

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

DOI: 10.37930/1990-9780-2024-1-79-5-24

*Ю. Г. Лаврикова*¹, *С. Д. Бодрунов*², *В. В. Акбердина*³, *Г. Б. Коровин*⁴

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ: ОСОБЕННОСТИ ИНДУСТРИАЛЬНО РАЗВИТЫХ РЕГИОНОВ⁵

Концепция Индустрии 4.0 опирается на комплекс новых информационных технологий, формирует новую экономическую парадигму и меняет модели производства. Эти процессы позволяют наиболее развитым территориям создавать преимущества за счёт интеграции цифровых технологий в собственную экономику. Выявляются динамика и особенности процессов цифровой трансформации экономической сферы в индустриально развитых регионах РФ. В ходе исследования применялись методы структурного и динамического анализа индикаторов официальной статистики Росстата в сфере использования компаниями цифровых технологий. Исследование показало лидерство макрорегионов европейской части России по уровню цифровизации бизнеса, более масштабное использование цифровых технологий в индустриальных регионах. опережение по показателям использования базовых информационных технологий составляет до 7 %, по использованию глобальных сетей – около 4 %, в сфере автоматизированного обмена данными – более 5 %. В индустриальных регионах несколько чаще используют специальное программное обеспечение, особенно для управления жизненным

¹ *Юлия Георгиевна Лаврикова*, директор Института экономики УрО РАН (620014, РФ, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29), д-р экон. наук, доцент, e-mail: lavrikova.ug@uiec.ru.

² *Сергей Дмитриевич Бодрунов*, директор Института нового индустриального развития им. С. Ю. Витте, президент Вольного экономического общества России, президент Международного Союза экономистов (197101, РФ, Санкт-Петербург, ул. Б. Монетная, 16), д-р экон. наук, профессор, член-корреспондент РАН, e-mail: inir@inir.ru

³ *Виктория Викторовна Акбердина*, заместитель директора по науке Института экономики УрО РАН (620014, РФ, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29), д-р экон. наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, e-mail: akberdina.vv@uiec.ru.

⁴ *Григорий Борисович Коровин*, руководитель сектора экономических проблем отраслевых рынков Института экономики УрО РАН (620014, РФ, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29), канд. экон. наук, e-mail: korovin.gb@uiec.ru.

⁵ Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН Института экономики УрО РАН.

циклом изделий (реже – в области научных исследований). Передовые цифровые технологии (геоинформационные системы, цифровые платформы, искусственный интеллект, промышленные роботы) в индустриальных регионах используются чаще, а интернет вещей и цифровые двойники – реже, чем в целом в России. Сохраняется отставание по показателю затрат на цифровизацию и доле специалистов по цифровым технологиям в экономике индустриальных регионов, объясняемое спецификой их производственной структуры. Полученные результаты демонстрируют специфику индустриальных регионов и могут быть использованы при формировании политики РФ в области цифровизации.

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

УДК 330.352

Введение

Концентрация внимания на Индустрии 4.0 и на процессах цифровизации связана с масштабами влияния новых технологий на экономическую, социальную и производственную сферы. С 2011 г. в мире активно развиваются процессы совмещения промышленного производства, цифровых технологий и глобальных сетей, что создаёт новую производственную технологическую среду. Цифровые технологии позволяют в условиях ужесточения конкуренции на рынках и изменяющейся среды быстрее выработать эффективные решения в области управления производством, персоналом, взаимодействием с потребителями, партнёрами и государственными структурами [1]. Современные цифровые технологии поддерживают жизненный цикл производства, а также принятие решений в сферах управления ресурсами, сотрудниками, информационными связями [2]. Традиционные бизнес-модели и методы управления производством не всегда справляются с современными вызовами – растут риски снижения эффективности, потери рынков, выпадения предприятий из цепочек создания стоимости [3], что может привести к социально-экономическим проблемам, долговременному отставанию и выпадению страны из общего пространства [4].

Мы считаем, что цифровизация, являясь новой технологической парадигмой, предлагает принципиально новые возможности для экономики и социальной сферы [5], особенно в области промышленного производства, обеспечения его устойчивости [6].

