

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-5>

УДК 332.1

JEL O33, L52, L23

Г. Б. Коровин  

Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦИФРОВИЗАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РФ¹

Аннотация. Цифровизация предоставляет особые технологические и организационные возможности для общества и экономики, которые приведут к повышению эффективности промышленности, активизации развития индустриальных территорий. Целью исследования является оценка уровня и темпов цифровизации индустриальных регионов в сравнении с общероссийским уровнем. Применялись методы структурного, динамического анализа и группировки широкого круга индикаторов официальной статистики Росстата в сфере использования компаниями РФ информационных и коммуникационных технологий. Исследование показало, что можно считать подтвержденной гипотезу о более интенсивном использовании цифровых технологий в индустриальных регионах. Опережение по показателям использования базовых информационных технологий составляет 1–7 %. Организации в индустриальных регионах на 3 % чаще используют глобальные сети для взаимодействия с контрагентами, а реализовавших автоматизированный обмен данными с партнерами больше на 4 %. В индустриальных регионах с 2018 г. стали на 15 % чаще использовать специальное программное обеспечение, связанное с проектированием, управлением производством, жизненным циклом изделия. Гипотеза о более масштабном использовании в индустриальных регионах передовых цифровых технологий не нашла однозначного подтверждения. Опережение заметно только в области использования промышленных роботов (на 25 %), технологий искусственного интеллекта (на 12,4 %), цифровых платформ (на 3,4 %), геоинформационных систем (на 4,7 %), интернета вещей (на 4,3 %). Результаты исследования могут быть использованы для построения и развития стратегий цифровизации регионального и федерального уровней. Ограничением в применении результатов можно назвать подвижность нормативной базы сбора статистики и неустоявшуюся терминологию цифровых технологий. В дальнейшем это исследовательское направление может получить развитие в части построения эконометрических и иных моделей реализации процессов цифровизации регионов.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, региональная экономика, индустриальный регион, промышленность

Благодарность: Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН Института экономики УрО РАН.

Для цитирования: Коровин Г. Б. (2023). Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ. *Экономика региона*, 19(1). С. 60–74. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-5>.

¹ © Коровин Г. Б. Текст. 2023.

RESEARCH ARTICLE

Grigoriy B. Korovin  

Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation

Comparative Assessment of Digitalisation in Russian Industrial Regions

Abstract. Technological and organisational opportunities provided by digitalisation to the society and economy can help improve the efficiency of industry and advance the development of industrial regions. The study aims to assess the digitalisation level and rate of industrial regions in comparison with the average Russian level. For this purpose, structural and dynamic analysis, as well as the method of grouping of various indicators from the official Russian statistics in the field of ICT were applied. It was hypothesised and confirmed that digital technologies are used more intensively in industrial regions. In terms of the use of basic information technologies, the values are higher by 1-7 %. Organisations in industrial regions are 3 % more likely to use global networks to interact with counterparts. There are also more enterprises (by 4 %) that have implemented automated data exchange with partners. Industrial regions have been using special design, production management and product lifecycle software 15 % more often since 2018. However, a hypothesis of a larger-scale implementation of advanced digital technologies in industrial regions has not been unequivocally confirmed. The values are higher only for indicators of the use of industrial robots (by 25 %), artificial intelligence technologies (by 12.4 %), digital platforms (by 3.4 %), geo-information systems (by 4.7 %), the Internet of Things (by 4.3 %). The findings can be used to develop digitalisation strategies at the regional and federal levels. Variability of the regulatory framework for collecting statistics and underdeveloped terminology in the field of digital technologies can be considered as limitations to the application of the results. Further research may focus on building econometric and other models for implementing digitalisation in regions.

Keywords: digitalisation, digital technologies, regional economy, industrial region, industry

Acknowledgments: The article has been prepared in accordance with the state task for the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

For citation: Korovin, G. B. (2023). Comparative Assessment of Digitalisation in Russian Industrial Regions. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 19(1), 60-74, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-5>.

1. Введение

Цифровизация открывает грандиозные новые возможности для общества и экономики, предлагая ряд новых технологий для производства, организации взаимодействия внутри и между предприятиями. Эти технологии позволяют создать новые бизнес-модели, обеспечить эффективное использование ограниченных ресурсов, предложить максимально быструю разработку, верификацию и адаптацию новых видов продукции. Многочисленные исследования пытаются оценить возможности общества и экономики по принятию новых технологий, адаптации к цифровому преобразованию. При этом сформированные жесткие организационные структуры, традиционные способы производства, консервативные корпоративные ценности не всегда позволяют воспринять и использовать новые возможности.

Актуальным мы считаем исследование, связанное с определением территорий, которые наиболее восприимчивы к цифровизации, которые в состоянии использовать предлагаемые Индустрией 4.0 технологии. В настоящей работе, развивая исследования индустриаль-

ных регионов, мы пытаемся определить, насколько интенсивнее они внедряют и используют цифровые технологии. Мы предполагаем, что регионы с развитой обрабатывающей промышленностью должны более интенсивно адаптироваться к новой цифровой технологической реальности, опережая остальные регионы РФ.

2. Данные и методы

2.1. Индикаторы цифровизации

Спектр исследований по данной проблематике достаточно широк, однако большинство исследователей сходятся во мнении, что изменения, связанные с цифровизацией, можно назвать радикальными. Матаратто и др. показали, что цифровые инструменты способствуют модификации бизнес-моделей предприятий, создавая новые каналы распределения и новые способы создания и доставки ценности (Matarazzo et al., 2021). Чжоу и Ле Кардинал сравнили различные программы четвертой промышленной революции в различных странах, определили важ-

ные для этого процесса технологии (Zhou & Le Cardinal, 2019). Кан и соавторы исследовали общую концепцию интеллектуального производства, определили связанные с ним ключевые технологии, выявили тенденции, связанные с интеллектуальным производством (Kang et al., 2016). Ханья и соавторы оценили переход к цифровой стратегии, связали его с планированием внедрения информационных систем и важностью учета возникающих новых вызовов (Chanias et al., 2019). Разработка и реализация стратегии цифровой трансформации стала ключевой проблемой для многих организаций и в традиционных отраслях промышленности.

Широкий круг исследований посвящен эффектам цифровизации, среди которых называют повышение эффективности создания цепочек поставок (Rad et al., 2022), развитие рынка труда (Beier et al., 2022), решение других социальных проблем (Grybauskas et al., 2022; Satyro et al., 2022), повышение устойчивости производства (Ching et al., 2022), применение современных технологических компонентов (Толкачев, 2019), цифровых двойников (Erikstad, 2017; Kritzinger et al., 2018; Liu et al., 2021), других изменений, которые привносит цифровизация в производственную сферу (Verma et al., 2022; Глезман и др., 2020). В целом Индустрия 4.0 определяется как полноценная промышленная революция, затрагивающая технологическую связность, экономические институты и социальную структуру (Klingenberg et al., 2022).

Ряд исследований посвящен и пространственным аспектам цифровизации отдельных индустриальных регионов (Угольникова и др., 2021; Matarazzo et al., 2021), созданию цифровых промышленных экосистем (Suuronen et al., 2022), комплексному исследованию цифровизации на основе территориальных статистических данных (Наумов и др., 2020).

Именно территориальный аспект мы считаем недостаточно учтенным в современных публикациях. Считаем актуальным исследование уровня цифровизации отдельных (промышленно развитых) территорий, которое в РФ можно провести на основе официальной региональной статистики.

