



УДК 338.121

DOI: 10.15507/2413-1407.115.029.202102.328-354

Оригинальная статья / Original article

<http://regionsar.ru>

ISSN 2587-8549 (Print)

ISSN 2413-1407 (Online)

Трансформация бизнеса в условиях цифровой экономики: зарубежный подход и российские возможности



Т. А. Салимова



Л. И. Бирюкова*



Н. В. Аникина

*ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск, Российская Федерация),
lbirukova@yandex.ru

Введение. Наметившийся в последние годы тренд на цифровую трансформацию бизнеса приобретает статус базового условия для эффективного развития российской экономики. В этой связи в фокус исследовательского интереса попадают вопросы готовности компаний к применению технологий Индустрии 4.0, а также вопросы управления рисками и возможностями диджитализации бизнеса. Цель статьи – на основе анализа и систематизации зарубежного опыта цифровой трансформации определить перспективы и ограничения перехода российских предприятий и организаций к Индустрии 4.0, а также варианты их преодоления в рамках корпоративных стратегий устойчивого развития.

Материалы и методы. Авторами проведены статистическая обработка и критический анализ мнений представителей российского бизнеса относительно уровня их осведомленности и видения рисков, возможностей и ограничений применения технологий Индустрии 4.0 в отечественной управленческой практике. Сбор исходных статистических данных был осуществлен в рамках опроса с использованием сервиса Google Docs. Обработка данных выполнена с использованием коэффициента корреляции, критерия согласия Пирсона – хи-квадрата и критерия Крамера.

Результаты исследования. Авторами подтверждена рабочая гипотеза о том, что в условиях цифровой экономики скорость реагирования на глобальные риски, эффективность мер по снижению их негативного влияния на результаты бизнеса зависят от сферы и инновационной направленности деятельности предприятия. При этом выявлена статистически значимая зависимость между отношением отечественных пред-

© Салимова Т. А., Бирюкова Л. И., Аникина Н. В., 2021



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



приятый к технологиям Индустрии 4.0 и готовностью принимать выгоды и преимущества, связанные с ними. Авторами опровергнута гипотеза о наличии связи между уровнем влияния ключевых барьеров цифровой трансформации российского бизнеса и отношением предприятий к технологиям Индустрии 4.0. На основе обобщения зарубежного опыта предложены варианты разрешения сложившихся противоречий индустриализации российского бизнеса.

Обсуждение и заключение. Результаты исследования подтвердили, что российская экономика на пути перехода к цифровому обществу столкнулась с теми же проблемами и ограничениями, что и большинство стран мира. Их преодоление возможно только в рамках совместных усилий правительственных структур, бизнес-сообщества и социальных институтов. Результаты исследования могут быть использованы федеральными и региональными органами власти для продвижения Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и Национальной технологической инициативы.

Ключевые слова: менеджмент качества, риски и возможности, цифровая трансформация, технологии Индустрии 4.0, устойчивое развитие бизнеса

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-010-00968 «Методология и инструментарий цифровизации управления качеством системы образования и обеспечения устойчивого развития экономических агентов».

Для цитирования: Салимова, Т. А. Трансформация бизнеса в условиях цифровой экономики: зарубежный подход и российские возможности / Т. А. Салимова, Л. И. Бирюкова, Н. В. Аникина. – DOI [10.15507/2413-1407.115.029.202102.328-354](https://doi.org/10.15507/2413-1407.115.029.202102.328-354) // Регионология. – 2021. – Т. 29, № 2. – С. 328–354.

Business Transformation in the Digital Economy: The Foreign Approach and Russian Opportunities

T. A. Salimova, L. I. Biryukova*, N. V. Anikina

National Research Mordovia State University (Saransk, Russian Federation),

**lburukova@yandex.ru*

Introduction. The trend of digital transformation of business that has emerged in recent years is gaining the status of a basic condition for the effective development of the Russian economy. In this regard, the focus of research interest is on the readiness of companies to use Industry 4.0 technologies, as well as issues of risk management and business digitalization opportunities. The purpose of the study is to analyze and systematize the foreign experience of digital transformation in order to assess the prospects and limitations of the transition of Russian enterprises and organizations to Industry 4.0, as well as the options for overcoming them in the framework of corporate strategies for sustainable development.

Materials and Methods. The authors carried out statistical processing and critical analysis of the opinions of Russian business people about their level of awareness and vision of the risks, opportunities, and limitations of the use of Industry 4.0 technologies in Russian management practice. The initial statistical data were collected as part of a survey using the Google Docs service. Data processing was performed using the concordance coefficient, the Pearson's chi-squared test, and the Cramér-von Mises criterion.



Results. The authors have corroborated the hypothesis that in the digital economy, the speed of response to global risks, the effectiveness of measures to reduce their negative impact on business results depends on the scope and innovation focus of the enterprise. At the same time, a statistically significant relationship has been revealed between the attitude of Russian enterprises to Industry 4.0 technologies and their willingness to accept the benefits and advantages associated with them. The authors have refuted the hypothesis that there is a connection between the level of influence of the key barriers to the digital transformation of Russian business and the attitude of enterprises to Industry 4.0 technologies. On the basis of generalized foreign experience, the authors have proposed options for resolving the existing contradictions in the industrialization of Russian business.

Discussion and Conclusion. The results of the study have corroborated that the Russian economy faced the same problems and limitations as most countries of the world on the way to transition to a digital society. Overcoming them is possible only through joint efforts of governmental structures, the business community, and social institutions. The research results can be used by federal and regional authorities to promote the National Program “Digital Economy of the Russian Federation” and the National Technology Initiative.

Keywords: quality management, risks and opportunities, digital transformation, Industry 4.0 technologies, sustainable business development

The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding. The article was done with the financial support from the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 19-010-00968 “Methodology and Tools for Digitalization of Quality Management of the Education System and Ensuring Sustainable Development of Economic Agents”.

For citation: Salimova T.A., Biryukova L.I., Anikina N.V. Business Transformation in the Digital Economy: The Foreign Approach and Russian Opportunities. *Regionology* = Russian Journal of Regional Studies. 2021; 29(2):328-354. DOI: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.115.029.202102.328-354>

Введение. Неопределенность внешней среды, высокая скорость и непрерывность технологических изменений, новые научные открытия, казавшиеся невозможными в XX в., стали частью повседневной жизни общества и бизнеса вне зависимости от его масштаба, сферы деятельности и территориальной локации. Начиная с 2010 г. главной движущей силой важнейших технологических, социально-экономических и экологических преобразований в мире становится Четвертая промышленная революция и связанные с ней технологии. Тема цифровой трансформации вошла в стратегическую повестку большинства крупных корпораций, а пандемия коронавирусной инфекции COVID-19 придала дополнительный импульс проектам цифровизации в сегменте среднего и малого бизнеса.

Россия позже крупнейших западных экономик встала на путь цифровой трансформации. Тем не менее под влиянием нового технологического цикла отечественные предприятия и организации стали поэтапно включаться в программы индустриальных преобразований, перестройки бизнес-моделей и процессов. В декабре 2020 г. Президент Российской Феде-



рации В. В. Путин придал этому движению системность, поручив Правительству подготовить стратегии цифровой трансформации для ключевых отраслей российской экономики, с тем чтобы технологии Индустрии 4.0 стали шире применяться в промышленности, коммунальном хозяйстве и транспорте.

На пути перехода к цифровой экономике отечественному бизнесу предстоит найти ответы на следующие вопросы: как запустить процесс трансформации и эффективно им управлять; какие технологические решения смогут обеспечить рост операционной эффективности; когда окупятся инвестиции; какие компетенции необходимо формировать у персонала; как сохранить команду и ее готовность к непрерывным изменениям? При этом предприятия и организации должны быть готовы, с одной стороны, к управлению возникающими рисками, а с другой – к использованию возможностей и перспектив Индустрии 4.0.

Цель статьи – по результатам проведенного исследования определить пути перехода российских предприятий и организаций к Индустрии 4.0 на основе систематизации мер по управлению рисками и возможностями в рамках реализации корпоративных стратегий устойчивого развития.

