

Научная статья

УДК 338.1

JEL: O14, O33, P17, P51

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458>

Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий

Александр Васильевич Бабкин¹, Елена Витальевна Шкарупета²,
Татьяна Альбертовна Гилева³, Юлия Сергеевна Положенцева⁴, Лэйфэй Чэнь⁵

^{1,5} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

² Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

³ Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

⁴ Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

¹ al-vas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0941-6358>

² 9056591561@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

³ t-gileva@mail.ru

⁴ polojenceva84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8296-0878>

⁵ chenleifei@yandex.ru

Аннотация

Цель данной статьи состоит в представлении методики оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий, разработанной в целях адаптации к цифровой среде и использования преимуществ цифровых технологий для улучшения деятельности и повышения конкурентоспособности.

Метод или методология проведения работы. Авторами применены общенаучные методы – метод синтеза, обобщения, контент-анализа, графической интерпретации данных. При оценке уровней разрывов цифровой зрелости, соотнесенных с уровнями цифровой зрелости, применялся метод шкалирования.

Результаты работы. Описаны глобальные метаморфозы, актуализирующие проблему достижения цифровой зрелости промышленными предприятиями. Исследованы понятия зрелости, цифровой зрелости и разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий из разных источников. Разрывы цифровой зрелости показаны с двух позиций: как разница между текущим и целевым уровнями зрелости промышленных предприятий и как разрыв между осведомленностью и внедрением решений Индустрии X.0 на промышленных предприятиях. Систематизирован ландшафт методик оценки цифровой зрелости на разных уровнях: федеральном, региональном, а также на уровне низового звена экономики. Выявлена проблема и исследовательский пробел оценки цифровой зрелости, заключающийся в отсутствии методик оценки цифровых разрывов. Предложена авторская методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий, включающая 14 этапов. Методика апробирована по данным 20-ти промышленных предприятий, являвшихся лидерами цифровизации в 2021 году. Осуществлена визуализация показателей цифровой зрелости и разрывов цифровой зрелости.

Выводы. В результате апробации методики оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий сделан вывод, что текущее состояние развития национальной промышленной экосистемы характеризуется значительной неоднородностью в развитии отдельных отраслей, неравномерным развитием рынков и предприятий. В целях успешного завершения цифровой трансформации и повышения уровня цифровой зрелости до максимального промышленным предприятиям рекомендовано в операционную модель интегрировать цифровые платформенные решения и цифровые модели поведения на основе концепции цифрового стратегирования.

Ключевые слова: зрелость, цифровая зрелость, цифровой разрыв, цифровая трансформация, промышленное предприятие, цифровая стратегия, Индустрия X.0

Благодарность. Статья выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Проект № 20-010-00942 А.



Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, в том числе, связанного с финансовой поддержкой РФФИ (проект № 20-010-00942 А).

Для цитирования: Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Гилева Т. А., Положенцева Ю. С., Чэнь Л. Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. Т. 13. № 3. С. 443–458

EDN: MIHCBO. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458>

© Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Гилева Т. А., Положенцева Ю. С., Чэнь Л., 2022

Original article

Methodology for assessing digital maturity gaps in industrial enterprises

Alexander V. Babkin¹, Elena V. Shkarupeta², Tatiana A. Gileva³,
Julia S. Polozhentseva⁴, Leifei Chen⁵

^{1,5}Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University, St. Petersburg, Russia

²Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

³Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

⁴South-West State University, Kursk, Russia

¹al-vas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0941-6358>

²9056591561@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

³t-gileva@mail.ru

⁴polojenceva84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8296-0878>

⁵chenleifei@yandex.ru

Abstract

Purpose: the main purpose of this article is to develop a methodology for assessing the digital maturity gaps of industrial enterprises in order to adapt to the digital environment, to take advantage of digital technologies to improve operations and increase competitiveness.

Methods: the authors applied general scientific methods (method of synthesis, generalization, content analysis, graphical interpretation of data). In assessing the levels of digital maturity gaps, correlated with the levels of digital maturity, the scaling method was used.

Results: the global metamorphoses actualizing the problem of achieving digital maturity by industrial enterprises are described. The concepts of maturity, digital maturity, and digital maturity gaps of industrial enterprises in different sources are investigated. Digital maturity gaps are shown from two perspectives: as the difference between the current and target maturity levels of industrial enterprises; as the gap between awareness and implementation of Industry X.0 solutions in industrial enterprises. The landscape of digital maturity assessment methodologies at different levels is systematized: federal, regional and grassroots level of the economy. The problem and research gap of digital maturity assessment is identified, which is the lack of methodologies for assessing digital gaps. The author proposed a methodology for assessing the digital maturity gaps of industrial enterprises, which includes fourteen stages. The methodology was tested using data from twenty industrial enterprises that are leaders in digitalization in 2021. Visualization of digital maturity indicators and digital maturity gaps was carried out.

Conclusions and Relevance: as a result of testing the methodology for assessing the digital maturity gaps of industrial enterprises, it is concluded that the current state of development of the national industrial ecosystem is characterized by significant heterogeneity in the development of individual industries, unequal development of markets and enterprises. In order to successfully complete the digital transformation and increase the level of digital maturity to the maximum, it is recommended that industrial enterprises integrate digital platform solutions and digital behaviors based on the concept of digital strategizing into their operating model.

Keywords: maturity, digital maturity, digital divide, digital transformation, industrial enterprise, digital strategy, Industry X.0

Acknowledgements. This article was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research. Project No. 20-010-00942 A.

Conflict of Interest. The Authors declare that there is no conflict of interests, including those related to the financial support of the RFBR (Project No. 20-010-00942 A).

For citation: Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Gileva T. A., Polozhentseva Yu. S., Chen L. Methodology for assessing digital maturity gaps in industrial enterprises. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2022; 13(3):443–458. (In Russ.)

EDN: MIHCBO. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458>

© Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Gileva T. A., Polozhentseva Yu. S., Chen L., 2022

Введение

В настоящее время становятся очевидными глобальные метаморфозы, затрагивающие все отрасли и виды деятельности, выражающиеся в повышении энтропии, сложности и волатильности внешней и внутренней среды, характеризующиеся целой совокупностью экономических, производственных, социальных, технологических, экологических и прочих трансформаций, значимыми из которых выступают цифровые трансформации [1]. Цифровые трансформации во многом обусловлены интенсивным научно-технологическим развитием, принципиально меняющим и качество жизни, и систему социально-экономических отношений [2].

Адаптация к все более цифровой среде и использование преимуществ цифровых технологий для улучшения деятельности – важные цели для каждого современного предприятия. Конкуренция в цифровом мире требует переосмысления практически всех аспектов функционирования, чтобы идти в ногу с меняющимся поведением покупателей в долгосрочной перспективе. Для реализации своего видения цифрового будущего промышленные предприятия должны работать принципиально по-другому. Предприятиям нужны таланты, организационная структура и культура, чтобы синхронизироваться с окружающей их цифровой средой¹ [3].

В описанных условиях особую актуальность приобретает проблема достижения зрелости промышленными предприятиями. Только зрелые промышленные предприятия способны встроиться в Индустрию Х.0 [4, 5] на основе глобальных производственно-сбытовых цепочек² и принципов всеохватывающего устойчивого промышленного развития, выйти на мировые рынки с конкурентной высокотехнологичной продукцией, имеют перспективы долгосрочной и успешной индустриализации в цифровую эпоху³ [6, 7], способны заложить фундамент потенциала «гарантированного резервированного развития» [8], не просто обеспечивая импортозамещение в промышленности, а создавая кросс-отраслевое импортоопережение на основе внедрения передовых цифровых техно-

логий [9]. Только зрелые промышленные предприятия успешно противостоят вызовам и угрозам, обусловленным возрастающей планетарной нагрузкой в антропоцене⁴.

