. 5.

Таблица 5. Фактические значения показателей системы оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в целом по Российской Федерации
Table 5. Actual Values of Indicators for the Assessment System of Convergence of Digital Industrialization and Industrial Digitalization Across the Russian Federation

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	166,4	179,0	182,7	193,3	190,8	193,8	197,8	200,3	196,9	211,0	208,1	220,9	215,2
2	81,0	85,3	86,4	87,9	88,7	89,6	91,0	92,6	93,3	94,4	95,0	96,0	96,8
3	56,7	63,4	76,6	79,4	81,2	79,5	81,8	83,2	86,5	86,6	58,1	75,6	74,1
4	22,1	26,7	47,0	50,2	50,9	52,2	55,3	58,4	62,7	65,0	78,5	67,2	66,7
5	1,3	1,5	2,9	2,2	2,3	3,7	3,6	2,5	2,4	2,0	3,0	2,4	2,6
6	11,8	9,7	10,2	10,7	11,6	12,5	12,5	13,6	11,6	13,4	10,1	11,9	11,7
7	170255,2	248641,5	293661,4	283415,6	292151,9	304987,7	284667,7	389600,1	484298,0	617770,6	728511,5	756221,5	822203,1
8	54,6	55,3	54,8	54,3	55,1	52,5	51,4	50,1	48,6	49,0	49,8	48,0	47,8
9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7
10	35,0	39,2	41,1	43,4	41,7	41,3	41,6	41,2	42,2	43,3	40,7	42,0	41,8
11	16,9	17,1	18,0	18,9	17,6	18,2	19,3	20,1	22,5	23,7	24,7	26,4	30,6
12	18,1	31,6	56,6	66,6	66,4	72,1	77,0	78,5	79,6	86,7	85,6	88,0	88,6
13	14,9	18,6	23,3	26,9	27,7	32,0	37,3	42,4	45,6	50,0	45,2	47,8	48,2
14	—	49	56	80	116	147	265	454	839	1261	1760	2217	2805
15	—	36,1	36,2	38,6	36,3	38,4	37,8	36,2	38,3	39,0	23,7	26,9	33,7
16	—	24,3	22,8	22,9	20,3	21,9	21,8	22,0	25,9	26,0	16,0	18,6	26,6
17	5,1	6,2	6,5	7,5	10,1	9,3	10,7	12,2	13,8	14,8	11,5	13,8	21,9
18	4,1	4,6	5,0	5,7	7,2	9,9	9,4	10,3	13,2	13,9	10,8	13,4	21,9
19	84,3	87,7	94,2	94,7	94,6	92,7	94,3	96,0	86,2	90,3	93,1	93,4	93,7

Источник: составлено авторами по данным Росстата на сентябрь 2023 года¹

Третий этап, нормализация данных по методу минимакса, позволяет привести разнообразные показатели к единой шкале, что облегчает их последующее сравнение и агрегирование.

Четвертый этап включает расчет итогового показателя конвергентности на основе среднеарифметических значений по третичным и вторичным индикаторам. Это дает количественную оценку уровня конвергентности и позволяет провести сравнительный анализ.

Расчет итогового показателя на основе среднеарифметических значений по третичным и вторичным индикаторам представлен в табл. 6.

Пятый этап — анализ и интерпретация результатов — предполагает глубокий анализ полученных данных, выявление ключевых тенденций, аномалий и возможных причин наблюдаемых явлений.

Анализ полученных результатов позволил выявить основные тенденции и динамику конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в целом по Российской Федерации:

1. Итоговый показатель конвергентности в целом демонстрирует положительную динамику, начиная с 0,18 в 2010 году и достигая 0,75 в 2022 году. Это указывает на усиление взаимодействия и интеграции между цифровой индустриализацией и индустриальной цифровизацией.

2. Цифровая инфраструктура показывает стабильный рост, что является основой для развития всех других показателей. Она начинает с нулевого значения в 2010 году и достигает 0,8 в 2022 году.