Обзор литературы. Первое упоминание термина «Индустрия 4.0» имеет отношение к 2011 г. Немецкие ученые Х. Кагерманн, В.-Д. Лукас и В. Вальстер в своей статье, положившей основу исследований феномена Четвертой промышленной революции, рассмотрели процесс смены парадигмы в промышленности через переход к новым бизнес-моделям на основе киберофизических систем, ведущих к трансформации глобальных цепочек создания ценности¹. Исторический контекст, содержание, движущие факторы, ключевые технологии Четвертой промышленной революции, ее влияние на экономику, экологию, бизнес и общество нашли свое отражение в многочисленных исследованиях Всемирного экономического форума (WEF) и книгах К. Шваба «Четвертая промышленная революция» (2016) и «Технологии четвертой промышленной революции» (2019), ставших мировыми бестселлерами. К. Шваб описывает Индустрию 4.0 как «новые технологии, объединяющие физический, цифровой и биологический миры, влияющие на все дисциплины, экономики и отрасли. Эти технологии имеют большой потенциал для того, чтобы подключить миллиарды людей к сети и кардинально повысить эффективность бизнеса и организаций»².

¹ Kagermann H., Lukas W., Wahlster W. Industrie 4.0 – Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution [Электронный ресурс] // VDI Nachrichten. 2011. Issue 13. URL: https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/DFKI/Medien/News_Media/Presse/Presse-Highlights/vdinach2011a13-ind4.0-Internet-Dinge.pdf (дата обращения: 20.01.2021).

² Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016. 138 с.; Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [Электронный ресурс]. URL: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx (дата обращения: 20.01.2021).



Высокая скорость происходящих технологических изменений, реальность disruptive прорыва, возникновение принципиально новых конкурентно-способных бизнес-моделей, серьезное снижение затрат на вхождение в сегмент цифрового бизнеса обеспечили значительный рост исследовательского интереса в отношении перспектив развития современных промышленных производств, рисков и возможностей, преимуществ и ограничений их перехода к Индустрии 4.0. При этом ряд авторов фокусируют свои исследования на перспективах трансформации конкретных направлений деятельности предприятий и организаций – менеджмента качества, финансовой и производственной деятельности, уделяя особое внимание выявлению взаимосвязей между применением технологий Индустрии 4.0 и инновационной активностью, конкурентоспособностью и устойчивым развитием бизнеса.

Так, в работе Дж. М. Мюллера, Д. Киела, К.-И. Войта отмечается, что Четвертая промышленная революция трансформирует не только промышленное производство, но и направления экономического, экологического и социального характера как составляющие устойчивого развития общества [1]. По мнению Дж. Олаха и соавторов, стратегии организации в области устойчивого развития являются основой внедрения технологий Индустрии 4.0 [2].

В. С. Шин и коллектив авторов [3], Т. А. Салимова, Н. Ш. Ватолкина [4] в своих исследованиях идентифицировали предпосылки, вызовы и перспективы развития менеджмента качества и соответствующей системы предприятия в условиях цифровой трансформации. По мнению Й. Блстаковой и других ученых, цифровизация меняет подходы к управлению предприятием в два этапа: сначала в рамках трансформации действующей системы в цифровую, а затем в рамках переосмысления потребительских ценностей и предпочтений [5].

Особое внимание ученые и практики уделяют изучению реальных и потенциальных результатов развития Индустрии 4.0. Так, основными следствиями перехода к Четвертой промышленной революции для всех видов экономической деятельности К. Шваб называет изменения ожиданий потребителей; совершенствование качества продукции и услуг за счет данных, обеспечивающих рост производительности активов; формирование новых партнерств по мере осознания предприятиями и организациями значимости новых форм сотрудничества; трансформацию операционных моделей в новые цифровые модели³. Х. И. Вусканович, В. Куч, В. М. Мижучкович, Т. Герцег, исследуя движущие силы внедрения подходов, обусловленных Индустрией 4.0, в практику промышленных предприятий, определили, что рыночная конкуренция, повышение удовлетворенности потребителей, рост требований партнеров являются более значимыми факторами, нежели финансовые, в частности, потребность в оптимизации расходов и всех видов потерь [6]. Необходимость выживания, сохранения бизнеса и конкурентных

³ Шваб К. Четвертая промышленная революция.



позиций, а также обеспечения перехода от традиционных к инновационным бизнес-моделям как ключевых предпосылок перехода к технологиям Четвертой промышленной революции подчеркивается в работах Х. Лази, П. Феттке, Х. Кемпера [7], К. Бурмейстера, Д. Люттгенса, Ф. Т. Пиллера [8], С. Лаудиена, Б. Даксбока [9], А. В. Бабкина с соавторами [10; 11].

Л. Хугес с коллегами отмечают, что дорожная карта перехода к Индустрии 4.0 является сложным и многогранным процессом, поскольку производители, с одной стороны, стремятся к переходу к новым технологиям, а с другой – пытаются сохранить традиционный подход операционной эффективности и фокус на устойчивое развитие [12]. Авторы полагают, что переход к технологиям Четвертой промышленной революции может привести к дестабилизирующим изменениям в производственном секторе в течение следующего десятилетия при отсутствии соответствующих дорожных карт перехода на новые управленческие и организационные практики. По мнению Е. Ю. Андиевой, В. Д. Фильчаковой, рост автоматизации, зависимости от киберфизических систем, больших данных, интернета вещей и искусственного интеллекта отражают необходимость перехода к гибкому, адаптивному и умному производству [13]. Методы, экосистемы и технологии цифрового производства рассмотрены в монографии «Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии»⁴. При этом кардинально меняются подход к управлению персоналом и содержание производственных и обеспечивающих процессов за счет изменения требований к профессиональным компетенциям сотрудников, гибкости и автономности при принятии решений и управлением распределенными командами.

Б. Паньшин [14], Х. Фаторачиан и Х. Каземи [15] в качестве ключевых преимуществ Индустрии 4.0 и возможностей для развития бизнеса на основе применения соответствующих технологий называют следующие: возможность удовлетворения индивидуальных предпочтений потребителей при сокращении стоимости; рост адаптивности производственных процессов и предприятий в целом; улучшение систем коммуникации и обмена информацией, принятия решений, интеграционных процессов и партнерства; повышение производительности труда и ресурсоэффективности. Вопросы оптимизации стоимости производимой продукции и выполняемых работ за счет внедрения технологий Индустрии 4.0 рассмотрены М. Бреттелом, Н. Фредериксеном, Н. Келлером, М. Розенбергом [16], а также С. Эрлом, А. Джагером, П. Холдом, К. Оттом, В. Сином [17]. Отдельные исследователи в качестве одной из перспектив развития Индустрии 4.0 выделяют трансформацию рынка труда, появление новых профессий, необходимость изменения подходов к подготовке специалистов. Данный аспект нашел свое отражение в трудах Л. И. Бонкампа и М. Сура [18], К. Отмейера и Е. Хофмана [19], А. И. Рудско-

⁴ Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии: моногр. / А. И. Боровков, Л. В. Лысенко, П. Н. Биленко [и др.]. М., 2017. 80 с.



го, А. И. Боровкова, П. И. Романова, О. В. Колосовой [20], Дж. Тортореллы, Р. Миорандо, Р. Кайядо, Д. Начименто и А. П. Стодачера [21].

Отдельное место в исследованиях занимает раскрытие причин, препятствующих активному внедрению цифровых технологий в практику деятельности предприятий. Так, Н. С. Батиста, Р. И. Мелисио и В. Мендес в качестве одного из барьеров называют необходимость трансформации существующей инфраструктуры предприятия [22]. Исследование, проведенное учеными Высшей школы экономики в 2020 г., рассматривает цифровизацию как фактор, влияющий на изменение организационной структуры крупных компаний⁵. Значительный объем инвестиций, необходимость и сложность изменения организационной культуры, нехватка новых «цифровых» лидеров и специалистов в исследовании Х. Контадора, В. Сатино, Ж. Контадора, М. Спинола были отмечены как факторы, препятствующие цифровой трансформации [23].

В. Л. Да Силва с соавторами выделили барьеры на пути Индустрии 4.0, связанные с недостаточной государственной финансовой поддержкой, слабой технологической инфраструктурой организации, неготовностью менеджмента к организационным изменениям, низким уровнем партнерских отношений с заинтересованными сторонами, нехваткой знаний и опыта персонала [24].