Цель исследования состоит в разработке и апробации методики оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий. Необходимость достижения цели требует решения следующих задач:

- охарактеризовать понятия цифровой зрелости и ее разрывов;
- систематизировать ландшафт существующих российских методик оценки цифровой зрелости на разных уровнях;
- выявить проблему и исследовательский пробел в оценке цифровой зрелости промышленных предприятий;
- разработать и апробировать методику оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий.

Объектом настоящего исследования являются промышленные предприятия, функционирующие в условиях адаптации к все более цифровой среде и использующие преимущества цифровых технологий для улучшения своей деятельности при переходе к Индустрии Х.0.

Обзор литературы и исследований

Зрелость представляет собой теорию стадийной эволюции, и ее основная цель состоит в описании этапов и путей созревания по шкале зрелости; определяет основу для оценки и сравнительного анализа экономических систем [10]. Зрелость промышленных предприятий может рассматриваться как их мера готовности к Индустрии Х.0 [11].

Под цифровой зрелостью промышленных предприятий понимается их готовность встраивания в новый технологический уклад, использующий новейшие достижения цифровых технологий⁵ [12–15].

Цифровая зрелость также рассматривается как уровень цифровой трансформации, на котором находится компания:

¹ Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N. Achieving digital maturity. MIT Sloan Management Review, 2017. URL: <https://sloanreview.mit.edu/projects/achieving-digital-maturity/>

² Доклад о мировом развитии 2022. Финансы для справедливого восстановления. Всемирный банк. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2022>

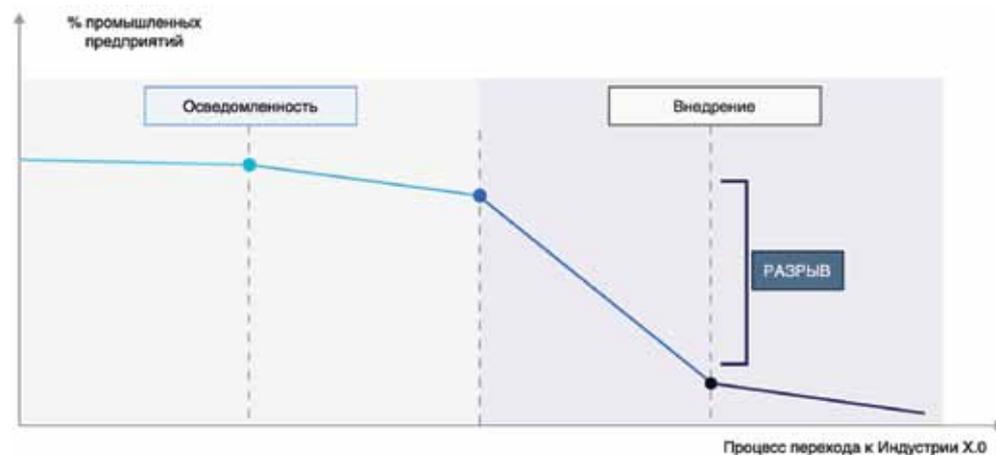
³ Отчет о промышленном развитии 2022. Будущее индустриализации в постпандемийном мире. Обзор / ЮНИДО. Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, 2021. URL: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-11/IDR%202022%20OVERVIEW%20-%20RU%20EBOOK.pdf>

⁴ 2021/22 Human Development Report to explore uncertainty in the Anthropocene. URL: <http://hdr.undp.org/en/content/2021-22-hdr-theme-announcement>.

⁵ Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года (утв. Минпромторгом РФ). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401415210/>

- в исследовании PwC⁶ оценен цифровой IQ российских компаний как мера осознанности и готовности к успешной реализации задач цифровой трансформации;
- в ряде работ⁷ предлагается оценивать готовность промышленных систем к цифровой трансформации на основе Цифровой ДНК.

Разрыв цифровой зрелости характеризует разницу между текущим и целевым уровнями зрелости промышленных предприятий [16], разрыв между осведомленностью и внедрением решений Индустрии X.0 на промышленных предприятиях [13, 17–20] (рис. 1).



Источник: Smart Industry Readiness Index (SIRI). The Prioritisation Matrix. URL: https://siri.incit.org/docs/default-source/default-document-library/the-prioritisation-matrix.pdf?sfvrsn=b0faa853_0

Рис. 1. Разрыв цифровой зрелости как разрыв между осведомленностью и внедрением решений Индустрии X.0 на промышленных предприятиях

Source: Smart Industry Readiness Index (SIRI). The Prioritisation Matrix. URL: https://siri.incit.org/docs/default-source/default-document-library/the-prioritisation-matrix.pdf?sfvrsn=b0faa853_0

Fig. 1. Digital Maturity Gap as the Gap between Awareness and Implementation of Industry X.0 Solutions in Industrial Enterprises

Многие промышленные предприятия понимают потенциальную ценность Индустрии X.0, однако по-прежнему значительная доля производственных компаний не готова разрабатывать и реализовывать цифровые стратегии, планы действий и дорожные карты, что свидетельствует о значительном разрыве между осведомленностью и внедрением решений Индустрии X.0. Это наблюдение также подтверждается различными глобальными отчетами и исследованиями консалтинговых компаний. Например, в исследовании McKinsey⁸, про-

веденном в 2018 году среди более 200 производственных компаний на 6-ти рынках АСЕАН, 75% респондентов признало, что технологии и концепции Индустрии X.0 могут повысить эффективность бизнеса, но только 13% приступило к реализации цифровых инициатив. Можно сделать вывод, что производители по-прежнему опасаются переходить от этапа оценки к этапу архитектуры на пути цифрового стратегирования.

В целях настоящей статьи будем считать, что разрыв цифровой зрелости является величиной, до-

⁶ PwC опубликовала результаты исследования Digital IQ 2020 / itWeek. 29.04.2020. URL: <https://www.itweek.ru/digitalization/news-company/detail.php?ID=212404>

⁷ Мосиенко А.В. Управление цифровой трансформацией промышленных систем в условиях нового этапа научно-технологического развития: дис. ... канд. экон. наук. Воронеж, 2022; Анализ уровня внедрения и использования цифровых информационных систем и платформенных решений различной функциональности и степени интеграции в организациях топливно-энергетического комплекса, анализа потребности компаний в платформенных решениях, определения структуры, потенциального объема данных и информации, создаваемых и используемых на различных уровнях (от объекта до отрасли) и их основных характеристик, необходимых для достижения эффектов от цифровизации. Резюме по проекту. Октябрь 2019. Государственный контракт от 21.08.2019 № 0173100008319000044/К/02.

⁸ Arbulu I. et al. Industry 4.0: Reinvigorating ASEAN Manufacturing for the Future. McKinsey & Company, Feb. 2018. URL: www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/industry%204%200%20reinvigorating%20asean%20manufacturing%20for%20the%20future/industry-4-0-reinvigorating-asean-manufacturing-for-the-future.ashx

полняющей индекс цифровой зрелости промышленных предприятий до единицы, или 100%.