Справедливо возникает вопрос об индикаторах, которые, с одной стороны, наиболее адекватно отражают процессы внедрения цифровых технологий, с другой стороны, имеют достаточную историю наблюдений. В статистическом сборнике НИУ Высшая школа экономики предлагается ряд отслеживаемых и перспективных характеристик цифровизации про-

мышленности¹. Однако многие из этих показателей не отслеживаются статистикой, и невозможно получить о них информацию высокой степени достоверности и за значительный временной период.

В методике оценки степени цифровизации организаций металлургической промышленности О.А. Романовой и Д.В. Сиротина используются, в частности, такие показатели, как доля организаций, использующих ИКТ общего характера (сети, компьютеры и т. д.), затраты организаций на информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), доля организаций, использующих ИКТ для производственных предприятий, а также ряд показателей, оценивающих численность и затраты на специалистов по ИКТ (Романова & Сиротин, 2021).

Показатели доли организаций, использующих отдельные виды ИКТ, могут быть применены для понимания масштаба использования цифровых технологий. При этом необходимо учесть, что базовые информационные технологии применяются практически всеми предприятиями. То же нельзя сказать об использовании более современных технологий: облачных вычислений, технологии автоматической идентификации объектов (RFID), систем взаимодействия с поставщиками и покупателями, управленческих систем и т. д. Здесь нужно отметить, что наиболее адекватными для оценки уровня цифровизации промышленности могли бы стать оценки уровня использования средств цифрового проектирования, уровня автоматизации или уровня роботизации производства, а также информационной интеграции производственных и управленческих процессов. Подобные показатели появились в официальной статистике только в 2020 г.

Интерес представляет индикатор «численность специалистов по ИКТ». Однако нужно заметить, что в основу цифровизации заложены принципы автоматизации и исключения человека из производственной деятельности. Логика цифровизации говорит, что большое количество на предприятии специалистов по цифровизации необходимо только на этапе внедрения. Ввиду сказанного, этот показатель нельзя считать прямым индикатором цифровизации.

Обобщающим, отражающим масштаб внедрения цифровых технологий в экономике мы считаем показатель «затраты организаций на ИКТ», который доступен в раз-

¹ Цифровая активность предприятий обрабатывающей промышленности в 2019 г. Москва, НИУ ВШЭ, 2020. С. 16.

реже регионов и видов экономической деятельности. Подобный показатель «внутренние затраты на развитие цифровой экономики за счет всех источников по доле в валовом внутреннем продукте страны» является ключевым индикатором реализации национальной программы «Цифровая экономика РФ». Этот показатель рассчитывается по новой методике, на основе федерального статистического наблюдения и данных Центробанка РФ (Абдрахманова и др., 2019). При этом авторы включили в расчет показателя оплату услуг электросвязи, включая доступ к интернету, приобретение электронных книг, фильмов, музыкальных произведений, игр и другого цифрового контента, что не отвечает цели нашего исследования. Существующие исследования затрат на ИКТ в регионах РФ показывают их неустойчивую динамику, зависящую, в частности, от специализации региона (Кузнецов и др., 2017). Наблюдается и зависимость структуры затрат региона на ИКТ от пространственного потенциала (Арженовский & Сунтура, 2014).

Отдельно стоит сказать о стратегических документах РФ, в которых среди задач указаны различные направления цифровизации общества и экономики. Среди документов можно отметить и национальную программу «Цифровая экономика РФ», государственную программу РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», ведомственный проект Минпромторга РФ «Цифровая промышленность», Указ президента РФ об утверждении национальной цели «Цифровая трансформация», Стратегию цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года, а также ряд конкретизирующих документов — постановлений профильных министерств РФ. Нужно сказать, что принимаемые документы направлены в большей мере на создание благоприятной среды для цифровой трансформации экономики и создание соответствующей инфраструктуры. Отдельные показатели из этих стратегических документов будут нами использованы в качестве ориентиров при анализе статистики.

В ходе исследования будет рассмотрен наиболее широкий круг из указанных выше индикаторов с использованием методов структурного и динамического анализа и опорой на официальные статистические источники. Необходимо указать, что на данный момент предлагаемые Росстатом данные, в основном, ограничены 2020 г. Поскольку мы исследуем

относительные величины, разницу мы будем оценивать в процентных пунктах (п. п.) Небольшие абсолютные отклонения в процентных пунктах могут быть на самом деле значительными для малоиспользуемых технологий.

2.2. Оценка уровня цифровизации

При оценке и группировке показателей цифровизации мы будем опираться на исследование, проведенное В.В. Акбердиной, предложившей удачную, на наш взгляд, пятиуровневую «пирамиду цифровизации» (Акбердина, 2018). Подобный подход, с выделением 2 ступеней и ключевых технологий предлагает и М.С. Оборин (Оборин, 2021). Мы можем использовать характеристики этих ступеней как ступени развития цифровых технологий в регионах. В.В. Акбердина предлагает первичную информационно-коммуникационную цифровизацию оценивать на основе общего уровня компьютеризации, использования распространенных ИКТ, сетей. Электронный обмен данными с партнерами — поставщиками и потребителями — характеризует вторую ступень цифровизации. Третья стадия цифровой трансформации промышленности — использование специального программного обеспечения для компьютерной поддержки (автоматизации) этапов жизненного цикла изделия. Четвертая стадия цифровой трансформации промышленности — производство ИКТ и оборудования. Пятая стадия — производство и использование роботов, датчиков и других средств промышленной цифровизации. Росстат с 2020 г. собирает и структурирует эти показатели с указанием направлений использования цифровых технологий. Учет стадий цифровизации позволяет построить определенную логику оценки и упорядочить разрозненные индикаторы, представляемые органами статистики.

2.3. Метод выделения индустриальных регионов

Основное направление исследования связано с оценкой регионального аспекта цифровизации, в частности с определением уровня цифровизации индустриально развитых регионов на общероссийском фоне. Именно эти регионы должны являться лидерами по внедрению цифровых технологий, особенно технологий, применяемых в промышленности. В качестве целевых индустриальных регионов мы исследовали регионы, в валовом региональном продукте которых доля обрабатывающих производств составляла более 25 %

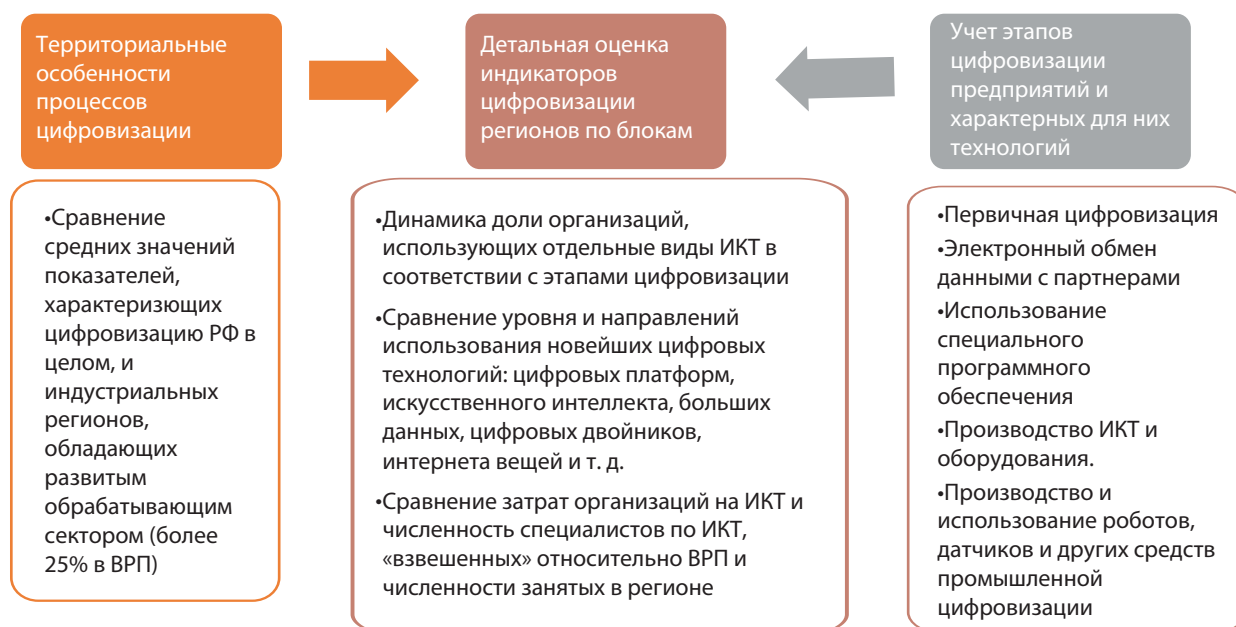


Рис. 1. Структура методологического подхода к оценке масштабов и динамики применения цифровых технологий в регионах РФ