Таким образом, проведенный обзор литературных источников позволили выявить и систематизировать преимущества, получаемые предприятиями и организациями при переходе к Индустрии 4.0, а также барьеры и ограничения на пути к осуществлению данного процесса. Результаты систематизации послужили основой для формулировки и проработки рабочих гипотез настоящего исследования.

Материалы и методы. Методология исследовательской работы основана на использовании общенаучных методов, а также методов сбора, систематизации, статистической обработки и критического анализа мнений представителей российских предприятий и организаций относительно уровня их осведомленности и видения рисков, возможностей и ограничений применения положений концепций Индустрии 4.0 в отечественной управленческой практике.

Рабочими гипотезами, определившими ход и этапы настоящего исследования, стали:

– Н1 – глобальные риски влияют на деятельность любого предприятия и/или организации вне зависимости от территориальной локации, масштаба и сферы деятельности;

– Н2 – скорость реагирования на рисковые события, эффективность программ и мер по снижению негативного влияния на результаты бизнеса за-

⁵ Ответ на вызовы цифровизации: госуправление, основанное на данных, «штабная» модель управления и структурный маневр в численности госслужащих: Доклад НИУ ВШЭ [Электронный ресурс] / А. Б. Жулин (рук. авт. кол.), Я. И. Кузьминов; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высш. шк. экономики, 2020. URL: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/427045188.pdf> (дата обращения: 10.02.2021).



висят от сферы и инновационной направленности деятельности предприятия и/или организации;

– Н3 – существует взаимозависимость между уровнем отношения к технологиям Индустрии 4.0 и готовностью предприятий и/или организаций принимать и использовать связанные с данными технологиями преимущества;

– Н4 – существует взаимозависимость между уровнем отношения к технологиям Индустрии 4.0 и восприимчивостью предприятиями и/или организациями барьеров, сдерживающих цифровую трансформацию общества.

При этом авторы основывались на выводах, полученных по результатам проведенного литературного обзора (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Преимущества и ограничения на пути перехода предприятий и организаций к Индустрии 4.0

Table 1. Advantages and limitations in the transition of enterprises and organizations to Industry 4.0

Преимущества / Advantages	Ограничения / Limitations
1. Обеспечение конкурентоспособности в долгосрочной перспективе / Ensuring long-term competitiveness	1. Отсутствие влияния технологий на производственный процесс и результаты деятельности / No impact of technology on the production process and performance
2. Выход на новые рынки сбыта / Entering new markets	2. Необходимость значительного объема капиталовложений / Need for a significant amount of capital investment
3. Рост производительности труда / Labor productivity growth	3. Необходимость значительных организационных/административных усилий / Need for significant organizational / administrative effort
4. Обеспечение непрерывности бизнеса / Ensuring business continuity	4. Низкий уровень автоматизации и цифровизации процессов / Low level of automation and digitalization of processes
5. Обеспечение экологической безопасности / Ensuring environmental safety	5. Нехватка квалифицированных специалистов / Lack of qualified specialists
6. Обеспечение социальной ответственности и социального поведения бизнеса / Ensuring social responsibility and social behavior of business	6. Низкая цифровая культура руководства / Low digital culture of the management
7. Развитие сетей партнерского взаимодействия со стейкхолдерами / Establishing networks of partnership interaction with stakeholders	7. Сопротивление со стороны персонала / Resistance from the staff
8. Возможность противостояния рискам / Ability to withstand risks	
9. Внедрение перспективных управленческих подходов / Introduction of advanced management approaches	
10. Оптимизация различных видов затрат / Optimization of various types of costs	
11. Рост доходности бизнеса / Business profitability growth	
12. Усиление влияния потребителей на бизнес-процессы / Growing influence of consumers on business processes	



Сбор исходных статистических данных был осуществлен в январе – марте 2020 г. в рамках опроса, проведенного с использованием сервиса GoogleDocs. Основными критериями формирования целевой группы респондентов послужили:

а) принадлежность предприятия и/или организации к реальному сектору экономики;

б) отражение пропорций и структуры российской промышленности, а также тренда на увеличение количества малых и средних предприятий и их вклада в ВВП страны до 32,5 % к 2024 г., заданного в рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы»;

в) территориальная принадлежность респондентов к регионам с высоким уровнем развития промышленности и торговли.

Ссылка на онлайн-анкету была разослана на 650 официальных электронных адресов предприятий и организаций. В ответ было получено 154 действительных отклика из Республики Мордовия, Республики Татарстан, Тамбовской, Воронежской, Калужской, Свердловской, Нижегородской, Ульяновской, Пензенской и Самарской областей, Пермского края, а также городов Москвы и Санкт-Петербурга.

Качественные характеристики участников опроса представлены в таблице 2. Мнения респондентов можно считать показательными в силу того, что ключевые критерии формирования целевой выборки были соблюдены. Об объективности суждений участников опроса свидетельствует тот факт, что все они так или иначе задействованы в процессах формирования и реализации корпоративных стратегий устойчивого развития, цифровизации и трансформации бизнеса.

Т а б л и ц а 2. Характеристики участников опроса, %

Table 2. Characteristics of the survey participants, %

Вид экономической деятельности / Type of economic activity	Процентное соотношение / Percentage ratio
1	2
Машиностроение / Mechanical engineering	42
Химическая промышленность / Chemical industry	12
Пищевая промышленность и АПК / Food industry and agroindustrial complex	12
IT и телекоммуникации / IT and telecommunications	11
Энергетика / Power engineering	7
Металлургия / Metallurgy	4



Окончание табл. 2 / End of table 2

1	2
Проектирование и строительство / Design and construction	3
Услуги / Services	9
Размер бизнеса / Size of business	Процентное соотношение / Percentage ratio
Крупный / Big	31
Средний / Medium	41
Малый / Small	28
Позиция / Position	Процентное соотношение / Percentage ratio
Топ-менеджер / Top Manager	49
Руководитель среднего звена / Middle Manager	34
Специалист / Specialist	17

Респондентам была предложена структурированная анкета из 19 вопросов, объединенных в два раздела. Вопросы раздела А (6 вопросов) использовались для определения качественных параметров опрашиваемой аудитории для целей ее сегментации и контроля за обеспечением репрезентативности выборки. Раздел В содержал 13 вопросов, позволивших выявить наиболее значимые риски, оказывающие влияние на результаты бизнеса, а также систематизировать мероприятия по управлению ими; дать оценку практических аспектов применения инновационных технологий, методов, принципов и подходов, характерных для Индустрии 4.0; определить возможности и ограничения, перспективы и последствия интеграции ключевых положений концепции Индустрии 4.0 в деятельность российских предприятий и организаций разных сфер.

Для статистической обработки полученных в ходе опроса данных были использованы:

- коэффициент конкордации (W) как инструмент оценки согласованности экспертных мнений;
- критерий согласия Пирсона – хи-квадрат (χ^2), позволяющий подтвердить наличие или отсутствие связи между двумя качественными признаками;
- критерий Крамера (V) как инструмент количественной оценки степени (силы) связи между двумя качественными признаками.

Полученные в ходе исследования результаты были доведены до сведения респондентов с целью разработки рекомендаций по цифровой трансформации систем менеджмента и бизнеса предприятий и организаций в целом.

Результаты исследования. Сценарий исследовательской работы был выбран исходя из поставленных целей и рабочих гипотез. Первоначально респондентам было предложено определить ключевые для их отрасли и/или бизнеса



риски и оценить степень их влияния на результаты деятельности предприятия в условиях цифровой трансформации общества. Основой для разработки данного раздела анкеты послужил рейтинг корпоративных рисков, составленный Allianz Global Corporate & Specialty⁶. Для обеспечения полноты исследования в число оцениваемых были включены риски физического воздействия (пожары или ураганы), а также инциденты в IT-сфере; риски, носящие преднамеренный характер, и случайные риски; риски, являющиеся результатом деятельности самого предприятия, его клиентов и партнеров, а также внешние риски, источники которых относятся к геополитической и макроэкономической сферам. Основным критерием включения того или иного риска в анкету стала масштабность возможных финансовых потерь из-за прерывания бизнеса⁷.