Материалы и методы. В настоящее время в РФ разработано значительное количество методик оценки цифровой зрелости на разных уровнях:

- на федеральном уровне, согласно методике Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации⁹, рассчитывается показатель «Достижение цифровой зрелости ключевых отраслей экономики и социальной сферы»;
- на уровне субъектов Российской Федерации, согласно принятой методике¹⁰, рассчитывается показатель доли достижения целевого значения базового стандарта цифровой зрелости в процентах;
- на уровне низового звена экономики, согласно методике оценки уровня цифровизации промышленных предприятий в рамках Цифрового паспорта Министерства промышленности и торговли РФ¹¹, рассчитывается показатель индекса уровня цифровизации предприятия.

В предыдущих исследованиях авторами была разработана методология оценки зрелости промышленной экосистемы в рамках внедрения цифровых технологий¹², а также предложена и апробирована методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем, основанная на гипотезе о взаимосвязи оценок уровней зрелости и учета интересов в области устойчивого развития и ESG промышленной экосистемы¹³.

Представленные методики не позволяют закрыть исследовательский пробел, связанный с оценкой не только уровня (индекса) цифровой зрелости, но и разрывов цифровой зрелости с целью сравнения текущей зрелости с желаемой и/или ожидаемой при разработке цифровых стратегий, осуществле-

нии поиска шагов для достижения заданных целей в сфере цифровой трансформации при переходе к Индустрии X.0.

Результаты исследования

Предлагаемая методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий представлена на рис. 2.

На 1-м этапе выбирается класс промышленного предприятия по классификатору Цифрового паспорта ГИСП Промышленность (рис. 3).

На 2-м этапе, в зависимости от класса промышленного предприятия, определяется значимость критериев оценки на основе матрицы построения анкет всех участвующих в оценке промышленных предприятий.

На 3-м этапе происходит сбор общих сведений о промышленном предприятии: отрасль промышленности, федеральный округ, размер компании, принадлежность к интегрированной структуре и т.д.

На 4-м этапе осуществляется сбор сведений о технико-экономических показателях предприятия: численность персонала, относительная численность рабочего персонала, относительная численность административного и руководящего персонала, выручка и т.д.

На 5-м этапе собираются данные о проектах цифровизации на промышленных предприятиях: объем финансирования, группа бизнес-процессов, класс системы, источники финансирования работ, длительность внедрения.

Далее, на 6-м этапе, рассчитывается уровень поддержки бизнес-процессов по формуле (1)¹⁴:

$$K_{\text{под}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_{\text{под}i}, \quad (1)$$

⁹ Методика расчета показателя «Достижение "цифровой зрелости" ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления». Приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 600 (ред. от 14.01.2021). URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintsifry-rossii-ot-18112020-n-600-ob-utverzhenii/>

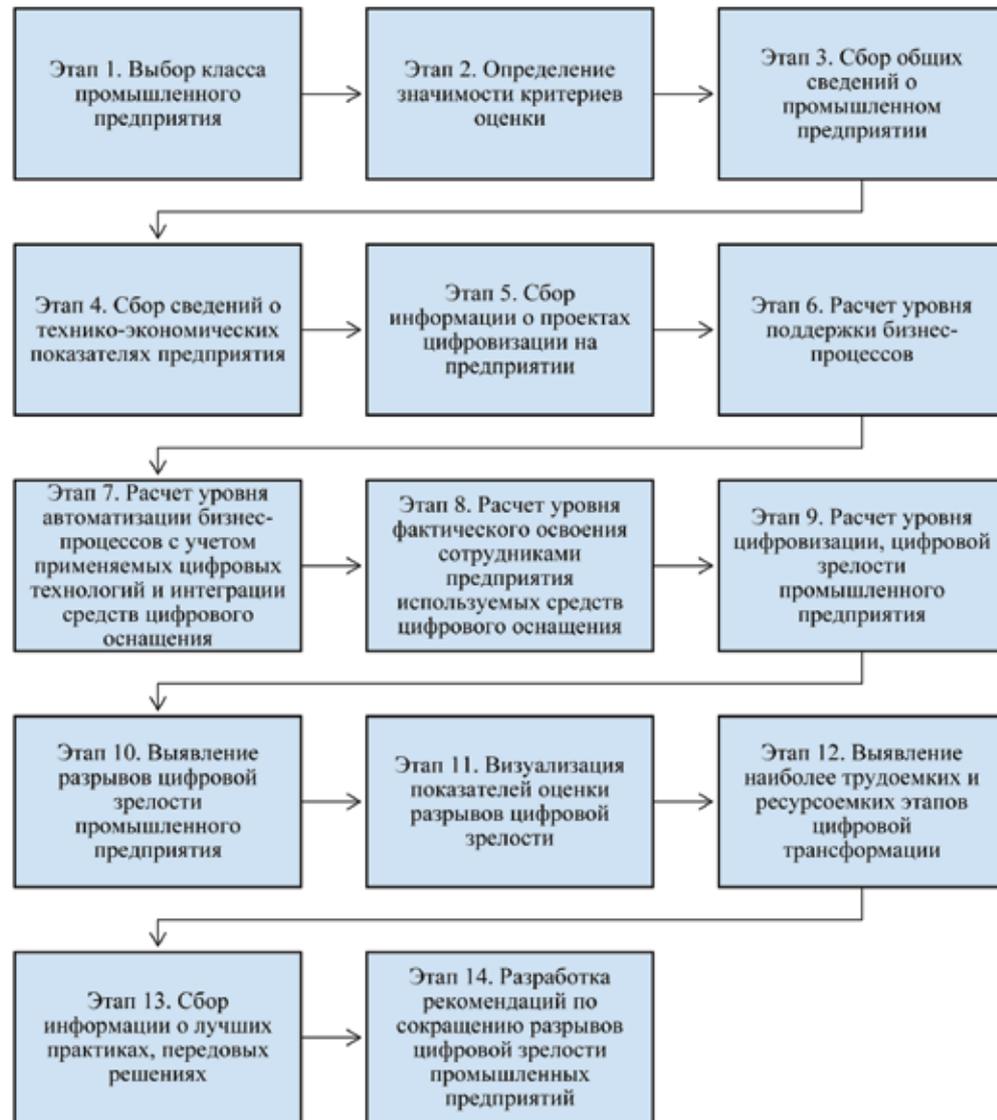
¹⁰ Методика расчета показателя «Достижение "цифровой зрелости" ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления" для субъекта Российской Федерации». Приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 600 (ред. от 14.01.2021). URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintsifry-rossii-ot-18112020-n-600-ob-utverzhenii/>

¹¹ Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». Минпромторг РФ. ФРП. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/08/czifrovoy-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf>

¹² Babkin A., Glukhov V., Shkarupeta E., Kharitonova N., Barabaner H. Methodology for Assessing Industrial Ecosystem Maturity in The Framework of Digital Technology Implementation // International Journal of Technology. 2021. Т. 12. № 7. P. 1397–1406.

¹³ Babkin A.B., Glukhov V.B., Shkarupeta E.B. Методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем // Организатор производства. 2022. Т. 30. № 3. С. 9–21.

¹⁴ Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». Минпромторг РФ. ФРП. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/08/czifrovoy-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf>



Разработано авторами

Рис. 2. Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий

Developed by the authors

Fig. 2. Methodology for assessing digital maturity gaps in industrial enterprises

где $K_{\text{под}_i}$ – наличие i -го бизнес-процесса или направления деятельности на предприятии.