Fig. 1. The methodological approach to assessing the scale and dynamics of the digital technology use in Russian regions

в последние 5 лет. Этот критерий обосновывался ранее (Акбердина, 2020) и позволяет исключить из рассмотрения сырьевые регионы с высокой долей добывающего сектора, но позволяет сконцентрироваться на тех регионах, в которых возможно формирование высокотехнологичных производств со значительной добавленной стоимостью.

По данным Росстата¹, по принятому критерию к индустриальным можно отнести 19 регионов, обладающих развитыми обрабатывающими производствами: Владимирская, Калужская, Липецкая, Рязанская, Тульская область, Ярославская, Вологодская, Ленинградская, Новгородская, Кировская, Омская, Нижегородская, Свердловская, Челябинская области, республики Башкортостан, Марий Эл, Чувашия, а также Пермский и Красноярский край.

Использование комплексного методологического подхода (рис. 1), во многом основанного на предыдущих работах, предопределило цель исследования — определение уровня цифровизации индустриальных регионов на общероссийском фоне. Объектом исследования являются российские регионы, среди которых отдельно выделены индустриальные обладающие развитым обрабатывающим сектором промышленности.

¹ Отраслевая структура валовой добавленной стоимости субъектов Российской Федерации 2016–2020 гг. Росстат РФ. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VRP_OKVED2.xlsx (дата обращения: 19.06.2022).

В качестве гипотез исследования мы выдвинули ряд предположений:

1. Индустриальные регионы как носители высокотехнологичных производств должны демонстрировать более интенсивное использование цифровых технологий, что должно проявляться даже при оценке в целом по экономике региона.

2. Индустриальные регионы могут являться лидерами, наиболее активно внедряющими цифровые технологии, применимые в промышленном производстве и связанные разработкой сложных изделий.

3. В индустриальных регионах наиболее заметно должно проявляться преимущество в использовании передовых цифровых технологий, связанных с цифровыми двойниками, большими данными, автономизацией производственных процессов, интернета вещей.

3. Результаты

Предварительный анализ собранной статистики Росстата показывает, что в 2020 г. существенно изменился подход к сбору информации по форме «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (форма № 3-информ)», изменились количество и состав отслеживаемых показателей, что вызывает резкие изменения динамики показателей за этот год, не характерные для предыдущих периодов.

Следует также указать, что общероссийские показатели включают параметры г. Москвы

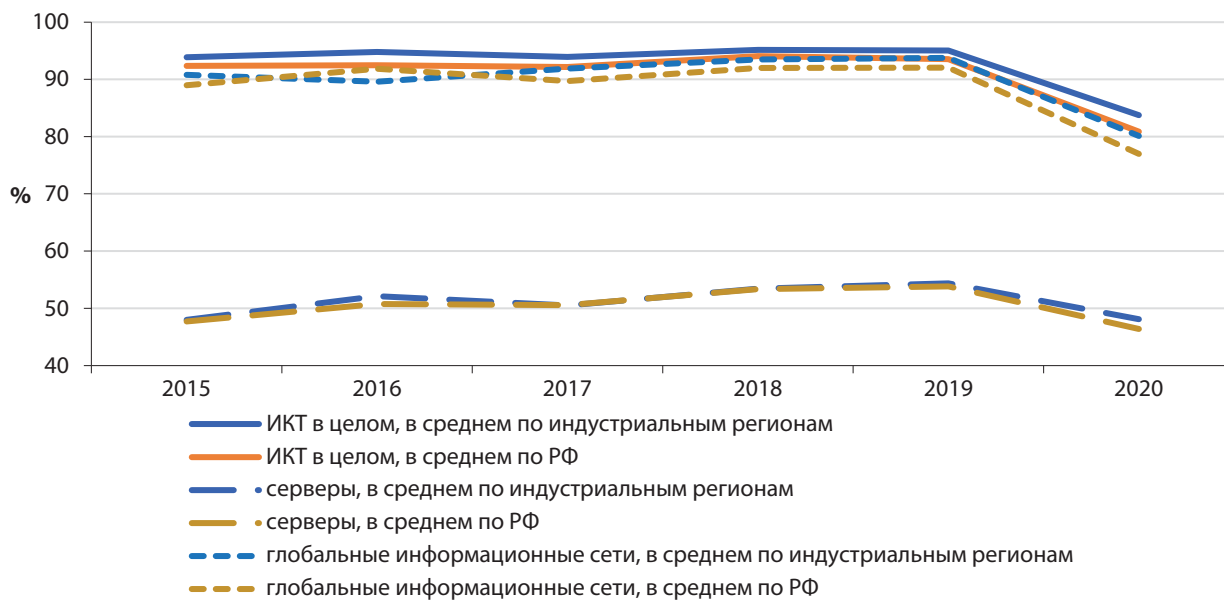


Рис. 2. Удельный вес организаций, использовавших ИКТ, %
Fig. 2. The share of organisations using ICT, %

и г. Санкт-Петербурга, которые являются лидерами цифровизации в РФ, отличаются активным внедрением цифровых технологий в экономике, высокими затратами на цифровизацию и локализуют на своей территории большое количество ИТ-компаний и специалистов. Эти субъекты Федерации, не входя в список индустриальных регионов, существенно повышают общероссийские показатели.

В качестве оценки использования традиционных ИКТ мы рассмотрели общую долю организаций, использующих этот вид технологий и — отдельно — серверы и глобальные информационные сети (рис. 2) Отличие индустриальных регионов по этим показателям заметно, выражается в преимуществе в использовании ИКТ в целом и по отдельным видам в размере до 3 п. п. Оценка динамики показателей показывает, что наблюдается насыщение базовыми ИКТ экономики РФ и индустриальных регионов.

При оценке полного спектра «базовых» технологий информатизации по состоянию на 2020 г. индустриальные регионы опережают общероссийские значения по использованию всех видов ИКТ, особенно это заметно по локальным сетям, персональным компьютерам, серверам, проводному интернету. Можно сказать, что индустриальные регионы в целом более активно используют ИКТ базового уровня, при этом разница по отдельным технологиям ограничивается 3 п. п.

Следующий этап цифровизации, в соответствии с выбранным подходом, характеризуется использованием электронного обмена дан-

ными с контрагентами — поставщиками и потребителями. Организации в индустриальных регионах значительно чаще используют глобальные сети для взаимодействия с контрагентами (рис. 3). Наиболее это заметно в области получения и предоставления сведений о товарах и услугах организацией (превышение на 2,3–2,4 п. п.). Также преимущество на 1,2 п. п. индустриальные регионы демонстрируют в области размещения заказов на товары и работы и предоставления сведений о потребностях. Углубленный анализ форм статистики показывает, что в целом по РФ организации чаще, чем в индустриальных регионах, обмениваются электронной продукцией и используют интернет для послепродажного обслуживания (разница в пределах 1 п. п.). В динамике за 5 лет мы наблюдаем заметный рост (около 5 п. п. в зависимости от технологии) применения цифровых технологий для связи с контрагентами.