Обобщая мнения респондентов относительно рисков, входящих в Allianz Risk Barometer, авторам в первую очередь удалось оценить уровень сформированности мнения российской предпринимательской и производственной среды по данному вопросу, а также степень его согласованности с мнением международного бизнес-сообщества.

Результаты ранжирования ключевых бизнес-рисков с точки зрения влияния на деятельность российских предприятий – участников опроса представлены в таблице 3. Рассчитанный коэффициент конкордации ($W = 0,667$) позволяет сделать вывод о высокой согласованности мнений респондентов относительно степени влияния глобальных рисков на деятельность предприятия. Вычисленное значение χ^2 (924,65) превышает табличное значение χ^2 (183,96) при уровне значимости 5 %. Найденный коэффициент конкордации является статистически значимым и позволяет подтвердить гипотезу (H1) о влиянии глобальных рисков на деятельность предприятий и организаций вне зависимости от их территориальной локации, масштаба и сферы деятельности.

Риски, с которыми сегодня сталкиваются российские предприятия и организации, становятся все более сложными. Наибольшие опасения вызывают изменения в законодательстве (средний ранг 8,21), новые технологии (7,96), макроэкономические события (7,96), утрата репутации или ценности бренда (7,21) и прерывание бизнеса (7,16). Полученные ранги позволяют сделать вывод о том, что именно развитие новых технологий в условиях перехода к цифровой экономике в сочетании с экономической и правовой нестабильностью способствует трансформации традиционных для российских предприятий бизнес-моделей, заставляет приспосабливаться к новым реалиям и отвечать на вызовы современности.

⁶ Allianz Risk Barometer 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/Allianz-Risk-Barometer-2020-Appendix.pdf> (дата обращения: 20.01.2021).

⁷ The Global Risks Report 2020 [Электронный ресурс]. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf; Political Risk Map 2020: Trade Tensions Threaten Political Stability [Электронный ресурс]. URL: <https://www.marsh.com/us/insights/research/political-risk-map-2020.html> (дата обращения: 15.01.2021).

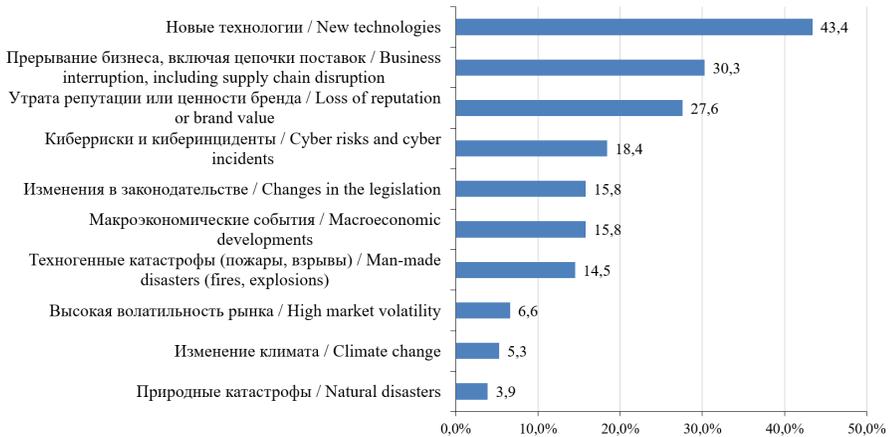


Т а б л и ц а 3. Оценка степени влияния глобальных рисков на деятельность предприятия

Table 3. Assessment of the impact of global risks on the company's activities

Вид риска / Type of risk	Количество ранговых оценок / Number of rank assessments										Средний ранг / Average rank
Киберриски и киберинциденты / Cyber risks and cyber incidents	6	15	53	50	8	4	2	6	6	4	3,99
Прерывание бизнеса, включая цепочки поставок / Business interruption, including supply chain disruption	1	1	1	10	15	29	29	30	16	22	7,16
Изменения в законодательстве / Changes in the legislation	0	0	1	0	4	14	27	37	38	33	8,21
Природные катастрофы / Natural disasters	61	44	15	19	8	3	0	1	1	2	2,37
Высокая волатильность рынка / High market volatility	1	1	8	22	80	29	10	2	1	0	5,09
Техногенные катастрофы (пожары, взрывы) / Man- made disasters (fires, explosions)	46	39	19	34	13	2	1	0	0	0	2,60
Изменение климата / Climate change	37	53	48	8	2	1	1	1	3	0	2,45
Утрата репутации или ценности бренда / Loss of reputation or brand value	2	0	3	4	11	37	32	23	22	20	7,21
Новые технологии / New technologies	0	1	4	0	6	25	25	22	29	42	7,96
Макроэкономические события / Macroeconomic developments	0	0	2	7	7	10	27	32	38	31	7,96

Большинство респондентов отметили, что так или иначе предпринимают действия, направленные на противостояние рискам (рис. 1). В первую очередь речь идет о тех из них, что непосредственно относятся к зонам ответственности и влияния предприятия (новые технологии – 43,4 % респондентов, прерывание бизнеса, включая цепочки поставок – 30,3, утрата репутации или ценности бренда – 27,6, киберриски и киберинциденты – 18,4 %).



Р и с. 1. Распределение ответов на вопрос об управлении рисками в деятельности предприятий, %

F i g. 1. Distribution of answers to the question about risk management in the activities of enterprises, %

В то же время готовность предприятий инновационного сектора к управлению рисками и изменениям, связанным с переходом к технологиям Индустрии 4.0, значительно выше, чем у предприятий традиционных отраслей. Об этом свидетельствует подтвержденная в рамках исследования гипотеза (H2) о том, что скорость реагирования на рисковые события, эффективность программ и мероприятий по снижению их негативного влияния на результаты бизнеса во многом зависит от отраслевой специфики предприятия.

Для анализа нами были использованы критерий хи-квадрат (χ^2) на 5-процентном уровне значимости и V-критерий (табл. 4).

Полученные в результате расчетов данные свидетельствуют о том, что такие высокотехнологичные отрасли, как ИТ и телекоммуникации, машиностроение и химическая промышленность, в большей степени подвержены влиянию разнообразных видов рисков. В целях сохранения непрерывности и устойчивости своего бизнеса они готовы на системной основе разрабатывать и реализовывать стратегии и тактики риск-менеджмента. Для предприятий традиционных сфер деятельности, таких как сельское хозяйство, металлургия, энергетика, это менее характерно.

Особое внимание предприятиям инновационных сфер деятельности приходится обращать на такие виды рисков, как «новые технологии» и «киберриски и киберинциденты», поскольку вероятные потери от нарушения неприкосновенности данных, хакерских атак, перерывов в производстве вследствие ИТ-инцидентов или ошибок в использовании новых технологий, материалов и искусственного интеллекта крайне высоки для данного типа бизнеса.



Таблица 4. Применение программ, мероприятий или действий по снижению негативного влияния рисков (да/нет)
 Table 4. Application of programs, measures or actions to reduce the negative impact of risks (yes/no)

Вид риска / Type of risk	Вид экономической деятельности / Type of economic activity										χ ²	V
	IT и телекоммуникации / IT and telecommunications	АПК / Agroindustrial complex	Логистика и грузоперевозки / Logistics and cargo transportation	Машиностроение / Mechanical engineering	Металлургия / Metallurgy	Оценка соответствия и консалтинг / Conformity assessment and consulting	Пищевая промышленность / Food industry	Проектирование и строительство / Design and construction	Химическая промышленность / Chemical industry	Энергетика / Power engineering		
Киберриски и инциденты / Cyber risks and cyber incidents	16/0	0/4	2/8	4/60	0/6	0/7	0/15	2/2	1/17	4/6	90,58	0,256
Прерывание бизнеса, включая цепочки поставок / Business interruption, including supply chain disruption	2/4	0/4	6/4	31/33	0/6	0/7	2/13	3/1	5/13	0/10	33,10	0,155
Изменения в законодательстве / Changes in the legislation	2/14	0/4	0/10	9/55	4/2	0/7	0/15	1/3	4/14	5/5	27,67	0,141
Природные катастрофы / Natural disasters	1/15	4/0	0/10	0/64	0/6	0/7	0/15	0/4	0/18	3/7	92,32	0,258
Высокая волатильность рынка / High market volatility	2/14	0/4	0/10	5/59	0/6	0/7	0/15	0/4	3/15	0/10	8,09	0,076
Техногенные катастрофы (пожары, взрывы) / Man-made disasters (fires, explosions)	4/12	1/3	5/5	20/44	6/0	0/7	7/8	1/3	17/1	4/6	39,92	0,170
Изменение климата / Climate change	1/15	0/4	0/10	0/64	0/6	0/7	0/15	0/4	3/15	4/6	35,47	0,160
Утрата репутации или ценности бренда / Loss of reputation or brand value	4/12	1/3	7/3	16/48	0/6	6/1	2/13	4/0	2/16	0/10	41,98	0,174
Новые технологии / New technologies	15/1	0/4	1/9	47/17	0/6	0/7	2/13	0/4	1/17	0/10	84,58	0,247
Макроэкономические события / Macroeconomic developments	3/13	0/4	0/10	3/61	4/2	0/7	1/14	1/3	13/5	0/10	66,31	0,299



В эпоху цифровизации менеджмент риска в сфере информационной и технологической безопасности – это одновременно вопросы конкурентных преимуществ и устойчивости бизнеса.