На 7-м этапе происходит расчет уровня автоматизации бизнес-процессов с учетом применяемых цифровых технологий и интеграции средств цифрового оснащения по формуле (2)¹⁵:

$$K_{\text{авт}} = \frac{K_{\text{осн}} + K_{\text{всп}} + K_{\text{тех}}}{3}, \quad (2)$$

где $K_{\text{осн}}$ – степень автоматизации основных бизнес-процессов;

$K_{\text{всп}}$ – степень автоматизации вспомогательных бизнес-процессов;

$K_{\text{тех}}$ – степень автоматизации технологических решений.

В свою очередь, степень автоматизации основных бизнес-процессов рассчитывается по формуле (3)¹⁶:

¹⁵ Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». Минпромторг РФ. ФРП. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/08/czifrovoy-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf>

¹⁶ См. там же.



Источник: Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». Минпромторг РФ. ФРП. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/08/czifrovoj-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf>

Рис. 3. Классификатор промышленных предприятий в целях формирования Цифрового паспорта

Source: Basic principles for assessing the level of digital maturity, implemented in the GISP module "Digital Passport of Industrial Enterprises. Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation. FRP. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/08/czifrovoj-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf>

Fig. 3. Classifier of industrial enterprises for the purpose of forming the Digital Passport

$$K_{осн} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{K_{осн_i} \times B_i}{5}, \quad (3)$$

где $K_{осн_i}$ – уровень автоматизации i -го основного бизнес-процесса или направления деятельности;

B_i – весовой коэффициент, учитывающий степень значимости i -го основного бизнес-процесса или направления деятельности.

На 8-м этапе рассчитывается уровень фактического освоения сотрудниками предприятия используемых средств цифрового оснащения.

9-й этап посвящен расчету уровня цифровизации, цифровой зрелости промышленного предприятия по формуле (4)¹⁷:

$$ЦЗП = K_{под} \times K_{авт} \times K_{осв}, \quad (4)$$

где ЦЗП – индекс цифровой зрелости предприятия;

$K_{под}$ – поддержка бизнес-процессов (наличие бизнес-процессов на предприятии);

$K_{авт}$ – уровень автоматизации бизнес-процессов с учетом применяемых цифровых технологий и интеграции средств цифрового оснащения;

$K_{осв}$ – уровень фактического освоения сотрудниками предприятия используемых средств цифрового оснащения.

На 10-м этапе происходит выявление разрывов цифровой зрелости промышленного предприятия по формуле (5):

$$ЦРП = 1 - ЦЗП, \quad (5)$$

где ЦРП – разрыв цифровой зрелости промышленного предприятия.

Шкала оценки уровня разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий представлена на рис. 4.

Авторами предлагается следующее описание 6-ти уровней разрывов цифровой зрелости с точки зрения готовности к внедрению Индустрии X.0, представленное в табл. 1.

Последовательность уровней цифровой зрелости промышленных предприятий, от минус первого до идеального, позволяет оценить текущее состояние по отношению к заданному описанию уровня зрелости. Таким образом, можно определить ори-

¹⁷ Основные принципы по оценке уровня цифровой зрелости, реализованные в рамках модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленных предприятий». Минпромторг РФ. ФРП. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2021/08/czifrovoj-pasport-predpriyatiya-19.08.2021.pdf>

Уровень цифровой зрелости промышленных предприятий	Уровень разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий
<ul style="list-style-type: none"> Уровень зрелости «Идеальный» ($\geq 0,7$) Уровень зрелости «Продвинутый» [0,5; 0,7) Уровень зрелости «Базовый» [0,25; 0,5) Уровень зрелости «Начальный» [0; 0,25) Уровень зрелости «Нулевой» (=0 или по триггеру) Уровень зрелости «Минус 1» (по триггеру) 	<ul style="list-style-type: none"> Уровень разрыва «Минимальный» ($< 0,3$) Уровень разрыва «Начальный» [0,3; 0,5) Уровень разрыва «Существенный» [0,5; 0,75) Уровень разрыва «Высокий» [0,75; 1) Уровень разрыва «Максимальный» (=1 или по триггеру) Уровень разрыва «Плюс 1» (по триггеру)

Разработано авторами

Рис. 4. Соотношение уровней цифровой зрелости и разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий

Developed by the authors

Fig. 4. Correlation of digital maturity levels and digital maturity gaps of industrial enterprises

Таблица 1

Описание 6-ти уровней разрывов цифровой зрелости с точки зрения готовности к внедрению Индустрии X.0

Table 1

Description of the six levels of digital maturity gaps in terms of readiness for Industry X.0

Уровень цифровой зрелости	Уровень цифрового разрыва	Характеристика
«Минус 1»	«Плюс 1»	Отсутствие знаний и применения технологий Индустрии X.0 в деятельности промышленных предприятий; некоторые отдельные усилия по внедрению концепций Индустрии X.0 могут присутствовать. Время от времени в организации появляются улучшения, направленные на внедрение цифровых тенденций. Отсутствует интерес к развитию технологических навыков сотрудников или наблюдается отказ от включения цифровых технологий в операции
«Нулевой»	«Максимальный»	Существует первоначальный интерес к внедрению технологий Индустрии X.0, и некоторые из них исследуются в качестве пилотного теста. Существует понимание необходимости технологических и цифровых навыков у сотрудников, но усилия по обучению все еще носят эпизодический характер. Организация разворачивает некоторые отдельные программы по внедрению технологий Индустрии X.0. Первые положительные результаты документируются и доводятся до сведения сотрудников
«Начальный»	«Высокий»	На этом уровне организация осознает актуальность внедрения технологий Индустрии X.0. Несколько цифровых технологий включаются в процесс совершенствования, направленный на принятие цифровых тенденций. Однако эти технологии и окружающие их системы все еще изолированы или частично интегрированы. Сотрудники периодически проходят обучение по внедрению новых технологий и необходимым технологическим навыкам
«Базовый»	«Существенный»	Концепции и технологии Индустрии X.0 постоянно включаются в проекты совершенствования вместе с цифровыми технологиями. Изменения в процессах для противостояния неопределенному поведению рынка являются частью рабочей культуры. Высшее руководство систематически поощряет определение проектов для продвижения принятия цифровой трансформации. Существуют установленные формальные программы обучения, направленные на развитие у сотрудников компании технологических и технических навыков, связанных с инициативой Индустрии X.0. Первые интеграции систем и технологий Индустрии X.0 происходят на постоянной основе
«Продвинутый»	«Начальный»	Технологии Индустрии X.0 синхронно интегрируются в систему управления промышленным предприятием, так что процесс принятия решений осуществляется с использованием информации в режиме реального времени, что приводит к постоянным действиям по улучшению. Лучшие практики, связанные с тенденциями Индустрии X.0, выявляются и адаптируются к рабочей культуре организации. Сотрудники являются сторонниками внедрения технологий и концепций Индустрии X.0. Общее видение и цифровые стратегии определены и доведены до сведения сотрудников промышленного предприятия

Окончание таблицы 1

End of table 1

Уровень цифровой зрелости	Уровень цифрового разрыва	Характеристика
«Идеальный»	«Минимальный»	Существует культура обучения и совершенствования на основе цифровых тенденций, разработанных предприятием. Организация становится эталоном, поэтому ее сотрудникам поручается разработка процессов цифрового стратегирования. Организация вносит ценный вклад в развитие концепций Индустрии Х.0 и становится активным участником эволюции инициативы

Составлено авторами по материалам [3, 21].