По состоянию на 2020 г. компании в индустриальных регионах чаще использовали глобальные сети для получения и предоставления сведений о потребностях, о заказах, о собственных товарах и об организациях. На данный момент технологии этого уровня, на наш взгляд, нельзя считать новыми, дающими конкурентные преимущества. Со временем такой вид взаимодействия может быть заменен участием предприятий в цифровых платформах, где используются автоматизированные средства обмена информацией, поиска, отбора поставщиков и формирования производственных цепочек, взаимодействия с потребителем и т. д.



Рис. 3. Доля организаций, использовавших интернет для связи с контрагентами, %
Fig. 3. The share of organisations using the Internet to communicate with counterparts, %

С позиций современных ИКТ наибольший интерес представляет использование автоматизированных средств обмена информацией. В этой части мы можем рассмотреть показатели статистики, характеризующие использование автоматизированного обмена данными, в том числе с органами государственной власти, а также с определенными ограничениями, использование облачных технологий (рис. 4).

Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года предполагает, что к 2024 г. доля сотрудников, получающих заказы с использованием специа-

лизированных цифровых платформ (маркетплейсов) составит не менее 30 %. На данный момент доля компаний, реализовавших автоматизированный обмен данными, растет, причем в индустриальных регионах он выше на величину около 2 п. п. Отдельно можно отметить, что доля компаний, использующих облачные технологии, выросла с 18 до 28 % в период 2015–2019 гг. Мы не можем достоверно говорить о задачах, решаемых компаниями на основе облачных технологий, но в перспективе это может быть не только удаленное хранение данных, но и распределенные вычисления, использование облачных версий программного обеспечения для проектирования или инженерного анализа и т. д.

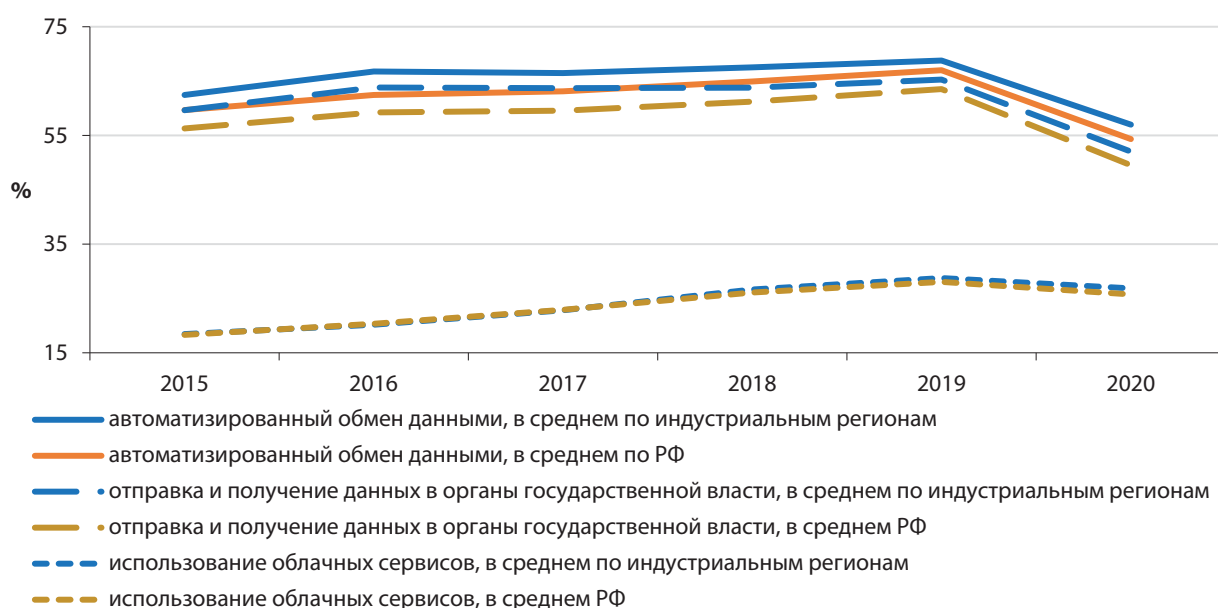


Рис. 4. Доля организаций, использовавших автоматический обмен данными с внешними информационными системами, %
Fig. 4. The share of organisations using automatic data exchange with external information systems, %

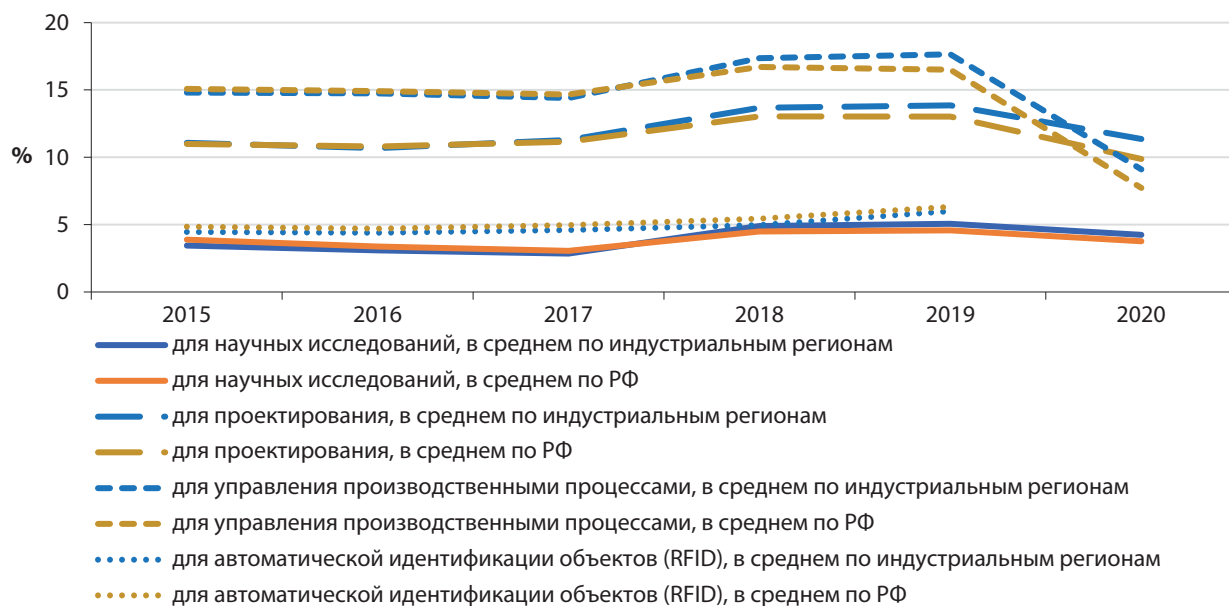


Рис. 5. Доля организаций, использующих специальные программные средства, %

Fig. 5. The share of organisations using special software tools, %

Третья стадия цифровой трансформации промышленности — использование специального программного обеспечения для компьютерной поддержки (автоматизации) различных этапов жизненного цикла изделия. В отличие от других отраслей, для промышленности (особенно для обрабатывающих отраслей) должны быть характерны специализированные программные среды, предназначенные для научных исследований, проектирования изделий, управления производственными процессами и автоматической идентификации объектов (RFID).