Вычисленные значения χ^2 для данных видов рисков (90,58 – киберриски и киберинциденты и 84,58 – новые технологии) превышают табличное значение χ^2 (16,92) при уровне значимости 5 %, что подтверждает наличие связи между оценками рисков, разработкой и реализацией программ в области риск-менеджмента и видом экономической деятельности того или иного субъекта хозяйствования (гипотеза H2).

Для обеспечения устойчивости бизнеса предприятия на системной основе применяют инструменты менеджмента качества (59,2 %), бережливого производства и управления талантами (по 36,8 % соответственно), риск-менеджмента (34,2 %), а также совершенствуют механизмы внутреннего контроля в рамках интегрированных систем менеджмента (31,6 %) и партнерских отношений с различными группами заинтересованных сторон (26,3 %) (рис. 2).



Р и с. 2. Распределение ответов на вопрос о применении управленческих подходов, принципов и практик в деятельности предприятий, %

F i g. 2. Distribution of the answers to the question about the application of managerial approaches, principles, and practices in the activities of enterprises, %



Применение данных практик российские предприятия связывают в первую очередь с концепциями устойчивого развития (40,8 %) и устойчивой конкурентоспособности (35,5 %). Данная ситуация закономерна ввиду практического их использования с момента вступления в силу Указа Президента Российской Федерации № 440 от 01.04.1996 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Применение положений концепций Индустрии 4.0 в отечественной управленческой практике носит ограниченный, фрагментарный характер. Тем не менее понимание у российского бизнес-сообщества того, что Четвертая промышленная революция неизбежна, на сегодняшний день практически сформировано. Об этом свидетельствует тот факт, что 75 % опрошенных рассматривают технологические вызовы Индустрии 4.0 в качестве возможностей для развития предприятия и результатов его деятельности, 6,6 – в качестве потенциальных угроз, а 18,4 % респондентов считают, что вызовы носят нейтральный по отношению к их бизнесу характер.

Основываясь на данном факте, дальнейший анализ общности и различий в оценках потенциальных выгод от применения технологий Индустрии 4.0 в практике деятельности российских предприятий (гипотеза Н3) и значимости причин, сдерживающих их инновационные преобразования (гипотеза Н4), был проведен для трех групп респондентов, демонстрирующих положительное, нейтральное или отрицательное отношение к Индустрии 4.0. Результаты, полученные с использованием критерия хи-квадрат (χ^2) на 5-процентном уровне значимости, а также метода группировки, представлены в таблицах 5 и 6.

Вычисленные значения χ^2 для всех трех групп респондентов по всем типам потенциальных выгод (табл. 5) превышают табличное значение χ^2 (15,51) при уровне значимости 5 %, что подтверждает гипотезу (Н3) о наличии статистически значимой зависимости между уровнем отношения к технологиям Индустрии 4.0 и готовностью принимать и использовать связанные с ними преимущества. При этом чем четче респондент демонстрирует свое отношение к вопросам индустриальной трансформации, тем более осознанными являются его знания об инновационных технологиях, материалах, практиках и подходах, а значит выше способность получать положительный эффект от их применения.

Так, средний ранг восприятия потенциальных выгод, связанных с Индустрией 4.0, у респондентов с позитивным настроем составил 3,499; у респондентов с негативным настроем – 2,378; у респондентов с нейтральным настроем – 2,122. При этом позитивно настроенные респонденты связывают технологии Индустрии 4.0 в первую очередь с ростом производительности труда (средний ранг – 4,061), долгосрочным обеспечением конкурентоспособности бизнеса (4,043) и возможностью расширения рынка сбыта (3,974). Негативно настроенные респонденты, осознавая всю полноту рисков и угроз, ждут от Индустрии 4.0 оптимизации управленческих подходов (средний ранг – 3,000); структуры и объема операционных затрат (2,818), в том числе за счет роста производительности труда (2,727).



Таблица 5. Оценка потенциальных выгод от применения технологий Индустрии 4.0 в практике деятельности предприятия
 Table 5. Assessment of potential benefits from the application of Industry 4.0 technologies in the practice of the enterprise

	Отношение к технологическим вызовам Индустрии 4.0 / Attitude to the technological challenges of Industry 4.0			χ^2
	Возможность для развития / Development Opportunity	Нейтральный характер / Neutral character	Угроза для развития / Threat to business development	
Средняя оценка потенциальной выгоды от применения технологий Индустрии 4.0 в практике деятельности предприятия / Average assessment of the potential benefits from the use of Industry 4.0 technologies in the practice of the enterprise	4,043	2,214	2,545	115,067
Обеспечение конкурентоспособности в долгосрочной перспективе / Ensuring long-term competitiveness	3,974	1,500	2,273	120,444
Выход на новые рынки сбыта / Entering new markets	4,061	2,071	2,727	121,827
Рост производительности труда / Labor productivity growth	3,583	1,893	2,545	69,831
Обеспечение непрерывности бизнеса / Ensuring business continuity	2,783	2,250	1,636	20,281
Обеспечение экологической безопасности / Ensuring environmental safety	2,896	1,857	1,455	62,904
Обеспечение социальной ответственности и социального поведения бизнеса / Ensuring social responsibility and social behavior of business	3,304	1,786	1,545	97,499
Развитие сетей партнерского взаимодействия со стейкхолдерами / Development of partnership networks with different stakeholder groups	3,339	2,286	2,727	49,986
Возможность противостояния рискам / The ability to withstand risks	3,583	2,250	3,000	57,840
Внедрение перспективных управленческих подходов / Introduction of advanced management approaches	3,757	2,714	2,818	54,095
Оптимизация различных видов затрат / Optimization of various types of costs	3,565	2,464	2,636	46,792
Рост доходности бизнеса / Business profitability growth	3,104	2,179	2,636	37,907
Усиление влияния потребителей на бизнес-процессы / Strengthening the influence of consumers on business processes				



Оценки третьей группы респондентов, считающих, что вызовы Индустрии 4.0 носят нейтральный по отношению к их бизнесу характер, по всем типам потенциальных выгод можно интерпретировать как хаотичные / нестабильные / разнонаправленные. На наш взгляд, за нейтральным отношением к вызовам Индустрии 4.0 в большей мере стоит незнание, непонимание или отсутствие практического опыта применения новых технологий, материалов и подходов. Об этом свидетельствует тот факт, что средний ранг потенциальных выгод у данной группы респондентов значительно ниже, чем у респондентов с негативным настроением относительно Индустрии 4.0. Исключения составляют только выгоды, ставшие уже традиционными для российского бизнеса: обеспечение экологической безопасности – 2,250, обеспечение социальной ответственности и социального поведения бизнеса – 1,857, развитие сетей партнерского взаимодействия с различными группами заинтересованных сторон – 1,786.