В современных условиях недостаточно изучен территориальный аспект – исследование уровня цифровизации отдельных территорий, поиск регионов, в экономике которых наиболее результативно внедряются и эффективно используются цифровые технологии. Мы предполагаем, что в качестве таких территорий могут выступить промышленно развитые регионы РФ.

Цель настоящего исследования – определить состояние и темпы цифровизации экономики России с выделением промышленно развитых регионов и детальным рассмотрением отдельных цифровых технологий. Объектом исследования являются регионы, среди которых выделены индустриальные – с развитым сектором обрабатывающей промышленности. В исследовании решаются следующие задачи: оценка динамики доли организаций, использующих отдельные виды ИКТ в соответствии с этапами цифровизации в регионах РФ; сравнение уровня и направлений использования новейших цифровых технологий (цифровых платформ, искусственного интеллекта, больших данных, цифровых двойников, интернета вещей); сравнение затрат органи-

заций на ИКТ и численности специалистов по ИКТ, «взвешенных» относительно ВРП и численности занятых в регионе.

Исходим из гипотезы, что наш анализ подтвердит опережающую цифровую трансформацию в промышленных регионах, выраженную в более масштабном использовании базовых и наиболее передовых цифровых технологий. В данной работе продолжают исследования процессов цифровизации и развития индустриальных регионов РФ, проводимые авторским коллективом [7–12].

1. Методология исследования

Спектр исследований процессов цифровизации достаточно широк, однако большинство учёных сходятся во мнении, что изменения, связанные с цифровизацией, можно назвать радикальными. Matarazzo и др. показали, что цифровые инструменты способствуют модификации бизнес-моделей предприятий, создавая новые каналы распределения и новые способы создания и доставки ценности [2]. Очень широкий круг исследований посвящён эффектам цифровизации, среди которых повышение эффективности формирования цепочек поставок [13], устойчивости производства [6], применение современных технологических компонентов [14], цифровых двойников [15].

В ряде исследований рассматриваются пространственные аспекты цифровизации – цифровизация отдельных индустриальных регионов [16], проведены комплексные исследования цифровизации на основе территориальных статистических данных [17]. Исследования затрат на ИКТ в регионах России показывают их неустойчивую динамику, зависящую в том числе от специализации региона [18]. Наблюдается и зависимость структуры затрат региона на ИКТ от пространственного потенциала [19].

При оценке уровня цифровизации закономерно возникает вопрос поиска, выбора и качества используемых данных. Среди индикаторов развития цифровой экономики часто рассматриваются ICT Development Index, Networked Readiness Index, Inclusive Internet Index, World Digital Competitiveness Index, Global Connectivity Index, International Digital Economy and Society Index, e-Government Development Index, UNCTAD B2C e-Commerce Index, Global Cybersecurity Index, Local Online Service Index, Digital Intelligence Index (Digital Evolution and Digital Trust) и др. Задачами этих индексов, как правило, являются расчёт и представление комплексного показателя, состоящего из модулей по оценке цифровизации общества, государственного управления, создания цифровой инфраструктуры и т. д. Для решения поставленных задач эти индикаторы не подходят, поскольку являются излишне обобщающими, включают ряд элементов, не связанных с цифровизацией экономики. Наш подход основан на выборе индикаторов, характеризующих степень цифровизации по отдельным направлениям и технологиям, встречающийся в публикациях [20, 21], но не охватывающий данные РФ. В промышленной сфере довольно сложно адекватно оценить процессы внедрения цифровых технологий, поскольку цифровизация охватывает огромное количество технологий и способов их применения [22, 23].

В статистическом сборнике НИУ Высшей школы экономики предлагается ряд отслеживаемых и перспективных характеристик цифровизации промышленности⁶, при этом по многим из них невозможно получить информацию с высокой степенью досто-

⁶ Цифровая активность предприятий обрабатывающей промышленности в 2019 г. М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 16 с.

верности и за значительный временной период. Органы статистики РФ отслеживают доли организаций, использующих отдельные виды информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые могут быть применены для понимания масштаба использования цифровых технологий^{7,8}. Интерес представляют индикаторы, отслеживаемые на региональном уровне, например, «Численность специалистов по ИКТ», «Затраты организаций на ИКТ», которые показывают вовлечённость региона в цифровое развитие. Росстат в последние годы проводит коррекцию данных, изменяя подходы и методы их вычисления, что иногда приводит к изменению наблюдаемых трендов.