Compiled by the authors based [3, 21].

ентриры для улучшения на основе дорожной карты достижения желаемого уровня зрелости.

На 11-м этапе осуществляется визуализация показателей оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий.

12-й этап связан с выявлением наиболее трудоемких и ресурсоемких этапов цифровой трансформации промышленных предприятий.

На 13-м этапе происходит сбор информации о лучших практиках, передовых решениях в области цифровой трансформации и повышения цифровой зрелости в условиях перехода к Индустрии Х.0.

14-й, заключительный этап посвящен разработке рекомендаций по сокращению разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий.

Индексы цифровизации 20-ти российских промышленных предприятий, по данным Цифрового паспорта предприятий ГИСП (формула (4)) и рассчитанные на их основе по формуле (5) разрывы цифровой зрелости представлены в табл. 2.

Таким образом, лидером цифровизации является промышленное предприятие ООО «Алмаз Удобрения» с показателями индекса цифровой зрелости 0,7343, что в соответствии с предложенной шкалой соответствует идеальному уровню, и разрыва цифровой зрелости в 0,2657, что соответствует минимальному уровню.

Визуализация показателей оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий представлена на рис. 5.

Предложенная методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий имеет возможности применения в качестве инструмента стратегического управления, проведения анализа для понимания того, как промышленные предприятия эволюционируют от этапа стратегизации информационных систем к цифровому стратегированию, в котором объединяются стратегии цифровизации, цифровой трансформации и цифровые

стратегии на основе цифрового мышления. Разработанная методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий призвана помочь практикам оценить ситуацию «как есть» и определить приоритетность мер по улучшению.

На основе оцененных разрывов цифровой зрелости (см. табл. 1) целесообразно провести категоризацию технологий Индустрии Х.0, что позволит их соотнести с уровнями цифровой зрелости. Другими словами, технология рекомендуется для достижения уровня зрелости. Поскольку нулевой уровень подразумевает отсутствие интереса к инициативе Индустрии Х.0, технологий, связанных с этим уровнем, не существует. В табл. 3 представлены результаты этой процедуры.

Большие данные, робототехника и аддитивное производство – вот некоторые из решений, которые стимулируют конвергенцию цифровых и физических технологий в промышленных отраслях, от производства до логистики, от аэрокосмической промышленности до коммунального хозяйства. Эта конвергенция, обычно называемая новой промышленной революцией или Индустрией Х.0, открывает огромные возможности для цифрового развития. Она изменяет характер производства на основе взаимосвязанных сетей, платформ и экосистем стейкхолдеров, создает новые рабочие места завтрашнего дня, где человек и машина будут работать вместе для управления интеллектуальными объектами и глобальными цепочками поставок.

Хотя промышленные предприятия осознают открывающиеся возможности, многие из них не знают, с чего и как начать. Темпы преобразований также неравномерны в разных промышленных отраслях. Промышленные предприятия, находящиеся на продвинутом и идеальном уровнях цифровой зрелости, должны стремиться обеспечить общую основу для участия всех компаний в этих преобразованиях и получения синергетической выгоды от них. Уровень цифровой зрелости и ее разрывов умной промышленности поможет компаниям определить,

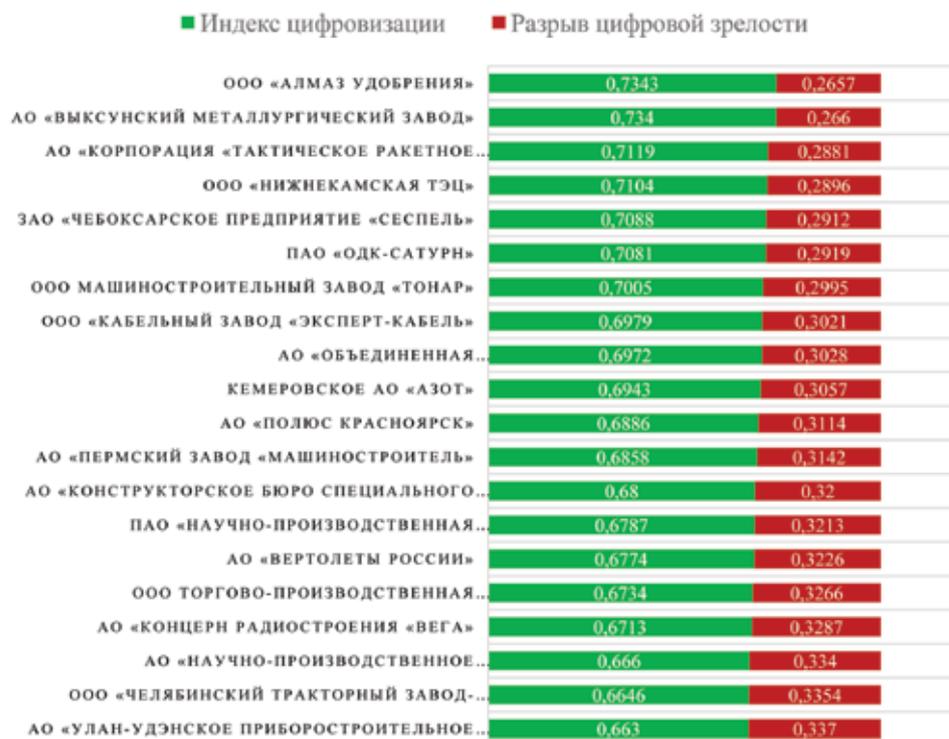
Таблица 2
 Table 2

Результаты апробации методики оценки разрывов цифровой зрелости российских промышленных предприятий – лидеров цифровой зрелости в 2021 году

Results of approbation of the digital maturity gap assessment methodology for Russian industrial enterprises – leaders of digitalization in 2021

№ места	Наименование предприятия	Индекс цифровой зрелости	Уровень цифровой зрелости	Разрыв цифровой зрелости	Уровень разрыва цифровой зрелости
1	ООО «Алмаз Удобрения»	0,7343	идеальный	0,2657	минимальный
2	АО «Выксунский металлургический завод»	0,734	идеальный	0,266	минимальный
3	АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»	0,7119	идеальный	0,2881	минимальный
4	ООО «Нижекамская ТЭЦ»	0,7104	идеальный	0,2896	минимальный
5	ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель»	0,7088	идеальный	0,2912	минимальный
6	ПАО «ОДК-Сатурн»	0,7081	идеальный	0,2919	минимальный
7	ООО Машиностроительный завод «Тонар»	0,7005	идеальный	0,2995	минимальный
8	ООО «Кабельный завод «Эксперт-кабель»	0,6979	продвинутый	0,3021	начальный
9	АО «Объединенная двигателестроительная корпорация»	0,6972	продвинутый	0,3028	начальный
10	Кемеровское АО «АЗОТ»	0,6943	продвинутый	0,3057	начальный
11	АО «Полюс Красноярск»	0,6886	продвинутый	0,3114	начальный
12	АО «Пермский завод «Машиностроитель»	0,6858	продвинутый	0,3142	начальный
13	АО «Конструкторское бюро специального машиностроения»	0,68	продвинутый	0,32	начальный
14	ПАО «Научно-производственная корпорация «Иркут»	0,6787	продвинутый	0,3213	начальный
15	АО «Вертолеты России»	0,6774	продвинутый	0,3226	начальный
16	ООО Торгово-Производственная Компания «Вартон»	0,6734	продвинутый	0,3266	начальный
17	АО «Концерн радиостроения «Вега»	0,6713	продвинутый	0,3287	начальный
18	АО «Научно-производственное предприятие «Торий»	0,666	продвинутый	0,334	начальный
19	ООО «Челябинский тракторный завод-Уралтрак»	0,6646	продвинутый	0,3354	начальный
20	АО «Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение»	0,663	продвинутый	0,337	начальный

Рассчитано авторами по данным Цифрового паспорта промышленных предприятий ПИСП.
 Calculated by the authors according to the Digital Passport of Industrial Enterprises GISP.