Тем не менее во многом благодаря особой роли государства в выборе и поддержке курса на построение цифровой экономики большинство предприятий осведомлены о сущности и содержании передовых технологий и элементов цифровизации, характерных для Индустрии 4.0. В первую очередь речь идет об искусственном интеллекте (50,0 % респондентов), BigData (48,7 %), роботизации и Internet of things (IoT) (по 44,7 % соответственно). Однако реальный уровень вовлеченности в Четвертую промышленную революцию и практическое применение ее ключевых технологий остается крайне низким. Более половины опрошенных считают свидетельством цифровой трансформации своей работы хранение и статистическую обработку данных (36,8 %), а также применение передовых материалов и технологий аддитивного производства (14,5 %). При этом 35,5 % респондентов не смогли или затруднились назвать применяемые ими технологии Индустрии 4.0.

Интересно, что топ-менеджмент оценивает уровень использования цифровых технологий в работе своих компании значительно выше, нежели руководители среднего звена и рядовые специалисты. На наш взгляд, это может указывать на необоснованный оптимизм менеджеров высшего звена относительно технологий Индустрии 4.0 либо на низкий уровень осведомленности персонала о реализуемых в компаниях цифровых проектах и стратегиях. Иными словами, результаты проведенного опроса еще раз подтвердили, что глубина проникновения цифровой трансформации в российских компаниях сильно переоценена. Большинство предприятий находится на начальном этапе разработки такой стратегии и пересмотра системы управления бизнесом на основе технологий Индустрии 4.0, рассчитывая в первую очередь улучшить системные факторы производства, включая производительность труда, структуру и численность занятых, конкурентную ситуацию и др. В этой связи ждать быстрых изменений как минимум некорректно. Однако процесс цифровой перестройки российского бизнеса неизбежен, поскольку это единственный способ его адаптации к изменениям, происходящим в мире.



Для проработки гипотезы H4 сгруппируем мнения респондентов, исходя из их отношения к Индустрии 4.0 по вопросам, касающимся ключевых причин, сдерживающих и/или создающих барьеры для цифровой трансформации российского бизнеса (табл. 6).

Вычисленные значения χ^2 для всех трех групп респондентов по сдерживающим причинам/барьерам (табл. 6) неоднородны: для четырех причин они превышают табличное значение χ^2 (15,51) при уровне значимости 5 %, а для трех причин – не превышают. Это опровергает гипотезу (H4) о наличии связи между оценкой степени влияния причин, препятствующих индустриальной трансформации бизнеса, и уровнем отношения респондентов к технологиям Индустрии 4.0.

Респонденты считают, что ключевыми барьерами цифровой трансформации российского бизнеса являются:

а) необходимость значительных инвестиций в программное обеспечение, технику, НИОКР. Для данной причины расчетное значение χ^2 (6,372) ниже табличного значения (15,51), при этом средние ранги у всех трех групп респондентов являются максимальными или близки к максимальным (3,878, 3,536 и 3,636 соответственно). Это подтверждает серьезные опасения российских предприятий по поводу того, что в условиях ограниченных объемов свободных денежных средств без соответствующей государственной поддержки интенсивность запуска механизма цифровой трансформации и внедрения инноваций будет осуществляться крайне медленно и неэффективно;

б) нехватка квалифицированных специалистов, опыта внедрения технологий и компетенций в сфере ИКТ. Расчетное значение χ^2 (8,199) ниже табличного значения (15,51), средние ранги у всех трех групп респондентов близки к максимальным (3,383; 3,429 и 3,455 соответственно). Наличие данной проблемы признали представители предприятий как традиционного, так и инновационного секторов производства, с позитивным, негативным и нейтральным отношением к технологиям Индустрии 4.0. Только 15 % респондентов считают, что обладают компетенциями, необходимыми для продвижения новых цифровых технологий, 64 – не подтвердили наличие подобных компетенций, а 21 % и вовсе затруднились дать такую оценку;

в) низкий уровень автоматизации и цифровизации управленческих и производственных процессов. Расчетное значение χ^2 (32,664) превышает табличное значение (15,51); анализируемые переменные связаны между собой, при этом разброс в уровне средних рангов оценок разных групп респондентов незначителен (3,113, 4,107, 3,182 соответственно). Полученные расчеты коррелируют с информацией о практическом применении технологий, поддерживающих развитие Индустрии 4.0: на сегодняшний день предприятия-участники опроса освоили лишь базовые и относительно простые цифровые технологии, к глубокой автоматизации и реструктуризации бизнес-процессов на основе передовых цифровых технологий приступили лишь единицы из них;



Т а б л и ц а 6. Оценка степени влияния причин, сдерживающих внедрение технологий Индустрии 4.0 в деятельность предприятия
Т a b l e 6. Assessment of the degree of influence of the reasons that hinder the introduction of Industry 4.0 technologies in the company's activities

	Отношение к технологическим вызовам Индустрии 4.0 / Attitude to the technological challenges of Industry 4.0				χ^2
	Возможность для развития / Development Opportunity	Нейтральный характер / Neutral character	Угроза для развития / Threat to business development		
Средняя оценка степени влияния причин, сдерживающих и/или препятствующих внедрению технологий Индустрии 4.0 в деятельность предприятия / Average assessment of the degree of influence of the reasons that hinder and / or hinder the implementation of Industry 4.0 technologies in the company's activities	2,800	2,679	3,091	52,685	
Технологии не оказывают принципиального влияния на производственный процесс и результаты деятельности / Technologies do not have a fundamental impact on the production process and the results of activities	3,878	3,536	3,636	6,372	
Внедрение технологий требует значительных капиталовложений / The introduction of technologies requires significant investment	3,426	2,964	2,818	16,454	
Внедрение технологий требует значительных организационных/административных усилий / Technology adoption requires significant organizational / administrative effort	3,113	4,107	3,182	32,664	
Низкий уровень автоматизации и цифровизации процессов / Low level of automation and digitalization of processes	3,383	3,429	3,455	8,199	
Нехватка квалифицированных специалистов / Lack of qualified specialists	2,704	3,643	3,000	42,954	
Низкая цифровая культура руководства / Low digital leadership culture	2,800	2,679	3,091	10,670	
Сопротивление со стороны персонала / Resistance from the staff					



г) необходимость значительных организационных/административных усилий для внедрения новых технологий. Расчетное значение χ^2 (16,454) превышает табличное значение (15,51); анализируемые переменные связаны между собой, при этом средние ранги оценок полностью соответствуют уровню отношения и готовности к применению технологий Индустрии 4.0, характерному для соответствующей группы респондентов (от 3,426 у респондентов с позитивным отношением до 2,818 у респондентов с негативным отношением). Все опрошенные сошлись во мнении, что даже при наличии необходимых ресурсов скорость цифровой трансформации их компаний будет ограничена внутренней резистентностью, а также трудностями, связанными с изменениями существующих бизнес-процессов и интеграцией цифровых технологий с «традиционными» подходами к принятию управленческих решений. Преодоление данного барьера возможно только при условии серьезной заинтересованности со стороны руководства, вовлеченности персонала предприятий и организаций, а также повышения цифровой культуры и грамотности. Иными словами, по мнению представителей российских предприятий инновационных секторов экономики успех их цифрового скачка будет зависеть не только от оптимизации процессов и применяемых технологий, но и от целостности и аутентичности корпоративной культуры, обеспечивающей гармонию действий персонала и применяемых им технологий. Участникам опроса видится, что развитие корпоративной культуры в данном ключе, а также снятие административных, социальных и иных барьеров для самореализации человека можно будет обеспечить за счет социализации и гуманизации практики управления как на уровне отдельных предприятий и организаций, так и на отраслевом и государственном уровнях.

Обсуждение и заключение. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что экономика Российской Федерации в лице ее бизнес-сообщества на пути перехода к цифровому обществу будущего столкнулась с теми же проблемами и ограничениями, что и большинство стран мира. Это отсутствие инвестиций, необходимых для проведения технологического перевооружения и цифровизации производств; недостаток кадров, готовых работать со smart-системами; необходимость оперативного изменения законодательства, регулирующего общественные и экономические отношения в условиях всеобщей диджитализации; неготовность общества к принятию и активному участию в продвижении данной доктрины в социуме, в том числе в части этических аспектов и вопросов кибербезопасности взаимоотношений «человек – машина» и др. Сегодня Россия делает первые шаги по их преодолению в рамках реализации Стратегии развития информационного общества на период до 2030 г. и инициатив Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». При этом прогресс в вопросах цифровой трансформации на национальном уровне может быть достигнут только за счет применения госструктурами и бизнес-сообществом



комплексных решений и практик как в части внедрения цифровых технологий, так и в части формирования цифровой культуры в обществе.