Отдельные показатели заложены в стратегических документах, среди которых отметим Национальную программу «Цифровая экономика РФ», Государственную программу РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», ведомственный проект Минпромторга РФ «Цифровая промышленность», «Стратегию цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года». Эти документы направлены в большей мере на создание благоприятной среды для цифровой трансформации экономики, соответствующей инфраструктуры и не всегда позволяют оценить текущую динамику и структурировать процессы цифровизации в экономике отдельных регионов.

При сборе и группировке показателей будем опираться на выделенные нами ранее этапы цифровизации [24]: компьютеризация, использование компьютерных сетей; электронный обмен данными с партнёрами; компьютеризация производства; собственное производство ИКТ и оборудования; использование интеллектуальных систем в промышленной цифровизации. Подобные подходы применяются и другими исследователями: Acatech⁹, которые в 2017 г. предложили 6 этапов цифровизации, при этом к технологиям Индустрии 4.0 они относят только 4 последних, связанных с внедрением средств, позволяющих формировать цифровую модель компании. Существуют и другие подходы к классификации цифровых технологий, например 4 технологических слоя – Sensor, Integration, Intelligent, Response [25], более сложные «technology development roadmaps and initiatives», с выделением наиболее важных технологий для отдельных сфер [26]. Учёт стадий цифровизации позволяет построить логику оценки и упорядочить разрозненные индикаторы, представляемые органами статистики.

Результаты

На уровень цифровизации бизнеса в отличие от цифровизации жизни населения влияют структура экономики (наличие значительной доли высокотехнологичных производств) и уровень развития экономики в целом (ВРП на душу населения). Анализ статистики показывает, что по уровню цифровизации бизнеса лидерами выступают высокоразвитые регионы европейской части России. Индекс цифровизации (комплексный показатель, характеризующий использование бизнесом цифровых

⁷ Сайт Росстата РФ. Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги статнаблюдения по ф. № 3-информ). <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 1.11.2023).

⁸ Сайт Росстата РФ. Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации. <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity> (дата обращения: 1.11.2023).

⁹ Сайт компании Acatech. <https://www.acatech.de> (дата обращения: 2.08.2023).

технологий) в этих регионах – 28 до 31, где 31 – наивысшее значение. Низкий рейтинг регионов прежде всего связан со слабой диверсификацией экономики и преобладанием в её структуре слабо оцифрованных отраслей.

Уровень цифровизации экономики в макрорегионах России существенно различается – лидерами, безусловно, являются Центр и Северо-Запад. Достаточно хорошие показатели имеют Урал, Дальний Восток и Поволжье. Макрорегион Сибирь в целом характеризуется низким уровнем цифровизации экономики, несмотря на высокую вовлечённость в цифровизацию ключевых городов региона. Стабильно низкие показатели на Северном Кавказе и Юге России.

Уровень развития промышленности в российских макрорегионах крайне дифференцирован, что в значительной мере определяется наличием первичных ресурсов, сложившимся технологическим укладом и преобладающими отраслями специализации. Соответственно и размах значений уровня цифровизации промышленности в регионах также значителен.

Рейтинг макрорегионов России по уровню цифровизации промышленности доказывает, что развитие цифрового общества без соответствующего развития материального сектора, в первую очередь промышленного комплекса, не обеспечит долгосрочной конкурентоспособности территории и не сформирует предпосылки для повышения благосостояния населения (рис. 1).