¹ Информационное общество. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity>

Таблица 6. Итоговый показатель конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в целом по Российской Федерации
Table 6. Final Indicator of Convergence of Digital Industrialization and Industrial Digitalization Across the Russian Federation

Показатели	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Итоговый показатель конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации</i>	0,18	0,30	0,47	0,52	0,53	0,55	0,59	0,62	0,49	0,66	0,61	0,65	0,75
Цифровая индустриализация	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Цифровая инфраструктура	0,0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8
Цифровая среда	0,18	0,07	0,33	0,27	0,36	0,64	0,62	0,61	0,48	0,64	0,56	0,64	0,68
Цифровые таланты	0,70	0,75	0,72	0,68	0,74	0,56	0,49	0,40	0,05	0,33	0,63	0,26	0,25
Индустриальная цифровизация	0,07	0,25	0,45	0,54	0,50	0,51	0,58	0,65	0,55	0,71	0,60	0,71	0,91
Электронная коммерция	0,00	0,24	0,45	0,61	0,51	0,54	0,60	0,61	0,71	0,82	0,74	0,84	0,94
Цифровая культура	0,00	0,06	0,12	0,18	0,20	0,26	0,36	0,47	0,58	0,72	0,74	0,86	0,97
Цифровое управление бизнес-процессами	0,28	0,42	0,40	0,46	0,43	0,52	0,52	0,54	0,73	0,77	0,19	0,37	0,91
Электронное образование	0,00	0,29	0,85	0,89	0,88	0,72	0,85	1,00	0,16	0,51	0,75	0,78	0,80

Источник: рассчитано авторами

3. Цифровая среда и цифровые таланты имеют волатильную динамику. Например, показатель цифровых талантов снижается с 0,70 в 2010 году до 0,25 в 2022 году, что может свидетельствовать о несоответствии спроса и предложения на рынке труда в данной сфере.

4. Индустриальная цифровизация и ее подкатегории (электронная коммерция, цифровая культура, управление бизнес-процессами и электронное образование) в целом демонстрируют положительную динамику, особенно заметную после 2015 года. Это указывает на успешную интеграцию цифровых технологий в традиционные отрасли.

5. Некоторые показатели, такие как электронное образование и управление бизнес-процессами, имеют значительные колебания, что может отражать влияние экстерналий факторов или изменения в методологии исследования.

В целом, данные указывают на успешную конвергенцию цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации, хотя существуют определенные проблемы, требующие дополнительного исследования и корректировки политики в области цифровой трансформации экономики.

Полученные результаты оценки конвергентности по РФ могут быть сравнены с динамикой цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации, рассчитанной Хуеюн Жин и Хяо Пан [11] с 2016 по 2021 г. по Китаю (табл. 7).

Анализ данных по динамике развития цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в России и Китае выявляет ряд ключевых тенденций и различий между двумя странами.

1. Цифровая индустриализация: в Китае наблюдается стабильный и высокий рост темпов цифровой индустриализации, достигающий 57,69% к 2021 году относительно 2016 года. В России же динамика неравномерна, с падением на 26,82% в 2018 году и незначительным ростом в последующие годы.

2. Индустриальная цифровизация: в Китае также наблюдается более выраженная положительная динамика, с ростом на 113,79% к 2021 году. В России рост также присутствует, но он неравномерен и значительно меньше по амплитуде, достигая 21,96% к 2021 году.

Таблица 7. Сравнение динамики развития цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации по РФ и Китаю
Table 7. Comparison of the Development Dynamics of Digital Industrialization and Industrial Digitalization in Russia and China

Показатель	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Темп прироста цифровой индустриализации в РФ к 2016 году, %	0,00%	-1,67%	-26,82%	3,54%	5,49%	-0,99%
Темп прироста цифровой индустриализации в Китае к 2016 году, %	0,00%	19,23%	23,08%	36,54%	44,23%	57,69%
Темп прироста индустриальной цифровизации в РФ к 2016 году, %	0,00%	11,80%	-6,51%	20,59%	3,42%	21,96%
Темп прироста индустриальной цифровизации в Китае к 2016 году, %	0,00%	20,69%	43,10%	65,52%	82,18%	113,79%

Источник: рассчитано авторами по данным Росстата и [11]

3. Волатильность развития: российский рынок характеризуется большей волатильностью как в сфере цифровой индустриализации, так и индустриальной цифровизации. Это может свидетельствовать о нестабильности внешнего и внутреннего экономического окружения, а также о недостаточной эффективности политики в данной сфере.

4. Конвергенция и резильентность: несмотря на различия в темпах роста, в обеих странах наблюдается положительная динамика в индустриальной цифровизации, что указывает на возможности для конвергенции и увеличения резильентности цифровых экономик.

Шестой этап заключается в формулировке рекомендаций, которые могут быть как стратегического, так и тактического характера, и направлены на оптимизацию процессов цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации.

На основе проведенного анализа авторами сформулированы практические рекомендации для дальнейшего развития цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в России.