Результаты данного исследования могут быть использованы всеми участниками трансформационного процесса в части идентификации и развития институциональных, кадровых, финансовых, инфраструктурных и иных условий и факторов цифровизации экономики Российской Федерации. Направления дальнейших исследований будут сосредоточены на институциональных вопросах индустриализации и диджитализации российского бизнеса в рамках корпоративных стратегий устойчивого развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Müller, J. M. What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability / J. M. Müller, D. Kiel, K.-I. Voigt. – DOI 10.3390/su10010247 // Sustainability. – 2018. – Vol. 10, issue 1. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/247> (дата обращения: 20.01.2021).

2. Impact of Industry 4.0 on Environmental Sustainability / J. Oláh, N. Aburumman, J. Popp [et al.]. – DOI 10.3390/su12114674 // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, issue 11. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/11/4674> (дата обращения: 20.01.2021).

3. A Quality Scorecard for the Era of Industry 4.0 / W. S. Shin, J. J. Dahlgaard, S. M. Dahlgaard-Park, M. G. Kim. – DOI 10.1080/14783363.2018.1486536 // Total Quality Management & Business Excellence. – 2018. – Vol. 29, issue 9–10. – Pp. 959–976. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14783363.2018.1486536?journalCode=ctqm20> (дата обращения: 20.01.2021).

4. Салимова, Т. А. Менеджмент качества в условиях перехода к Индустрии 4.0 / Т. А. Салимова, Н. Ш. Ватолкина // Стандарты и качество. – 2018. – № 6. – С. 58–62. – URL: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=169077> (дата обращения: 20.01.2021). – Рез. англ.

5. Reflection of Digitalization on Business Values: The Results of Examining Values of People Management in a Digital Age / J. Blštáková, Z. Joniaková, N. Jankelová [et al.]. – DOI 10.3390/su12125202 // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, issue 12. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5202> (дата обращения: 20.01.2021).

6. Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation / I. Vuksanović Herceg, V. Kuč, V. M. Mijušković, T. Herceg. – DOI 10.3390/su12104208 // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, issue 10. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/4208> (дата обращения: 20.01.2021).

7. Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettek, H. G. Kemper [et al.]. – DOI 10.1007/s12599-014-0334-4 // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6. – Pp. 239–242. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-014-0334-4> (дата обращения: 20.01.2021).

8. Burmeister, C. Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the “Industrial Internet” Mandates a New Perspective on Innovation / C. Burmeister, D. Lüttgens, F. T. Piller. – DOI 10.5771/0042-059X-2016-2-124 // Die Unternehm. – 2016. – Vol. 70, issue 2. –



Pp. 124–152. – URL: <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/0042-059X-2016-2-124/business-model-innovation-for-industrie-4-0-why-the-industrial-internet-mandates-a-new-perspective-on-innovation-volume-70-2016-issue-2> (дата обращения: 20.01.2021).

9. Laudien, S. M. Business Model Innovation Processes of Average Market Players: A Qualitative Empirical Analysis / S. M. Laudien, B. Daxböck. – DOI 10.1111/radm.12208 // R&D Management. – 2017. – Vol. 47, issue 3. – Pp. 420–430. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/radm.12208> (дата обращения: 20.01.2021).

10. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития / А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, Д. Г. Костень, Ю. Н. Воробьев. – DOI 10.18721/JE.10301 // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 9–25. – URL: <https://economy.spbstu.ru/article/2017.65.1/> (дата обращения: 20.01.2021). – Рез. англ.

11. Бабкин, А. В. Цифровая экономика и ее влияние на конкурентоспособность предпринимательских структур / А. В. Бабкин, О. В. Чистякова. – DOI 10.18334/rp.18.24.38670 // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18, № 24. – С. 4087–4102. – URL: <https://creativeconomy.ru/lib/38670> (дата обращения: 20.01.2021). – Рез. англ.

12. Perspectives on the Future of Manufacturing within the Industry 4.0 Era / L. Hughes, Y. K. Dwivedi, N. P. Rana [et al.]. – DOI 10.1080/09537287.2020.1810762 // Production Planning & Control. – 2020. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2020.1810762> (дата обращения: 20.01.2021).

13. Андиева, Е. Ю. Цифровая экономика будущего, Индустрия 4.0 / Е. Ю. Андиева, В. Д. Фильчакова // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2016. – № 3. – С. 214–218. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26598296> (дата обращения: 20.01.2021).

14. Панышин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / Б. Панышин // Наука и инновации. – 2016. – № 3 (157). – С. 17–20. – URL: <http://innosfera.by/node/3787> (дата обращения: 20.01.2021). – Рез. англ.

15. Fatorachian, H. A Critical Investigation of Industry 4.0 in Manufacturing: Theoretical Operationalisation Framework / H. Fatorachian, H. Kazemi. – DOI 10.1080/09537287.2018.1424960 // Production Planning & Control. – 2018. – Vol. 29, issue 8. – Pp. 633–644. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2018.1424960?journalCode=tpce20> (дата обращения: 20.01.2021).

16. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective / M. Brettel, N. Friederichsen, M. Keller, M. Rosenberg. – DOI 10.5281/zenodo.1336426 // International Journal of Mechanical, Industrial and Aerospace Sciences. – 2014. – Vol. 8. – Pp. 37–44. – URL: <https://zenodo.org/record/1336426#.YHZ-qB8zaUk> (дата обращения: 20.01.2021).

17. Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production / S. Erol, A. Jäger, P. Hold [et al.]. – DOI 10.1016/j.procir.2016.03.162 // Procedia CIRP. – 2016. – Vol. 54. – Pp. 13–18. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116301500> (дата обращения: 20.01.2021).

18. Bonekamp, L. Consequences of Industry 4.0 on Human Labor and Work Organization / L. Bonekamp, M. Sure // Journal of Business and Media Psychology. – 2015. – Vol. 6. – Pp. 33–40. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Consequences-of-Ind>



dustry-4.0-on-Human-Labour-and-Bonekamp-Sure/79c21635cee1aec94bc5ca44bc369b-b129556256#related-papers (дата обращения: 20.01.2021).

19. Oettmeier, K. Additive Manufacturing Technology Adoption: An Empirical Analysis of General and Supply Chain-Related Determinants / K. Oettmeier, E. Hofmann. – DOI [10.1007/s11573-016-0806-8](https://doi.org/10.1007/s11573-016-0806-8) // Journal of Business Economics. – 2017. – Vol. 87. – Pp. 97–124. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11573-016-0806-8> (дата обращения: 20.01.2021).

20. Пути снижения рисков при построении в России цифровой экономики. Образовательный аспект / А. И. Рудской, А. И. Боровков, П. И. Романов, О. В. Колодова. – DOI [10.31992/0869-3617-2019-28-2-9-22](https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-2-9-22) // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28, № 2. – С. 9–22. – URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1609> (дата обращения: 20.01.2021).

21. The Mediating Effect of Employees' Involvement on the Relationship between Industry 4.0 and Operational Performance Improvement / G. Tortorella, R. Miorando, R. Caiado [et al.]. – DOI [10.1080/14783363.2018.1532789](https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1532789) // Total Quality Management & Business Excellence. – 2021. – Vol. 32, issue 1–2. – Pp. 119–133. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14783363.2018.1532789> (дата обращения: 20.01.2021).

22. Batista, N. C. Services Enabler Architecture for Smart Grid and Smart Living Services Providers under Industry 4.0 / N. C. Batista, R. Meli'cio, V. M. F. Mendes. – DOI [10.1016/j.enbuild.2017.02.039](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.039) // Energy and Buildings. – 2017. – Vol. 141. – Pp. 16–27. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778816316358?via%3Dihub> (дата обращения: 20.01.2021).

23. Flexibility in the Brazilian Industry 4.0: Challenges and Opportunities / J. C. Contador, W. Cardoso Satyro, J. L. Contador, M. de Mesquita Spinola. – DOI: [10.1007/s40171-020-00240-y](https://doi.org/10.1007/s40171-020-00240-y) // Global Journal of Flexible Systems Management. – 2020. – Vol. 21. – Pp 15–31. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40171-020-00240-y> (дата обращения: 20.01.2021).