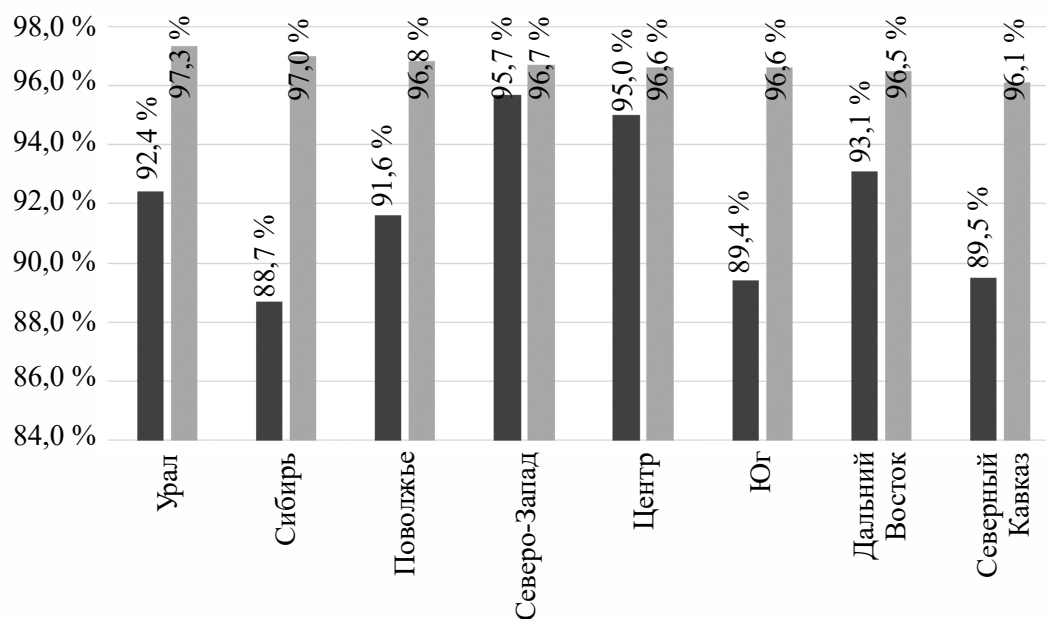


Рис. 1. Уровень цифровизации экономики (■) и промышленности (▒) макрорегионов РФ

Мы предполагаем, что именно индустриально развитые регионы на общероссийском фоне должны являться лидерами по внедрению цифровых технологий. В качестве индустриальных выделены регионы, доля обрабатывающих производств в валовом региональном продукте которых составляла более 25 % в последние 5 лет. Этот критерий обосновывался нами ранее, что позволяет исключить из рассмотрения сырьевые регионы с высокой долей добывающего сектора и сконцентрироваться на регионах, в которых возможно формирование высокотехнологичных производств. По

данным Росстата¹⁰, по принятому критерию к индустриальным можно отнести 19 регионов (см. таблицу).

Доля обрабатывающих производств в структуре валовой добавленной стоимости индустриальных регионов РФ, %

Регион	2017	2018	2019	2020	2021	Среднее за 5 лет
Владимирская область	30,1	31,2	32,3	35,4	43,4	34,5
Калужская область	36,2	38,8	38,2	39,3	42,9	39,1
Липецкая область	38,8	42,9	36,0	36,5	48,9	40,6
Рязанская область	27,5	26,8	26,7	23,8	25,1	26,0
Тульская область	38,9	42,3	38,1	39,9	42,8	40,4
Ярославская область	26,3	27,5	27,4	28,4	27,9	27,5
Вологодская область	35,7	40,0	38,3	34,2	54,6	40,6
Ленинградская область	28,5	30,1	28,9	27,2	30,8	29,1
Новгородская область	32,0	33,4	35,5	36,9	41,3	35,8
Республика Башкортостан	28,3	33,6	31,1	24,9	30,3	29,6
Республика Марий Эл	31,3	27,8	26,1	25,5	24,9	27,1
Чувашская Республика – Чувашия	25,3	25,9	25,8	25,9	24,2	25,4
Пермский край	29,8	28,3	28,8	30,3	26,8	28,8
Кировская область	26,8	26,8	26,6	28,2	33,6	28,4
Нижегородская область	28,1	28,9	28,7	27,9	26,5	28,0
Свердловская область	29,2	32,1	31,8	31,8	31,7	31,3
Челябинская область	33,9	34,2	32,2	30,7	37,2	33,6
Красноярский край	29,6	30,6	36,3	40,8	33,4	34,1
Омская область	34,1	33,3	33,1	30,7	28,5	31,9

Для оценки общего уровня компьютеризации отдельных регионов мы рассмотрели общую долю организаций, использующих ИКТ, серверы и глобальные информационные сети (рис. 2). Преимущество индустриальных регионов по этим показателям заметно, а оценка динамики показателей показывает насыщение базовыми ИКТ экономики РФ и индустриальных регионов. При оценке широкого круга «базовых» технологий информатизации по состоянию на 2022 г. индустриальные регионы опережают общероссийский уровень на 2...3 % (рис. 3)

¹⁰ Сайт Росстата РФ. Отраслевая структура валовой добавленной стоимости субъектов Российской Федерации 2016-2020 гг. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VRP_OKVED2.xlsx (дата обращения: 19.06.2022).