1. Инвестиции в цифровую инфраструктуру: учитывая положительную динамику в развитии цифровой инфраструктуры, необходимо увеличить инвестиции в эту сферу, включая развитие широкополосного доступа и базовых станций мобильной связи.

2. Развитие цифровых талантов: следует активизировать программы подготовки и переподготовки кадров в сфере ИКТ, чтобы сократить дисбаланс между спросом и предложением на рынке труда.

3. Стимулирование инноваций в цифровой среде: необходимо создать механизмы для стимулирования инновационной активности, включая налоговые льготы и гранты для исследований и разработок в области цифровых технологий.

4. Интеграция цифровых технологий в традиционные отрасли: для ускорения индустриальной цифровизации следует разработать комплексные программы, направленные на интеграцию цифровых технологий в традиционные отрасли экономики.

5. Регулятивная поддержка: важным аспектом является создание благоприятного регулятивного окружения, которое будет способствовать развитию цифровой экономики, включая электронную коммерцию, цифровое управление и электронное образование.

6. Мониторинг и анализ: рекомендуется установить систему постоянного мониторинга и анализа показателей цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации, чтобы своевременно корректировать стратегии и тактики развития.

7. Международное сотрудничество: для обмена опытом и технологиями следует активизировать международное сотрудничество в данной сфере, включая участие в международных исследовательских проектах и программах.

Эти рекомендации могут служить отправной точкой для формирования комплексной стратегии развития цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в России.

Разработанная методика представляет собой комплексный инструментарий для оценки и анализа конвергентности в сфере цифровой индустрии, что особенно актуально в контексте быстро развивающихся технологий и экономических реалий Индустрий 4.0 и 5.0.

Заключение

1. Разработана авторская методика оценки конвергентности цифровой индустрии и индустриальной цифровизации, адаптированная для условий Индустрий 4.0 и 5.0. Этот результат является новаторским и заполняет пробел в существующей научной литературе.

2. Проведена успешная апробация предложенной методики на данных Российской Федерации за период 2010–2022 гг. Это позволило выявить основные тенденции и динамику развития конвергентности в цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации.

3. Осуществлено сравнение динамики цифровой конвергентности между Россией и Китаем, что является важным вкладом в международные исследования в данной области.

4. Сформулированы практические рекомендации для дальнейшего развития цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в России, основанные на полученных исследовательских данных.

В целом, исследование успешно достигло поставленной цели и задач, что обогатило теоретическую базу и предоставило практические рекомендации для дальнейшего развития цифровой экономики.

Направления дальнейших исследований

Один из наиболее перспективных векторов исследования — это анализ конвергентности в различных отраслях промышленности. Это позволит более точно адаптировать методику для конкретных экономических секторов и учитывать их специфику. Важным аспектом является изучение географических различий в развитии цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации. Это может включать в себя сравнительный анализ между различными регионами внутри страны или между разными странами. Существует потребность в интеграции разработанной методики с другими моделями и индикаторами, такими как индексы устойчивого развития или резильентности. Кроме того, очень актуальным является вопрос о том, какие этапы и механизмы внедрения цифровых технологий наиболее эффективны и как они соотносятся с уровнем конвергентности в различных отраслях и регионах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Махмудова Г.Н., Бабкин А.В. (2020) Теоретические аспекты инновационного развития в условиях модернизации экономики. *π-Economy*, 82 (2), 40–52.

2. Шкарупета Е.В. (2017) Реиндустриализация промышленности в условиях цифровой трансформации. *Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России*, 185–188.

3. Бабкин А.В. (2017) Цифровая экономика, индустрия 4.0 и формирование государственной промышленной политики. *Стратегическое планирование и развитие предприятий*, 580–585.

4. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотников В.А. (2021) Интеллектуальная киберсоциальная экосистема Индустрии 5.0: понятие, сущность, модель. *Экономическое возрождение России*, 4 (70), 39–62.

5. Digital Economy Development in China (2020). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202007/t20200706_285683.html [Accessed 10.09.2023].