24. Implementation of Industry 4.0 Concept in Companies: Empirical Evidences / V. L. Da Silva, J. L. Kovaleski, R. Negri Pagani [et al.]. – DOI [10.1080/0951192x.2019.1699258](https://doi.org/10.1080/0951192x.2019.1699258) // International Journal of Computer Integrated Manufacturing. – 2020. – Vol. 33, issue 4. – Pp. 325–342. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0951192X.2019.1699258> (дата обращения: 20.01.2021).

Поступила 25.02.2020; одобрена после рецензирования 18.03.2021; принята к публикации 26.03.2021.

Об авторах:

Салимова Татьяна Анатольевна, декан экономического факультета, заведующий кафедрой управления качеством ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (430005, Российская Федерация, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68/1), доктор экономических наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4050-2702>, tasalimova@yandex.ru

Бирюкова Людмила Ивановна, доцент кафедры управления качеством ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (430005, Российская Федерация, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68/1), кандидат экономических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5088-6909>, lbirukova@yandex.ru



Аникина Наталья Васильевна, доцент кафедры статистики, эконометрики и информационных технологий в управлении ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» (430005, Российская Федерация, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68/1), кандидат педагогических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8760-8710>, anikananb@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Т. А. Салимова – постановка научной проблемы; формирование научной гипотезы исследования; научное руководство; определение методологии исследования; интерпретация полученных результатов.

Л. И. Бирюкова – критический анализ результатов исследования; формулировка выводов; разработка практических рекомендаций.

Н. В. Аникина – сбор и систематизация аналитической информации; подготовка графического материала; построение эконометрической модели.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Müller J.M., Kiel D., Voigt K.-I. What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability. *Sustainability*. 2018; 10(1). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3390/su10010247>
2. Oláh J., Aburumman N., Popp J., Khan M.A., Haddad H., Kitukutha N. Impact of Industry 4.0 on Environmental Sustainability. *Sustainability*. 2020; 12(11). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3390/su12114674>
3. Shin W.S., Dahlgaard J.J., Dahlgaard-Park S.M., Kim M.G. A Quality Scorecard for the Era of Industry 4.0. *Total Quality Management & Business Excellence*. 2018; 29(9–10):959-976. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1486536>
4. Salimova T.A., Vatolkina N.Sh. Quality Management under the Transition to the Industry 4.0. *Standarty i kachestvo = Standards and Quality*. 2018; (6):58-62. Available at: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=169077> (accessed 20.01.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
5. Blšťáková J., Joniaková Z., Jankelová N., Stachová K., Stacho Z. Reflection of Digitalization on Business Values: The Results of Examining Values of People Management in a Digital Age. *Sustainability*. 2020; 12(12). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3390/su12125202>
6. Vuksanović Herceg I., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation. *Sustainability*. 2020; 12(10). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3390/su12104208>
7. Lasi H., Fettke P., Kemper H.G., et al. Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*. 2014; 6:239-242. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
8. Burmeister C., Lüttgens D., Piller F.T. Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the “Industrial Internet” Mandates a New Perspective on Innovation. *Die Unternehm.* 2016; 70(2):124-152. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.5771/0042-059X-2016-2-124>
9. Laudien S.M., Daxböck B. Business Model Innovation Processes of Average Market Players: A Qualitative Empirical Analysis. *R&D Management*. 2017; 47(3):420-430. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1111/radm.12208>



10. Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Kosten D.G., Vorobev Yu.N. Formation of Digital Economy in Russia: Essence, Features, Technical Normalization, Development Problems. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki* = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2017; 10(3):9-25. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.10301>

11. Babkin A.V., Chistyakova O.V. Digital Economy and Its Impact on the Competitiveness of Business Structures. *Rossiyskoe predprinimatelstvo* = Russian Journal of Entrepreneurship. 2017; 18(24):4087-4102. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.18334/rp.18.24.38670>

12. Hughes L., Dwivedi Y.K., Rana N.P., Williams M.D., Raghavan V. Perspectives on the Future of Manufacturing within the Industry 4.0 Era, *Production Planning & Control*. 2020. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810762>

13. Andieva E.Yu., Filchakova V.D. Digital Economy of the Future, *Industry 4.0. Prikladnaya matematika i fundamentalnaya informatika* = Applied Mathematics and Fundamental Computer Science. 2016; (3):214-218. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26598296> (accessed 20.01.2021). (In Russ.)

14. Panshin B. Digital Economy: Features and Development Trend. *Nauka i innovatsii* = Science and Innovations. 2016; (3):17-20. Available at: <http://innosfera.by/node/3787> (accessed 20.01.2021). (In Russ., abstract in Eng.)

15. Fatorachian H., Kazemi H. A Critical Investigation of Industry 4.0 in Manufacturing: Theoretical Operationalisation Framework. *Production Planning & Control*. 2018; 29(8):633-644. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1424960>

16. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Industrial and Aerospace Sciences*. 2014; 8:37-44. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1336426>

17. Erol S., Jäger A., Hold P., Ott K., Sihn W. Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. *Procedia CIRP*. 2016; 54:13-18. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>

18. Bonekamp L., Sure M. Consequences of Industry 4.0 on Human Labor and Work Organization. *Journal of Business and Media Psychology*. 2015; 6:33-40. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Consequences-of-Industry-4.0-on-Human-Labour-and-Bonekamp-Sure/79c21635cee1aec94bc5ca44bc369bb129556256#related-papers> (accessed 20.01.2021). (In Eng.)

19. Oettmeier K., Hofmann E. Additive Manufacturing Technology Adoption: An Empirical Analysis of General and Supply Chain-Related Determinants. *Journal of Business Economics*. 2017; 87:97-124. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s11573-016-0806-8>

20. Rudskoy A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I., Kolosova O.V. Ways to Reduce Risks When Building the Digital Economy in Russia. Educational Aspect. *Higher education in Russia*. 2019; 28(2):9-22. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-2-9-22>

21. Tortorella G., Miorando R., Caiado R., Nascimento D., Staudacher A.P. The Mediating Effect of Employees' Involvement on the Relationship between Industry 4.0 and Operational Performance Improvement. *Total Quality Management & Business Excellence*. 2021; 32(1-2):119-133. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1532789>



22. Batista N.C., Meli'cio R., Mendes V.M.F. Services Enabler Architecture for Smart Grid and Smart Living Services Providers under Industry 4.0 *Energy and Buildings*. 2017; 141:16-27. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.039>

23. Contador J.C., Cardoso Satyro W., Contador J.L., de Mesquita Spinola M. Flexibility in the Brazilian Industry 4.0: Challenges and Opportunities Global. *Journal of Flexible Systems Management*. 2020; 21:15-31. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s40171-020-00240-y>

24. Da Silva V.L., Kovaleski J.K., Negri Pagani R., De Matos Silva J., Corsi A. Implementation of Industry 4.0 Concept in Companies: Empirical Evidences. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2020; 33(4):325-342. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1080/0951192x.2019.1699258>

Submitted 25.02.2020; approved after reviewing 18.03.2021; accepted for publication 26.03.2021.

About the authors:

Tatiana A. Salimova, Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of Quality Management, National Research Mordovia State University (68/1 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russian Federation), Dr. Sci. (Economics), Full Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4050-2702>, tasalimova@yandex.ru

Lyudmila I. Biryukova, Associate Professor, Department of Quality Management, National Research Mordovia State University (68/1 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russian Federation), Cand. Sci. (Economics), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5088-6909>, lbiryukova@yandex.ru

Natalya V. Anikina, Associate Professor, Department of Statistics, Econometrics and Information Technology in Management, National Research Mordovia State University (68/1 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Russian Federation), Cand. Sci. (Pedagogy) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8760-8710>, anikanb@mail.ru

Contribution of the authors:

T. A. Salimova – statement of the research problem; construction of the scientific hypothesis of the study; academic supervision; choice of research methodology; interpretation of the results.

L. I. Biryukova – critical analysis of the results; drawing conclusions; production of practical recommendations.

N. V. Anikina – collection and systematization of analytical information; preparation of graphical materials; building an econometric model.

The authors have read and approved the final version of the manuscript.