Рассчитано авторами по данным Цифрового паспорта промышленных предприятий ГИСП.

Рис. 5. Визуализация показателей оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий – лидеров цифровизации в 2021 году

Calculated by the authors according to the Digital Passport of Industrial Enterprises GISP.

Fig. 5. Visualization of digital maturity gap assessment indicators of industrial enterprises – leaders of digitalization in 2021

Таблица 3

Рекомендуемые технологии Индустрии X.0 для достижения соответствующего уровня цифровой зрелости

Table 3

Recommended Industry X.0 technologies for achieving an appropriate level of digital maturity

Уровень цифровой зрелости	Технологии Индустрии X.0
Уровень цифровой зрелости «Нулевой» и соответствующий ему уровень цифрового разрыва «Максимальный»	Облачные вычисления Бизнес-аналитика Интернет вещей Моделирование Сбор данных Большие данные
Уровень цифровой зрелости «Начальный» и соответствующий ему уровень цифрового разрыва «Высокий»	Моделирование RFID Робототехника, беспилотники и нано Облачные вычисления Кибербезопасность Интернет вещей Сбор данных
Уровень цифровой зрелости «Базовый» и соответствующий ему уровень цифрового разрыва «Существенный»	Большие данные Сбор данных M2M Облачные вычисления Виртуальная реальность
Уровень цифровой зрелости «Продвинутый» и соответствующий ему уровень цифрового разрыва «Начальный»	Кибербезопасность M2M Робототехника, беспилотники и нано RFID

Окончание таблицы 3

End of table 3

Уровень цифровой зрелости	Технологии Индустрии X.0
Уровень цифровой зрелости «Идеальный» и соответствующий ему уровень цифрового разрыва «Минимальный»	Аддитивное производство Виртуальная и дополненная реальность M2M

Составлено авторами по материалам [3].

Compiled by the authors based [3].

с чего начать и как расширить и поддержать свои усилия в области Индустрии X.0 в новой эре передового производства.

Выводы

Предложенная методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий является инструментом концепции цифрового стратегирования формирования платформенной операционной модели для повышения уровня цифровой зрелости промышленных систем [22, 23].

В целом, по данным предыдущих исследований авторов, уровень зрелости российской промышленной экосистемы по состоянию на 15.03.2022 составил 0,48, и может быть охарактеризован как «базовый» с перспективой перехода на «продвинутой»¹⁸. Уровень зрелости российской промышленной экосистемы по состоянию на 15.07.2021 составлял 0,49, таким образом, анализируемый показатель незначительно сократился за период с июля 2021 года по март 2022 года¹⁹.

Ключевой вопрос заключается в том, насколько серьезно промышленные предприятия подходят к процессу повышения цифровой зрелости и сокращения цифровых разрывов. Практические исследования авторов на различных объектах показывают, что значительное количество организаций, находящихся на стадиях цифровой зрелости от минус 1 до начальной, тратят больше времени на разговоры о цифровом развитии, чем на действия в его рамках. Компании, находящиеся на базовой стадии цифровой зрелости, используют цифровые инициативы для поддержки определенных бизнес-целей, однако эти усилия могут не соответствовать бизнес-стратегии. Кроме того, вероятность того, что компании, достигшие продвинутого уровня цифровой зрелости, будут использовать технологии для ведения бизнеса прин-

ципально иными способами гораздо выше, чем другие организации. Для организаций, достигших продвинутого уровня цифровой зрелости, технологии, как правило, являются не простым дополнением к существующим процессам и практикам, а драйвером и мотивом к переосмыслению способов ведения бизнеса. Кроме того, компании-лидеры цифровой зрелости часто решают вопросы стратегии, талантов, организационной структуры, культуры, инноваций и технологий иначе, чем остальные. Для таких компаний подбор и развитие сильного руководства имеет первостепенное значение. Но самое главное, что организации, достигшие цифровой зрелости, имеют сформированный подход к цифровой стратегии, что подтверждает важность и необходимость осуществления цифрового стратегирования [24, 25]. При этом под цифровым стратегированием авторы понимают область, сфокусированную на взаимодействии между цифровыми решениями и людьми с цифровым мышлением на разных уровнях промышленных систем в процессах, которые формируют, передают, реализуют, размещают и поддерживают цифровую стратегию [26].

Чтобы промышленным предприятиям успешно внедрить цифровое стратегирование [27–28], завершить цифровую трансформацию, повысить уровень своей цифровой зрелости до максимального, в операционную модель должны быть интегрированы цифровые платформенные решения и цифровые модели поведения, при этом горизонт планирования должен составлять 5 и более лет.

Представленное исследование закладывает основу для продвижения изысканий в области оценки и повышения цифровой зрелости на разных уровнях. В качестве направлений дальнейших исследований авторы рассматривают соотнесение моделей зрелости с цифровыми стратегиями.

¹⁸ Babkin A., Glukhov V., Shkarupeta E., Khariitonova N., Barabaner H. Methodology for Assessing Industrial Ecosystem Maturity in The Framework of Digital Technology Implementation // International Journal of Technology. 2021. Т. 12. № 7. P. 1397–1406.

¹⁹ Бабкин А.В., Глухов В.В., Шкарупета Е.В. Методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем // Организатор производства. 2022. Т. 30. № 3. С. 9–21.