6. A New Vision of the Global Digital Economy (2020). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202010/t20201027_360756.html [Accessed 10.09.2023].
7. White Paper on China's Digital Economy Development (2021). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202104/t20210429_375940.html [Accessed 10.09.2023].
8. Report on the Development of China's Digital Economy (2022). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202208/t20220819_407677.html [Accessed 10.09.2023].
9. White Paper on Global Digital Economy (2022). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202303/t20230316_416850.html [Accessed 10.09.2023].
10. Xu Y., Xu L. (2023) The Convergence between Digital Industrialization and Industrial Digitalization and Export Technology Complexity: Evidence from China. *Sustainability*, 15 (11), 9081.
11. Jin X., Pan X. (2023) Government Attention, Market Competition and Firm Digital Transformation. *Sustainability*, 15 (11), 9057.
12. Усольцева А.В. (2017) Реиндустриализация промышленности как приоритетная задача государства. *NovaInfo*, 3 (62), 198–202.
13. Сухарев О.С. (2014) Реиндустриализация экономики России и технологическое развитие. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*, 10, 2–16.
14. Бодрунов С.Д. (2015) Какая индустриализация нужна России? *Экономическое возрождение России*, 2 (44), 6–17.
15. Li J., Li G. (2023) What drives resource sustainability in Asia? Discovering the moderating role of financial development and industrialization. *Resources Policy*, 85, 103650.
16. Göçoğlu V., Göksu S. (2023) How do industrialization and agricultural land use affect urban population in Turkey? Policy implications in the context of SDGs. *Journal of Policy Modeling*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2023.08.004>
17. Порфирьев Б.Н. и др. (2017) *Модернизация промышленности и развитие высокотехнологичных производств в контексте «зеленого» роста*, монография, М.: Научный консультант.
18. Бухвальд Е.М., Бабкин А.В. (2015) «Новая индустриализация» и становление промышленной политики в России. *Реструктуризация экономики России и промышленная политика, INDUSTRY-2015, Санкт-Петербург, 24 марта 2015 года*, 13–30.
19. Путин В.В. (2012) О наших экономических задачах. *Ведомости*, 30 (3029), 2.
20. Бодрунов С.Д. (2014) Реиндустриализация экономики: начнем с импортозамещения? *Экономическое возрождение России*, 3 (41), 5–7.
21. Романова О.А., Бухвалов Н.Ю. (2014) Реиндустриализация как определяющая тенденция экономического развития промышленных территорий. *Фундаментальные исследования*, 6-1, 151–155.
22. Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М., Шкарупета Е.В. (2023) Индустрия 5.0: основы создания системной тетрады киберсоциальных экосистем. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*, 1, 103–120.
23. Ташенова Л.В., Бабкин А.В. (2021) Индустрия 5.0 и киберсоциальные экосистемы: сущность и особенности. *Индустрия 5.0, цифровая экономика и интеллектуальные экосистемы (ЭКО-ПРОМ-2021). Сборник трудов IV Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции и XIX сетевой конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 18–20 ноября 2021 года*, 200–205.
24. Zhang T., Li N. (2023) Measuring digital economy: From the perspective of digital industrialization and industry digitalization. *Procedia Computer Science*, 221, 1006–1012.
25. Ma R., Lin B. (2023) Digitalization and energy-saving and emission reduction in Chinese cities: Synergy between industrialization and digitalization. *Applied Energy*, 345, 121308.
26. Wang Q., Wei Y. (2023) Research on the Influence of Digital Economy on Technological Innovation: Evidence from Manufacturing Enterprises in China. *Sustainability*, 15 (6), 4995.