Рис. 2. Динамика роли использования ИКТ, %

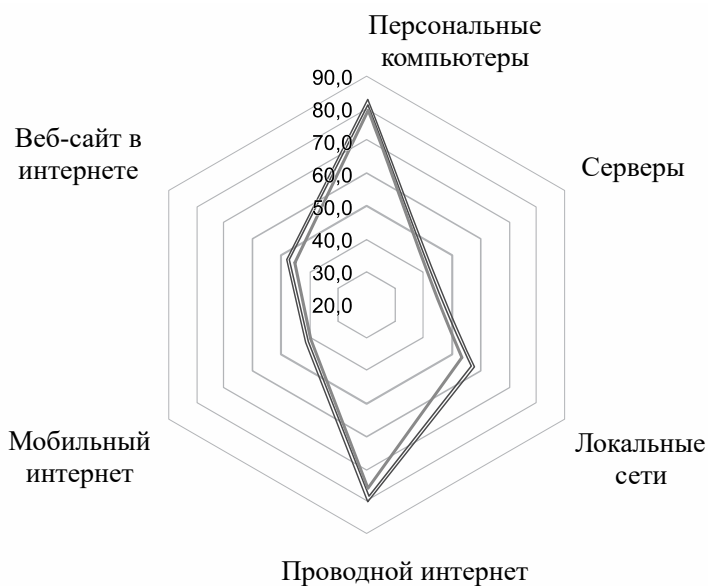


Рис. 3. Доля организаций, использующих отдельные виды информационных технологий (2022 г.), %;
 — в среднем по индустриальным регионам;
 - - в среднем по РФ

Следующий этап цифровизации (в соответствии с выбранным подходом) характеризуется использованием электронного обмена данными с контрагентами – поставщиками и потребителями. С позиций современных ИКТ наибольший интерес представляет использование автоматизированного обмена информацией. Индустриальные регионы более интенсивно используют автоматизированный обмен данными, в том числе с органами государственной власти, заметен существенный рост использования облачных сервисов (рис. 4). Доля компаний, использующих облачные технологии, выросла с 18 до 28 % в период 2015–2022 гг.