Список источников

1. *Held D. et al.* The global transformations reader. Cambridge: Polity Press, 2000. URL: https://www.researchgate.net/publication/264549083_The_Global_Transformations_Reader
2. *Fukuda K.* Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0 // International journal of production economics. 2020. Vol. 220. P. 107460. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033>
3. *García-Reyes H., Avilés-González J., Avilés-Sacoto S.V.* A Model to Become a Supply Chain 4.0 Based on a Digital Maturity Perspective // Procedia Computer Science. 2022. Vol. 200. P. 1058–1067. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.305>
4. *Schaeffer E.* Industry X.0: Realizing digital value in industrial sectors. Kogan Page Publishers, 2017. URL: <https://www.m-vg.de/mediafiles/Leseprobe/9783868816549.pdf> (дата обращения: 13.09.2022)
5. *Maddikunta P.K.R. et al.* Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications // Journal of Industrial Information Integration. 2022. Vol. 26. P. 100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>
6. *Chan K.T.* Emergence of the “Digitalized Self” in the Age of Digitalization // Computers in Human Behavior Reports. 2022. Vol. 6. P. 100191. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100191>
7. *Gibson S., Hsu M.K., Zhou X.* Convenience stores in the digital age: A focus on the customer experience and revisit intentions // Journal of Retailing and Consumer Services. 2022. Vol. 68. P. 103014. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103014>
8. *Боровков А.И., Рождественский О.И., Кукушкин К.В., Павлова Е.И., Тарши А.Ю.* Дорожная карта по развитию сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии». Результаты и перспективы // Инновации. 2019. № 11(253). С. 89–104. EDN: <https://elibrary.ru/sxvhqw>. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2019.253.11.011>
9. *Gökalp E., Martínez V.* Digital transformation capability maturity model enabling the assessment of industrial manufacturers // Computers in Industry. 2021. Vol. 132. P. 103522. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103522>
10. *Yılmaz K.Ö.* Mind the Gap: It’s About Digital Maturity, Not Technology. In: *T. Esakki* (Eds.), Managerial Issues in Digital Transformation of Global Modern Corporations. Hershey, PA: IGI Global, 2021. P. 222–243. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2402-2.ch015>
11. *Schumacher A., Erol S., Sihn W.* A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises // Procedia CIRP. 2016. Vol. 52. P. 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
12. *Kljajić Borštnar M., Pucihar A.* Multi-attribute assessment of digital maturity of SMEs // Electronics. 2021. Vol. 10. № 8. P. 885. <https://doi.org/10.3390/electronics10080885>
13. *Polyanska A. et al.* Digital Maturity of the Enterprise as an Assessment of its Ability to Function in Industry 4.0. In: Advances in Manufacturing III. MANUFACTURING 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2022. P. 209–227. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99310-8_17
14. *Grishchenko N.* The gap not only closes: Resistance and reverse shifts in the digital divide in Russia // Telecommunications Policy. 2020. Vol. 44. № 8. P. 102004. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102004>
15. *Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В.* Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // Journal of new economy. 2021. Т. 22. № 2. С. 88–109. EDN: <https://elibrary.ru/guaorr>. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2021-22-2-5>
16. *Steinlechner M. et al.* A maturity model to assess digital employee competencies in industrial enterprises // Procedia CIRP. 2021. Vol. 104. P. 1185–1190. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.199>
17. *Sundberg L., Gidlund K.L., Olsson L.* Towards industry 4.0? Digital maturity of the manufacturing industry in a Swedish region. In: 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). IEEE, 2019. P. 731–735. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978681>
18. *Braga Tadeu H.F. et al.* Digital transformation: Digital maturity applied to study Brazilian perspective for industry 4.0. In: Best Practices in Manufacturing Processes. Springer, Cham, 2019. P. 3–27. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99190-0_1
19. *Faheem M., Butt R.A.* Big datasets of optical-wireless cyber-physical systems for optimizing manufacturing services in the internet of things-enabled industry 4.0 // Data in Brief. 2022. Vol. 42. P. 108026. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108026>

20. *Nasiri M., Saunila M., Ukko J.* Digital orientation, digital maturity, and digital intensity: determinants of financial success in digital transformation settings // *International Journal of Operations & Production Management*. 2022. Vol. 42. № 13. P. 274–298. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2021-0616>
21. *Burger M., Kessler M., Arlinghaus J.* Aiming for Industry 4.0 Maturity? The risk of higher digitalization levels in buyer-supplier relationships // *Procedia CIRP*. 2021. Vol. 104. P. 1529–1534. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.258>
22. *Амелин С.В., Щетинина И.В.* Организация производства в условиях цифровой экономики // *Организатор производства*. 2018. Т. 26. № 4. С. 7–18. EDN: <https://elibrary.ru/ypoknf>. <https://doi.org/10.25987/VSTU.2018.50.18.001>
23. *Туровец О.Г., Родионова В.Н., Каблашова И.В.* Обеспечение качества организации производственных процессов в условиях управления цифровым производством // *Организатор производства*. 2018. Т. 26. № 4. С. 65–76. EDN: <https://elibrary.ru/ypokot>. <https://doi.org/10.25987/VSTU.2018.92.21.006>
24. *Полянин А.В., Головина Т.А.* Концепция управления инновационной деятельностью промышленных систем на основе технологии цифрового двойника // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2021. Т. 14. № 5. С. 7–23. EDN: <https://elibrary.ru/iggqdz>. <https://doi.org/10.18721/JE.14501>
25. *Журавлев Д.М., Глухов В.В.* Стратегирование цифровой трансформации экономических систем как драйвер инновационного развития // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2021. Т. 14. № 2. С. 7–21. EDN: <https://elibrary.ru/ecuawv>. <https://doi.org/10.18721/JE.14201>
26. *Morton J., Amrollahi A., Wilson A.D.* Digital strategizing: An assessing review, definition, and research agenda // *The Journal of Strategic Information Systems*. 2022. Vol. 31. Iss. 2. P. 101720. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101720>
27. *Volberda H.W. et al.* Strategizing in a digital world: Overcoming cognitive barriers, reconfiguring routines and introducing new organizational forms // *Long Range Planning*. 2021. Vol. 54. Iss. 5. P. 102110. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102110>
28. *Antonopoulou K., Begkos C.* Strategizing for digital innovations: Value propositions for transcending market boundaries // *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. Vol. 156. P. 120042. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120042>

Статья поступила в редакцию 12.08.2022; одобрена после рецензирования 15.09.2022; принята к публикации 28.09.2022

Об авторах:

Александр Васильевич Бабкин, профессор Высшей инженерно-экономической школы, научный руководитель лаборатории «Цифровая экономика промышленности», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29), доктор экономических наук, профессор, **ORCID ID: 0000-0002-0941-6358**, al-vas@mail.ru

Елена Витальевна Шкарупета, профессор кафедры цифровой и отраслевой экономики, Воронежский государственный технический университет (394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84); старший научный сотрудник, Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (662972, Россия, г. Железногорск, Красноярский край, ул. Северная, д. 1), доктор экономических наук, профессор, **ORCID ID: 0000-0003-3644-4239**, 9056591561@mail.ru

Татьяна Альбертовна Гилева, профессор кафедры экономики предпринимательства, Уфимский государственный авиационный технический университет (450077, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д. 12), доктор экономических наук, доцент, **Scopus Author ID: 57196048975**, t-gileva@mail.ru

Юлия Сергеевна Положенцева, заведующий кафедрой региональной экономики и менеджмента, Юго-Западный государственный университет (305040, Россия, Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94), кандидат экономических наук, доцент, **ORCID ID: 0000-0002-8296-0878**, polojenceva84@mail.ru

Лэйфэй Чэнь, Аспирант Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29), chenleifei@yandex.ru

Вклад авторов:

Бабкин А. В. – существенный вклад в замысел и содержание исследования; критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Шкарупета Е. В. – подготовка статьи; анализ и интерпретация данных.

Гилева Т. А. – подготовка статьи; анализ и интерпретация данных.

Положенцева Ю. С. – анализ и интерпретация данных.