REFERENCES

1. Makhmudova G.N., Babkin A.V. (2020) Teoreticheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya v usloviyakh modernizatsii ekonomiki. *π-Economy*, 82 (2), 40–52.
2. Shkarupeta E.V. (2017) Reindustrializatsiya promyshlennosti v usloviyakh tsifrovoy transformatsii. *Problemy sovremennykh ekonomicheskikh, pravovykh i estestvennykh nauk v Rossii*, 185–188.
3. Babkin A.V. (2017) Tsifrovaya ekonomika, industriya 4.0 i formirovaniye gosudarstvennoy promyshlennoy politiki. *Strategicheskoye planirovaniye i razvitiye predpriyatii*, 580–585.
4. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Plotnikov V.A. (2021) Intellektual'naya kibersotsial'naya ekosistema Industrii 5.0: ponyatiye, sushchnost', model'. *Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii*, 4 (70), 39–62.
5. Digital Economy Development in China (2020). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202007/t20200706_285683.html [Accessed 10.09.2023].
6. A New Vision of the Global Digital Economy (2020). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202010/t20201027_360756.html [Accessed 10.09.2023].
7. White Paper on China's Digital Economy Development (2021). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202104/t20210429_375940.html [Accessed 10.09.2023].
8. Report on the Development of China's Digital Economy (2022). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202208/t20220819_407677.html [Accessed 10.09.2023].
9. White Paper on Global Digital Economy (2022). *China Academy of Information and Communications Technology*. [online] Available at: http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202303/t20230316_416850.html [Accessed 10.09.2023].
10. Xu Y., Xu L. (2023) The Convergence between Digital Industrialization and Industrial Digitalization and Export Technology Complexity: Evidence from China. *Sustainability*, 15 (11), 9081.
11. Jin X., Pan X. (2023) Government Attention, Market Competition and Firm Digital Transformation. *Sustainability*, 15 (11), 9057.
12. Usol'tseva A.V. (2017) Reindustrializatsiya promyshlennosti kak prioritelnaya zadacha gosudarstva. *NovaInfo*, 3 (62), 198–202.
13. Sukharev O.S. (2014) Reindustrializatsiya ekonomiki Rossii i tekhnologicheskoye razvitiye. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 10, 2–16.
14. Bodrunov S.D. (2015) Kakaya industrializatsiya nuzhna Rossii? *Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii*, 2 (44), 6–17.
15. Li J., Li G. (2023) What drives resource sustainability in Asia? Discovering the moderating role of financial development and industrialization. *Resources Policy*, 85, 103650.
16. Göçoğlu V., Göksu S. (2023) How do industrialization and agricultural land use affect urban population in Turkey? Policy implications in the context of SDGs. *Journal of Policy Modeling*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2023.08.004>
17. Porfir'ev B.N. i dr. (2017) *Modernizatsiya promyshlennosti i razvitiye vysokotekhnologichnykh proizvodstv v kontekste "zelenogo" rosta*, monografiya, M.: Nauchnyi konsul'tant.
18. Bukhval'd E.M., Babkin A.V. (2015) "Novaya industrializatsiya" i stanovleniye promyshlennoy politiki v Rossii. *Restrukturizatsiya ekonomiki Rossii i promyshlennaya politika, INDUSTRY-2015, Sankt-Peterburg, 24 marta 2015 goda*, 13–30.
19. Putin V.V. (2012) O nashikh ekonomicheskikh zadachakh. *Vedomosti*, 30 (3029), 2.
20. Bodrunov S.D. (2014) Reindustrializatsiya ekonomiki: nachnem s importozameshcheniya? *Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii*, 3 (41), 5–7.
21. Romanova O.A., Bukhvalov N.Yu. (2014) Reindustrializatsiya kak opredelyayushchaya tendentsiya ekonomicheskogo razvitiya promyshlennykh territorii. *Fundamental'nye issledovaniya*, 6-1, 151–155.
22. Babkin A.V., Liberman I.V., Klachek P.M., Shkarupeta E.V. (2023) Industriya 5.0: osnovy sozdaniya sistemnoy tetrady kibersotsial'nykh ekosistem. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 1, 103–120.
23. Tashenova L.V., Babkin A.V. (2021) *Industriya 5.0 i kibersotsial'nye ekosistemy: sushchnost' i osobennosti. Industriya 5.0, tsifrovaya ekonomika i intellektual'nye ekosistemy (EKOPROM-2021). Sbornik*

trudov IV Vserossiiskoi (Natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii i XIX setevoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Sankt-Peterburg, 18–20 noyabrya 2021 goda, 200–205.

24. Zhang T., Li N. (2023) Measuring digital economy: From the perspective of digital industrialization and industry digitalization. *Procedia Computer Science*, 221, 1006–1012.

25. Ma R., Lin B. (2023) Digitalization and energy-saving and emission reduction in Chinese cities: Synergy between industrialization and digitalization. *Applied Energy*, 345, 121308.

26. Wang Q., Wei Y. (2023) Research on the Influence of Digital Economy on Technological Innovation: Evidence from Manufacturing Enterprises in China. *Sustainability*, 15 (6), 4995.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

БАБКИН Александр Васильевич

E-mail: al-vas@mail.ru

Aleksandr V. BABKIN

E-mail: al-vas@mail.ru

ШКАРУПЕТА Елена Витальевна

E-mail: 9056591561@mail.ru

Elena V. SHKARUPETA

E-mail: 9056591561@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

ТАШЕНОВА Лариса Владимировна

E-mail: larisatash_88@mail.ru

Larissa V. TASHENOVA

E-mail: larisatash_88@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-0421>

Поступила: 05.09.2023; Одобрена: 23.10.2023; Принята: 23.10.2023.

Submitted: 05.09.2023; Approved: 23.10.2023; Accepted: 23.10.2023.