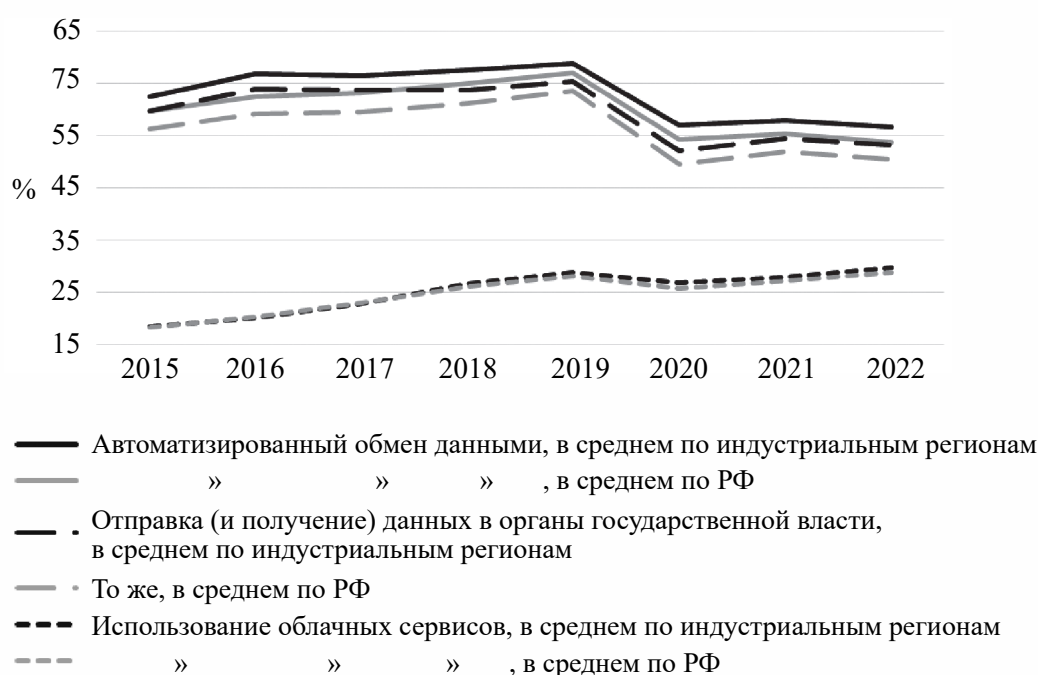


Рис. 4. Доля организаций, использовавших автоматический обмен данными с внешними информационными системами, %

Третья стадия цифровой трансформации промышленности – использование специального программного обеспечения для компьютерной поддержки (автоматизации) различных этапов жизненного цикла изделия. Для промышленности (особенно для обрабатывающих отраслей) нужны специализированные программные среды, предназначенные для научных исследований, проектирования изделий, управления производственными процессами.

Данные статистики показывают, что преимущество индустриальных регионов по этим типам технологий начало формироваться в 2018 г. и наблюдается в средствах автоматизированного проектирования, управления производственными процессами. Повышенную изменчивость данных после 2021 г. мы связываем с изменениями в методах предоставления данных предприятиями и алгоритмах статистического учёта (рис. 5).