Данные статистики показывают, что преимущество индустриальных регионов по этим типам технологий начало формироваться только с 2018 г. и становится все более заметным. Например, средства автоматизированного проектирования применяются 9,1 % компаний в среднем по РФ и 11,3 % — в индустриальных регионах. Если оценить соотношение этих величин, то можно сказать, что в индустриальных регионах на 24 % чаще используют средства автоматизированного проектирования. То же можно сказать и о средствах автоматизированного управления производственными процессами. На наш взгляд, автоматизация и автономизация производственных процессов являются ключевыми признаками Индустрии 4.0 (рис. 5).

Оценка всех видов специальных программных средств по состоянию на 2020 г. показывает более активное построение информационных систем практически по всем видам технологий предприятиями в индустриаль-

ных регионах на 1–3 п. п. Наибольшее опережение наблюдается по средствам, связанным с управлением производством, автоматизацией, управлением цепочками поставок (рис. 6). Построение информационных систем управления жизненным циклом изделия (PLM/PDM) как комплексная и наиболее актуальная для сложных производств информационная система на 25 % чаще используется в индустриальных регионах.

Крайне высокий вклад в средние показатели до 2019 г. вносят г. Москва и г. Санкт-Петербург, существенно повышающие общероссийские показатели. Например, по данным за 2015 г., при среднем по РФ уровне использования средств проектирования в 11 % в г. Москве он составил 25,8 %, а в г. Санкт-Петербурге — 21,9 %. Вероятно, это связано не только со структурой экономики этих регионов, локализацией исследовательских и инженеринговых подразделений, но и с особенностями сбора исследуемой статистики, охватом предприятий. При этом в 2020 г. показатели этих городов находятся на среднем общероссийском уровне. Объяснить это чем-то иным, кроме особенности сбора и формирования отчетов статистики, на наш взгляд, сложно.

Четвертая стадия цифровой трансформации промышленности связана с организацией производства ИКТ. Здесь мы не будем рассматривать производство отдельных видов продукции ИКТ, поскольку достоверной статистики по этому направлению в разрезе регионов РФ Росстат не предоставляет. Кроме того, на долю продукции ИКТ в экономике региона

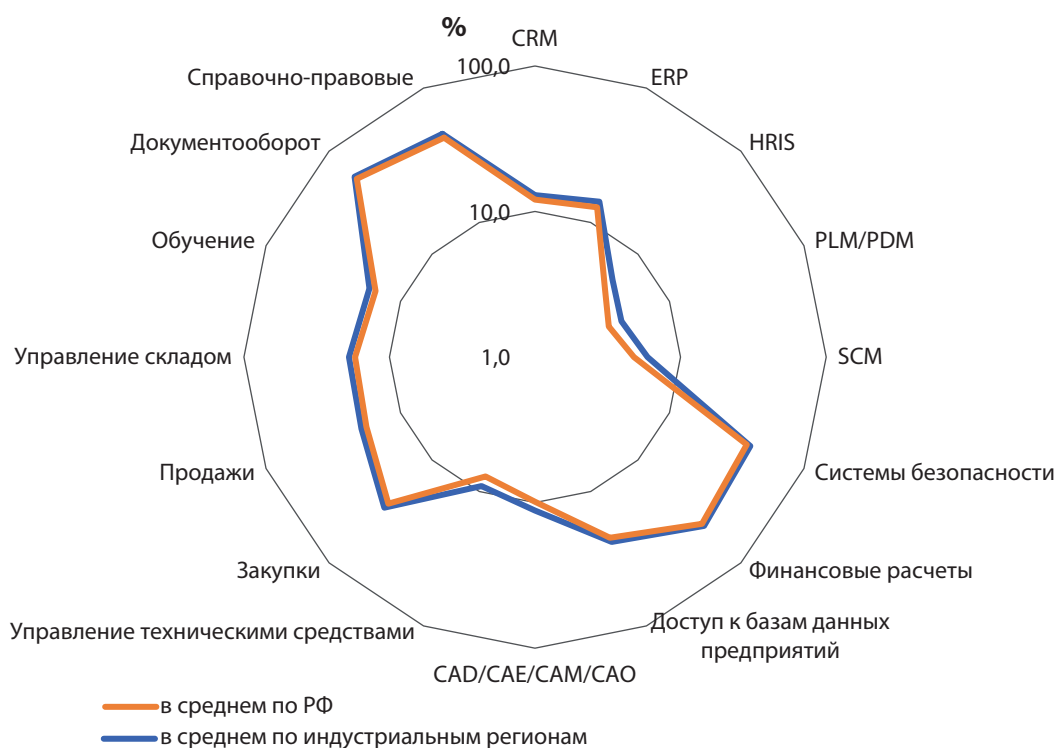


Рис. 6. Удельный вес организаций, имевших специальные программные средства в 2020 г., % (логарифмическая шкала)
Fig. 6. The share of organisations that had special software in 2020, % (logarithmic scale)

будет существенно влиять исторически сложившаяся локализация предприятий, производящих электронную, электротехническую и смежную продукцию. В результате исследование общего уровня производства информационного и коммуникационного оборудования не позволит нам достоверно оценить уровень и динамику цифровизации промышленных регионов на этом этапе. При этом нужно сказать, что Минпромторг РФ, в соответствии со Стратегическим направлением в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, предполагает, что доля российской электронной продукции при реализации проектов цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности составит не менее 40,8 %.

Пятая стадия цифровой трансформации промышленности оценивается через масштаб использования новейших цифровых технологий: роботов, датчиков, технических и программных средств для построения киберфизических систем. В этой сфере мы можем взять за основу только статистические данные 2020 г. и оценить отличие промышленных регионов от общероссийского уровня (рис. 7). В этой сфере заметно опережение промышленными регионами в области использования промышленных роботов, технологий искусственного интеллекта, цифровых платформ, геоинформационных систем и отставание в области использования больших данных. Нужно отметить, что отличие, например, в области технологий искусственного интеллекта, составляет 0,7 п. п., но в относительных величинах составляет 12,4 %, что, на наш взгляд, весьма значительно. Технологии больших данных и цифрового двойника в промышленных регионах освоены заметно меньше, чем в целом в РФ. Объяснить это можно активным использованием технологий сбора и обработки больших данных в сферах, не связанных с промышленным производством, например, в банковской и торговой. Технология цифрового двойника, на наш взгляд, является не только слабо освоенной, но и существенно зависящей от сферы применения и комплекса использованных технических решений. Точные технологические границы цифрового двойника не определены и в паспорте статистического показателя, представленном на сайте Росстата¹. В разъяснениях к статистическому сборнику цифровой двойник определен как цифровая модель конкретного продукта или процесса, которая включает в себя требования к конструк-

ционных систем и отставание в области использования больших данных. Нужно отметить, что отличие, например, в области технологий искусственного интеллекта, составляет 0,7 п. п., но в относительных величинах составляет 12,4 %, что, на наш взгляд, весьма значительно. Технологии больших данных и цифрового двойника в промышленных регионах освоены заметно меньше, чем в целом в РФ. Объяснить это можно активным использованием технологий сбора и обработки больших данных в сферах, не связанных с промышленным производством, например, в банковской и торговой. Технология цифрового двойника, на наш взгляд, является не только слабо освоенной, но и существенно зависящей от сферы применения и комплекса использованных технических решений. Точные технологические границы цифрового двойника не определены и в паспорте статистического показателя, представленном на сайте Росстата¹. В разъяснениях к статистическому сборнику цифровой двойник определен как цифровая модель конкретного продукта или процесса, которая включает в себя требования к конструк-

¹ Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг. Форма федерального статистического наблюдения № 3-информ. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Pon_opr_ikt.pdf (дата обращения: 11.06.2022).