Чэнь Л. – сбор данных.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Held D. et al. The global transformations reader. Cambridge, Polity Press. 2000. URL: https://www.researchgate.net/publication/264549083_The_Global_Transformations_Reader (In Eng.)
2. Fukuda K. Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. *International journal of production economics*. 2020; 220:107460. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033> (In Eng.)
3. García-Reyes H., Avilés-González J., Avilés-Sacoto S.V. A Model to Become a Supply Chain 4.0 Based on a Digital Maturity Perspective. *Procedia Computer Science*. 2022; 200:1058–1067. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.305> (In Eng.)
4. Schaeffer E. Industry X.0: Realizing digital value in industrial sectors. Kogan Page Publishers, 2017. URL: <https://www.m-vg.de/mediafiles/Leseprobe/9783868816549.pdf> (accessed: 13.09.2022) (In Eng.)
5. Maddikunta P.K.R. et al. Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*. 2022; 26:100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257> (In Eng.)
6. Chan K.T. Emergence of the “Digitalized Self” in the Age of Digitalization. *Computers in Human Behavior Reports*. 2022; 6:100191. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100191> (In Eng.)
7. Gibson S., Hsu M.K., Zhou X. Convenience stores in the digital age: A focus on the customer experience and revisit intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2022; 68:103014. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103014> (In Eng.)
8. Borovkov A.I., Rozhdestvensky O.I., Kukushkin K.V., Pavlova E.I., Tarshin A.Yu. Roadmap for the development of cross-cutting digital technology “New Manufacturing Technologies”: findings and prospects. *Innovations*. 2019; (11(253)):89–104. EDN: <https://elibrary.ru/sxvhqw>. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2019.253.11.011> (In Russ.)
9. Gökalp E., Martinez V. Digital transformation capability maturity model enabling the assessment of industrial manufacturers. *Computers in Industry*. 2021; 132:103522. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103522> (In Eng.)
10. Yılmaz K.Ö. Mind the Gap: It’s About Digital Maturity, Not Technology. In: T. Esakki (Eds.), *Managerial Issues in Digital Transformation of Global Modern Corporations*. Hershey, PA: IGI Global, 2021. P. 222–243. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2402-2.ch015> (In Eng.)
11. Schumacher A., Erol S., Sihn W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*. 2016; 52:161–166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040> (In Eng.)
12. Kljajić Borštnar M., Pucihar A. Multi-attribute assessment of digital maturity of SMEs. *Electronics*. 2021; 10(8):885. <https://doi.org/10.3390/electronics10080885> (In Eng.)
13. Polyanska A. et al. Digital Maturity of the Enterprise as an Assessment of its Ability to Function in Industry 4.0. In: *Advances in Manufacturing III. MANUFACTURING 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, 2022. P. 209–227. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99310-8_17 (In Eng.)
14. Grishchenko N. The gap not only closes: Resistance and reverse shifts in the digital divide in Russia. *Telecommunications Policy*. 2020; 44(8):102004. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102004> (In Eng.)
15. Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. Digital maturity levels of an industrial enterprise. *Journal of new economy*. 2021; 22(2):88–109. EDN: <https://elibrary.ru/guaorr>. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2021-22-2-5> (In Russ.)
16. Steinlechner M. et al. A maturity model to assess digital employee competencies in industrial enterprises. *Procedia CIRP*. 2021; 104:1185–1190. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.199> (In Eng.)
17. Sundberg L., Gidlund K.L., Olsson L. Towards industry 4.0? Digital maturity of the manufacturing industry in a Swedish region. In: *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. IEEE, 2019. P. 731–735. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978681> (In Eng.)
18. Braga Tadeu H.F. et al. Digital transformation: Digital maturity applied to study Brazilian perspective for industry 4.0. In: *Best Practices in Manufacturing Processes*. Springer, Cham, 2019. P. 3–27. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99190-0_1 (In Eng.)
19. Faheem M., Butt R.A. Big datasets of optical-wireless cyber-physical systems for optimizing manufacturing services in the internet of things-enabled industry 4.0. *Data in Brief*. 2022; 42:108026. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108026> (In Eng.)

20. Nasiri M., Saunila M., Ukko J. Digital orientation, digital maturity, and digital intensity: determinants of financial success in digital transformation settings. *International Journal of Operations & Production Management*. 2022; 42(13):274–298. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2021-0616> (In Eng.)
21. Burger M., Kessler M., Arlinghaus J. Aiming for Industry 4.0 Maturity? The risk of higher digitalization levels in buyer-supplier relationships. *Procedia CIRP*. 2021; 104:1529–1534. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.258> (In Eng.)
22. Amelin S.V., Shchetinina I.V. Production Organization in Conditions of Digital Economy. *Organizer of Production*. 2018; 26(4):7–18. EDN: <https://elibrary.ru/ypoknf>. <https://doi.org/10.25987/VSTU.2018.50.18.001> (In Russ.)
23. Turovets O.G., Rodionova V.N., Kablashova I.V. Ensuring the quality of the organization of production processes in the conditions of digital production management. *Organizer of Production*. 2018; 26(4):65–76. EDN: <https://elibrary.ru/ypokot>. <https://doi.org/10.25987/VSTU.2018.92.21.006> (In Russ.)
24. Polyaniy A.V., Golovina T.A. The concept of innovation management of industrial systems based on digital twin technology. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2021; 14(5):7–23. EDN: <https://elibrary.ru/iggqdz>. <https://doi.org/10.18721/JE.14501> (In Russ.)
25. Zhuravlev D.M., Glukhov V.V. Strategizing of Economic Systems digital transformation: a Driver on Innovative Development. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2021; 14(2):7–21. EDN: <https://elibrary.ru/ecuawv>. <https://doi.org/10.18721/JE.14201> (In Eng.)
26. Morton J., Amrollahi A., Wilson A.D. Digital strategizing: An assessing review, definition, and research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2022; 31(2):101720. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101720> (In Eng.)
27. Volberda H. W. et al. Strategizing in a digital world: Overcoming cognitive barriers, reconfiguring routines and introducing new organizational forms. *Long Range Planning*. 2021; 54(5):102110. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102110> (In Eng.)
28. Antonopoulou K., Begkos C. Strategizing for digital innovations: Value propositions for transcending market boundaries. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020; 156:120042. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120042> (In Eng.)

The article was submitted 12.08.2022; approved after reviewing 15.09.2022; accepted for publication 28.09.2022

About the authors:

Alexander V. Babkin, Professor of the Higher Engineering Economical School, Scientific Supervisor of Laboratory "Digital Economy of Industry", Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University (29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 195251, Russia), Doctor of Economic Sciences, Professor, **ORCID ID: 0000-0002-0941-6358**, al-vas@mail.ru

Elena V. Shkarupeta, Professor of the Department of Digital and Branch Economy Voronezh State Technical University (84, 20-letiya Oktyabrya st., Voronezh, 394006, Russia); Senior Researcher, Siberian Fire and Rescue Academy, Russian Ministry for Emergency Situations (1, Severnaya st., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Region, 662972, Russia), Doctor of Economic Sciences, Professor, **ORCID ID: 0000-0003-3644-4239**, 9056591561@mail.ru

Tatiana A. Gileva, Professor of the Department of Economics of Entrepreneurship, Ufa State Aviation Technical University (12, Karl Marx str., Ufa, 450077, Republic of Bashkortostan, Russia), Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, **Scopus Author ID: 57196048975**, t-gileva@mail.ru

Julia S. Polozhentseva, Head of the Department of Regional Economics and Management, South-West State University (94, 50 Let Oktyabrya st., Kursk, 305040, Russia), Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, **ORCID ID: 0000-0002-8296-0878**, polojenceva84@mail.ru

Leifei Chen, Postgraduate Student of the Higher School of Engineering and Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University (29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 195251, Russia), chenleifei@yandex.ru

Contribution of co-authors:

Babkin A. V. – substantial contribution to the conception and content of the study; critical revision in terms of significant intellectual content; final approval of the version of the article for publication.

Shkarupeta E. V. – preparation of the article; analysis and interpretation of the data;

Gileva T. A. – article preparation; data analysis and interpretation.

Polozhentseva Yu. S. – data analysis and interpretation.

Chen L. – data collection.

All authors have read and approved the final manuscript.