Рис. 7. Доля организаций, использующих новейшие цифровые технологии, технические и программные средства, 2020, % (логарифмическая шкала)

Fig. 7. The share of organisations using the latest digital technologies, hardware and software, 2020, % (logarithmic scale)

ции и технические модели, описывающие ее геометрию, материалы, компоненты, сборку и поведение, технические и эксплуатационные данные, уникальные для каждого конкретного физического актива. Такое определение характерно скорее для «мастер-модели» изделия и не учитывает обязательные возможности цифрового двойника по связи с реальным изделием, сбору данных о его функционировании, применении машинного обучения и элементов искусственного интеллекта.

Росстат с 2020 г. собирает статистику, раскрывающую цели и направления использования наиболее современных цифровых технологий — больших данных, искусственного интеллекта и т. д. Анализ этих данных показывает соответствие промышленных регионов общероссийскому уровню. Даже по направлению использования технологий «для производственного процесса» преимущество промышленных регионов незначительно — 2,85 % (при общероссийском уровне 2,78 %). По технологиям анализа больших данных, использованию и оказанию услуг центров обработки данных в 2020 г. существенного преимущества промышленные регионы не демонстрируют.

При этом по показателю использования технологий искусственного интеллекта «для производственного процесса» промышленные регионы незначительно опережают общероссийский уровень в области интеллектуального анализа данных — 3,83 % (при общероссийском уровне 2,99 %), использова-

ния компьютерного зрения 3,59 % (2,75 %), интеллектуальных систем поддержки принятия решений — 3,52 % (2,67 %), автоматизации процессов, в том числе с участием роботов — 3,21 % (2,42 %), глубинного обучения — 3,04 % (2,25 %).

Важным, на наш взгляд, направлением цифровизации является использование технологий интернета вещей, в частности, промышленной версии — IIoT — ключевого элемента Индустрии 4.0. Именно этот комплекс технологий обеспечивает информационную связанность промышленных производственных объектов между собой и с внешними информационными системами, постоянный сбор данных о производственном оборудовании и изделиях, удаленный контроль и управление и т. д. Анализ направлений использования интернета вещей показывает, что промышленные регионы интенсивнее используют эту технологию по всем рассматриваемым направлениям: оптимизация потребления энергии, наблюдение за активностью покупателей, отслеживание передвижения продукции, автоматизация процесса производства на 0,5–1 п. п. При этом нужно указать, что технологии интернета вещей, к которым относят и средства отслеживания технологических процессов, были реализованы в рамках проектов по автоматизации и уже широко используются промышленными предприятиями. В целом, мы считаем, что раздел статистики, посвященный использованию наиболее современных средств циф-

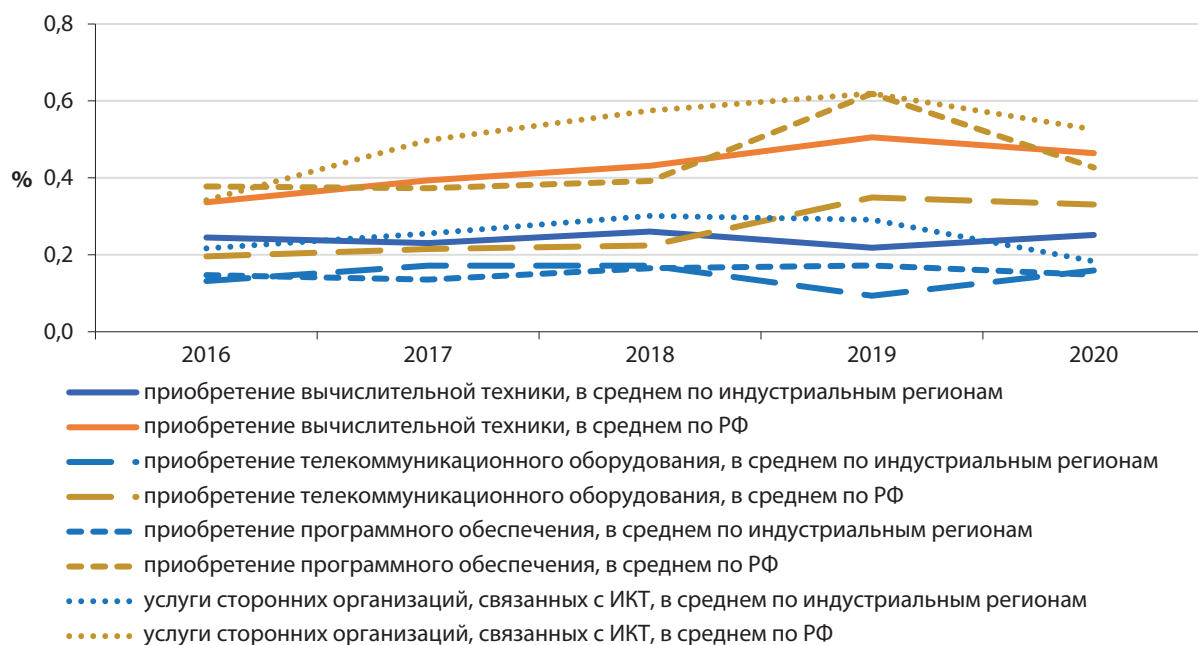


Рис. 8. Доля затрат на внедрение и использование цифровых технологий в ВРП, %
Fig. 8. The share of costs for the introduction and use of digital technologies in gross regional product, %

ровизации, пока не проработан и не освоен предприятиями.

Дополнительно, в соответствии с нашим методологическим подходом, мы исследовали два важных параметра, характеризующие цифровое развитие: данные о расходах на внедрение и использование цифровых технологий и количество специалистов по цифровым технологиям. При этом совокупные затраты на цифровые технологии в регионе мы соотносили с валовым региональным продуктом, а количество специалистов — с числом занятых в регионе (рис. 8).

По данным 2020 г. общая доля затрат на внедрение и использование всего перечня цифровых технологий в индустриальных регионах более чем в два раза ниже среднероссийского значения и составляет 1,39 % от ВРП. Это касается и внутренних, и внешних затрат компаний. Для целевого ориентира можно взять индикатор внутренних затрат на развитие цифровой экономики в валовой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности, которые, в соответствии с актуальной стратегией цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, дол-



Рис. 9. Доля специалистов по ИКТ в структуре занятых, %
Fig. 9. The share of ICT specialists in the structure of the employed population, %

жен в 2022 г. превысить 3,8 %, а к 2030 г. составить 5,6 %. При этом уже встречаются регионы с крайне высокими показателями, например, Костромская область — 8,2 %, г. Москва — 9,4 %, Астраханская область 7,01 % и некоторые другие. Наиболее ярко отставание индустриальных регионов проявляется в области приобретения программного обеспечения, обучения сотрудников, затрат на сквозные цифровые технологии и др. При этом на приобретение производственных машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями компании в индустриальных регионах, тратят больше, чем в среднем по России. На наш взгляд, такое положение может объясняться выбором ВРП в качестве базы для нормирования, не учитывающего структурных особенностей региональных экономик. Общероссийские показатели доли затрат на цифровые технологии демонстрируют положительную динамику, что нельзя сказать об индустриальных регионах.

Второй обобщающий показатель — доля специалистов по цифровым технологиям в структуре занятых — показывает более низкие уровни для индустриальных регионов по специалистам как высокой, так и средней квалификации (рис. 9). Устойчиво повышающаяся динамика этих показателей демонстрирует растущую значимость цифровых технологий в экономике.

Такой результат, по нашему мнению, может быть объяснен концентрацией ИТ-специалистов и фирм, производящих ПО и цифровые решения для открытого рынка в отдельных, чаще всего центральных, регионах. Для индустриальных регионов характерны скорее внедрение и техническая поддержка, иногда собственные разработки, не требующие большого количества специалистов.

4. Заключение

Исследование показало, что мы можем считать подтвержденной гипотезу о более интенсивном использовании цифровых технологий в индустриальных регионах. Опережение индустриальных регионов наблюдается по показателям использования базовых ИКТ — компьютеров, серверов, сетей. Организации в индустриальных регионах значительно чаще используют глобальные сети для взаимодействия (в том числе автоматизированного) с контрагентами в области получения и предоставления сведений о товарах и услугах организацией, в области размещения заказов на товары и предоставления сведений о потребностях. В индустриальных регионах с 2018 г. стали

чаще использовать специальное ПО, например средства автоматизированного проектирования, автоматизированного управления производственными процессами, управления жизненным циклом изделия (что подтверждает вторую исследовательскую гипотезу). При этом в индустриальных регионах в среднем меньшая доля компаний использует технологии автоматической идентификации объектов.

Третья гипотеза, связанная с оценкой преимущества в использовании передовых цифровых технологий, не нашла однозначного подтверждения: заметно опережение индустриальными регионами в области использования промышленных роботов, технологий искусственного интеллекта, цифровых платформ, геоинформационных систем, интернета вещей и отставание в области использования больших данных. При этом по показателю использования технологий искусственного интеллекта «для производственного процесса» индустриальные регионы незначительно опережают общероссийский уровень только по отдельным функциональным направлениям. Технологии больших данных и цифрового двойника в индустриальных регионах освоены заметно меньше, чем в целом в РФ. Даже по направлению использования указанных технологий «для производственного процесса» преимущество индустриальных регионов незначительно. По технологиям анализа больших данных, использованию и оказанию услуг центров обработки данных в 2020 г. существенного преимущества индустриальные регионы также не демонстрируют.

В качестве ограничений в применении результатов исследования можно назвать проблемы сбора и представления данных, что особенно касается современных технологий с неустоявшейся терминологией, например, интернет вещей, цифровой двойник, искусственный интеллект и др. Кроме того, сам подход Росстата с учетом доли предприятий, использующих цифровые технологии, без учета их размера не позволяет точно определить реальный прогресс в цифровизации экономики регионов. Изменение нормативной базы и практики сбора статистики по исследуемым формам с изменением количества и состава отслеживаемых показателей вызывает разрывы в довольно коротких рядах данных, которые, на наш взгляд, существенно затрудняют возможное применение эконометрических методов. Подход с выделением индустриальных регионов, вероятно, необходимо расширить на основе включения новых ти-

пов регионов, учета особенностей г. Москвы и г. Санкт-Петербурга как лидеров цифровизации с развитым сектором финансовых услуг, торговли и т. д.

В дальнейшем это направление, вероятно, получит развитие в части построения эконо-

нометрических и иных моделей реализации процессов цифровизации регионов. На данном этапе исследование может быть использовано для построения и развития стратегий цифровизации регионального и федерального уровней.

Список источников

Абдрахманова, Г. И., Гохберг, Л. М., Ковалева, Г. Г., Сулов, А. Б. *Внутренние затраты на развитие цифровой экономики*. Москва, НИУ ВШЭ. URL: https://issek.hse.ru/data/2019/06/05/1499451712/NTI_N_131_05062019.pdf (дата обращения: 19.10.2021).

Акбердина, В. В. (2020). Мультифункциональная роль индустриально развитых регионов в экономике страны. *Journal of New Economy*, 21(3), 48-72. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-3.

Акбердина, В. В. (2018). Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики. *Известия Уральского государственного экономического университета*, 19(3), 82-99. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8.

Арженовский, С. В., Сунтура, Л. (2014). Экономико-статистический анализ структуры региональных затрат на информационные и коммуникационные технологии. *Экономический анализ: теория и практика*, 28, 10-14.

Глезман, Л. В., Буторин, С. Н., Главацкий, В. Б. (2020). Цифровизация промышленности как фактор технологического развития региональной пространственно-отраслевой структуры. *Вопросы инновационной экономики*, 10(3), 1555-1570. DOI: 10.18334/vinec.10.3.110762.

Кузнецов, Ю. А., Перова, В. И., Семиков, Д. С. (2017). Информационные и коммуникационные технологии как фактор развития цифровой экономики. *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Сер. Социальные науки*, 4(48), 38-47.

Наумов, И. В., Дубровская, Ю. В., Козоногова, Е. В. (2020). Цифровизация промышленного производства в регионах России: пространственные взаимосвязи. *Экономика региона*, 16(3), 896-910. DOI 10.17059/ekon.reg.2020-3-17.

Оборин, М. С. (2021). Роль цифровых технологий в промышленном развитии региона. *Вестник НГИЭИ*, 2(117), 113-123. DOI: 10.24411/2227-9407-2021-10020.

Романова, О. А., Сиротин, Д. В. (2021). Цифровизация производственных процессов в металлургии: тенденции и методы измерения. *Известия УГГУ*, 3(63), 136-148. DOI: 10.21440/2307-2091-2021-3-136-148.

Толкачев, С. А. (2019). Киберфизические компоненты повышения конкурентоспособности обрабатывающих отраслей промышленности. *Экономическое возрождение России*, 3(61), 127-145.

Угольников, О. Д., Воротков, П. А., Ризов, А. Д. (2021). Цифровизация российской промышленности (на примере Уральского региона). *Технико-технологические проблемы сервиса*, 3(57), 56-62.

Beier, G., Matthes, M., Shuttleworth, L., Guan, T., Grudzien, D., Xue, B., ... Chen, L. (2022). Implications of Industry 4.0 on industrial employment: A comparative survey from Brazilian, Chinese, and German practitioners. *Technology in Society*, 70. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.102028.

Chanias, S., Myers, M. D. & Hess, T. (2019). Digital transformation strategy making in predigital organizations: The case of a financial services provider. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(1), 17-33. DOI: 10.1016/j.jsis.2018.11.003.

Ching, N. T., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P. & Asadi, Sh. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 334, 130133. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.130133.

Erikstad, S. O. (2017). Merging Physics, Big Data Analytics and Simulation for the Next-Generation Digital Twins. In: *HIPER'17: 11th Symposium on High-Performance Marine Vehicles* (pp. 140-150). Zevenwacht, Technical University Hamburg.

Grybauskas, A., Stefanini, A. & Ghobakhloo, M. (2022). Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature Review on the social implications of industry 4.0. *Technology in Society*, 70. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.101997.

Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., ... Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3, 111-128. DOI: 10.1007/s40684-016-0015-5.

Klingenberg, C. O., Borges, M. A. V., Vale Antunes, J. A. (2022). Industry 4.0: What makes it a revolution? A historical framework to understand the phenomenon. *Technology in Society*, 70. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.102009.

Kritzing, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J. & Sihm, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1016-1022. DOI: /10.1016/j.ifacol.2018.08.474.

Liu, M., Fang, S., Dong, H. & Xu, C. (2021). Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 346-361. DOI: 10.1016/j.jmsy.2020.06.017.

Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G. & Quaglia, R. (2021). Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, 123, 642-656. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.10.033.

Rad, F. F., Oghazi, P., Palmié, M., Chirumalla, K., Pashkevich, N., Patel, P. C. & Sattari, S. (2022). Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies. *Industrial Marketing Management*, 105, 268-293. DOI: 10.1016/j.indmarman.2022.06.009.

Satyro, W. C., Bóas de Almeida, C. M. V., Pinto, Jr M. J., Contador, J. C., Giannetti, B. F., Ferreira de Lima, A. & Fragomeni, M. A. (2022). Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country. *Journal of Cleaner Production*, 337. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.130456.

Suuronen, S., Ukko, J., Eskola, R., Semken, R. S. & Rantanen, H. (2022). A systematic literature review for digital business ecosystems in the manufacturing industry: Prerequisites, challenges, and benefits. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 37, 414-426. DOI: 10.1016/j.cirpj.2022.02.016.

Verma, P., Kumar, V., Daim, T., Kumar, S. N. & Mittal, A. (2022). Identifying and prioritizing impediments of industry 4.0 to sustainable digital manufacturing: A mixed method approach. *Journal of Cleaner Production*, 356. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131639.

Zhou, R. & Le Cardinal, J. (2019). Exploring the Impacts of Industry 4.0 from a Macroscopic Perspective. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 2111-2120. DOI: 10.1017/dsi.2019.217.

References

Abdrakhmanova, G. I., Gokhberg, L. M., Kovaleva, G. G. & Suslov, A. B. (2019). *Vnutrennie zatraty na razvitie tsifrovoy ekonomiki [Internal costs for the development of the digital economy]*. Moscow: HSE. Retrieved from: https://issek.hse.ru/data/2019/06/05/1499451712/NTI_N_131_05062019.pdf (Date of access: 19.10.2021). (In Russ.)

Akberdina, V. V. (2018). The transformation of the Russian industrial complex under digitalisation. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Journal of the Ural State University of Economics]*, 19(3), 82-99. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. (In Russ.)

Akberdina, V. V. (2020). Multifunctional role of industrially developed regions in the Russian economy. *Journal of New Economy*, 21(3), 8-72. DOI 10.29141/2658-5081-2020-21-3-3. (In Russ.)

Arzhenovskii, S. V. & Sountoura, L. (2014). Economic and statistical analysis of the cost structure of regional information and communication technology. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika [Economic analysis: theory and practice]*, 28, 10-14. (In Russ.)

Beier, G., Matthes, M., Shuttleworth, L., Guan, T., Grudzien, D., Xue, B., ... Chen, L. (2022). Implications of Industry 4.0 on industrial employment: A comparative survey from Brazilian, Chinese, and German practitioners. *Technology in Society*, 70. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.102028.

Chanas, S., Myers, M. D. & Hess, T. (2019). Digital transformation strategy making in predigital organizations: The case of a financial services provider. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(1), 17-33. DOI: 10.1016/j.jsis.2018.11.003.

Ching, N. T., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P. & Asadi, Sh. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 334, 130133. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.130133.

Erikstad, S. O. (2017). Merging Physics, Big Data Analytics and Simulation for the Next-Generation Digital Twins. In: *HIPER'17: 11th Symposium on High-Performance Marine Vehicles* (pp. 140-150). Zevenwacht, Technical University Hamburg.

Glezman, L. V., Butorin, S. N. & Glavatskiy, V. B. (2020). Digitalization of industry as a factor of technological development of the regional spatial and industrial structure. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki [Russian journal of innovation economics]*, 10(3), 1555-1570. DOI: 10.18334/vinec.10.3.110762. (In Russ.)

Grybauskas, A., Stefanini, A. & Ghobakhloo, M. (2022). Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature Review on the social implications of industry 4.0. *Technology in Society*, 70. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.101997.

Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., ... Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3, 111-128. DOI: 10.1007/s40684-016-0015-5.

Klingenberg, C. O., Borges, M. A. V., Vale Antunes, J. A. (2022). Industry 4.0: What makes it a revolution? A historical framework to understand the phenomenon. *Technology in Society*, 70. DOI: 10.1016/j.techsoc.2022.102009.

Kritzing, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J. & Sihm, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1016-1022. DOI: /10.1016/j.ifacol.2018.08.474.

Kuznetsov, Yu. A., Perova, V. I. & Semikov, D. S. (2017). Information and communication technologies as a factor in the development of digital economy in the Russian Federation. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Ser. Sotsialnye nauki [Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Social Sciences]*, 4(48), 38-47. (In Russ.)

Liu, M., Fang, S., Dong, H. & Xu, C. (2021). Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 346-361. DOI: 10.1016/j.jmsy.2020.06.017.

Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G. & Quaglia, R. (2021). Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, 123, 642-656. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.10.033.

Naumov, I. V., Dubrovskaya, J. V. & Kozonogova, E. V. (2020). Digitalisation of Industrial Production in the Russian Regions: Spatial Relationships. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(3), 896-910. DOI: 10.17059/ekon.reg.2020-3-17. (In Russ.)

Oborin, M. S. (2021). The role of digital technologies in the industrial development of the region. *Vestnik NGIEI [Bulletin NGIEI]*, 2(117), 113-123. DOI: 10.24411/2227-9407-2021-10020. (In Russ.)

Rad, F. F., Oghazi, P., Palmié, M., Chirumalla, K., Pashkevich, N., Patel, P. C. & Sattari, S. (2022). Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies. *Industrial Marketing Management*, 105, 268-293. DOI: 10.1016/j.indmarman.2022.06.009.

Romanova, O. A. & Sirotnin, D. V. (2021). Digitalization of production processes in metallurgy: trends and measurement methods. *Izvestiya UGGU [News of the Ural State Mining University]*, 3(63), 136-148. DOI 10.21440/2307-2091-2021-3-136-148. (In Russ.)

Satyro, W. C., Bôas de Almeida, C. M. V., Pinto, Jr M. J., Contador, J. C., Giannetti, B. F., Ferreira de Lima, A. & Fragomeni, M. A. (2022). Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country. *Journal of Cleaner Production*, 337. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.130456.

Suuronen, S., Ukko, J., Eskola, R., Semken, R. S. & Rantanen, H. (2022). A systematic literature review for digital business ecosystems in the manufacturing industry: Prerequisites, challenges, and benefits. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 37, 414-426. DOI: 10.1016/j.cirpj.2022.02.016.

Tolkachev, S. A. (2019). Cyber-physical components of improving the manufacturing competitiveness. *Ekonomicheskoe vrozozhdenie Rossii [Economic revival of Russia]*, 3(61), 127-145. (In Russ.)

Ugolnikova, O. D., Vorotkov, P. A. & Rizov, A. D. (2021). Digitalization of the Russian industry (on the example of the Ural region). *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa*, 3(57), 56-62. (In Russ.)

Verma, P., Kumar, V., Daim, T., Kumar, S. N. & Mittal, A. (2022). Identifying and prioritizing impediments of industry 4.0 to sustainable digital manufacturing: A mixed method approach. *Journal of Cleaner Production*, 356. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131639.

Zhou, R. & Le Cardinal, J. (2019). Exploring the Impacts of Industry 4.0 from a Macroscopic Perspective. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 2111-2120. DOI: 10.1017/dsi.2019.217.

Информация об авторе

Коровин Григорий Борисович — кандидат экономических наук, заведующий сектором экономических проблем отраслевых рынков, Институт экономики УрО РАН; Scopus Author ID: 57190430386; <https://orcid.org/0000-0003-1606-6963> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: korovin.gb@uiec.ru).

About the author

Grigoriy B. Korovin — Cand. Sci. (Econ.), Head of the Sector of Economic Problems of Sectoral Markets, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; Scopus Author ID: 57190430386; <https://orcid.org/0000-0003-1606-6963> (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: korovin.gb@uiec.ru).

Дата поступления рукописи: 19.07.2022.

Прошла рецензирование: 31.08.2022.

Принято решение о публикации: 15.12.2022.

Received: 19 Jul 2022.

Reviewed: 31 Aug 2022.

Accepted: 15 Dec 2022.