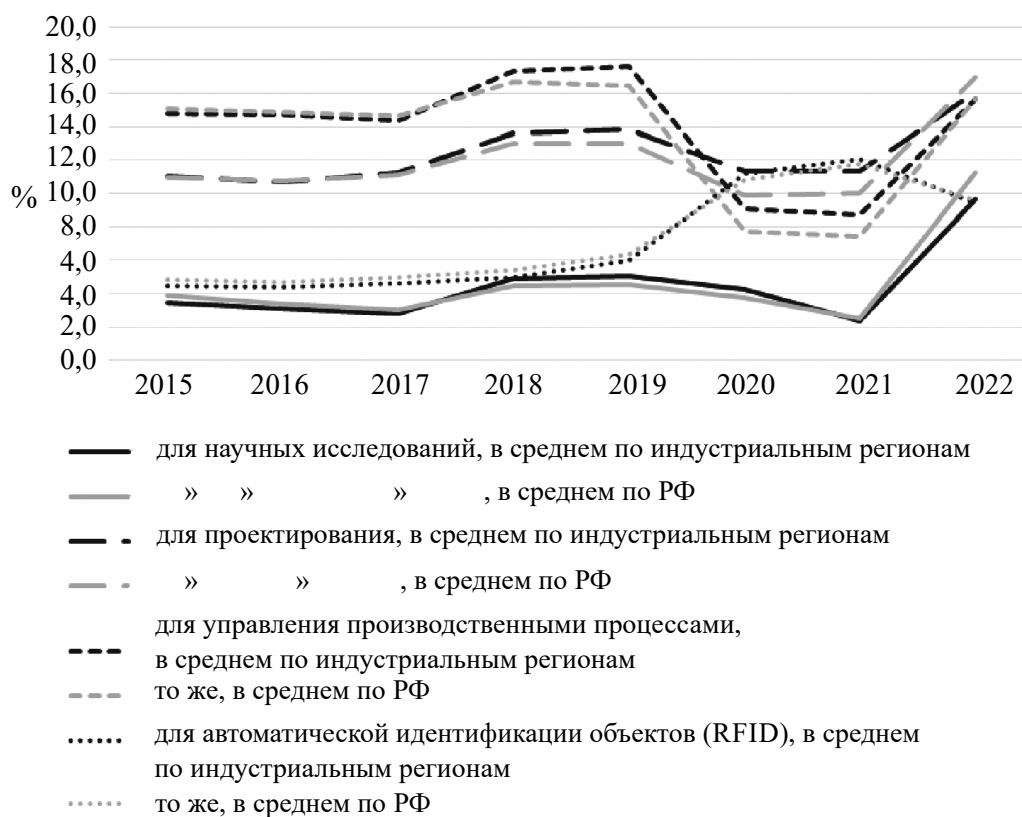


Рис. 5. Доля организаций, использующих специальные программные средства, %

Оценка всех видов специальных программных средств по состоянию на 2020 г. показывает более активное построение информационных систем практически по всем видам технологий предприятиями в промышленных регионах на 1...3 п. п. В 2022 г. по многим информационным системам относительное опережение сократилось. При этом наблюдался рост использования актуальной для сложных производств информационной системы управления жизненным циклом изделия (PLM/PDM), которая чаще применяется в промышленных регионах (рис. 6).

Следующая стадия цифровой трансформации промышленности, одна из наиболее важных в рамках Индустрии 4.0, оценивается через масштаб использования новейших цифровых технологий: средств искусственного интеллекта, технических и программных средств для построения киберфизических систем. В этой сфере мы можем взять за основу статистические данные в период 2020–2022 гг., поскольку ранее эта статистика не собиралась или отсутствует в открытом доступе (рис. 7). У промышленных регионов сохраняется опережение в сфере использования промышленных роботов, технологий искусственного интеллекта, цифровых платформ, геоинформационных систем и отставание в области применения интернета вещей. Отметим, что отличие, например, в области технологий искусственного интеллекта составляет 1,1 п. п., но в относительных величинах – 12 %, что, на наш взгляд, весьма значительно. То же самое можно сказать о промышленных роботах, используемых в

промышленных регионах на 14 % чаще. Технологии цифрового двойника в промышленных регионах освоены заметно меньше, чем в целом в РФ, и в последние годы тенденция сохраняется. Объяснить это можно активным использованием технологий сбора и обработки больших данных в сферах, не связанных с промышленным производством, например в банковской и торговой.

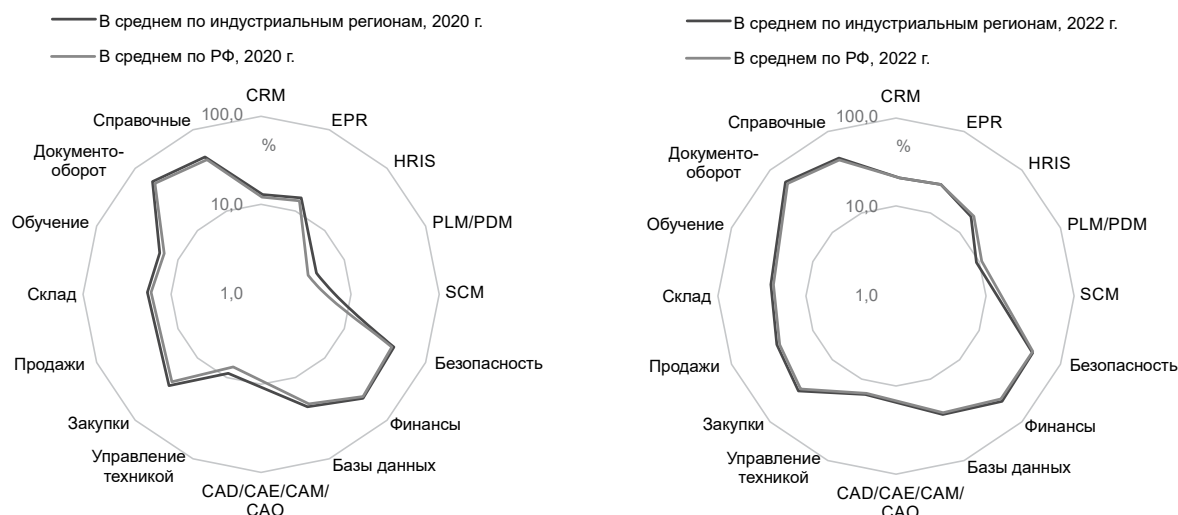


Рис. 6. Удельный вес организаций, имевших специальные программные средства в 2020 и 2022 гг., % (логарифмическая шкала)

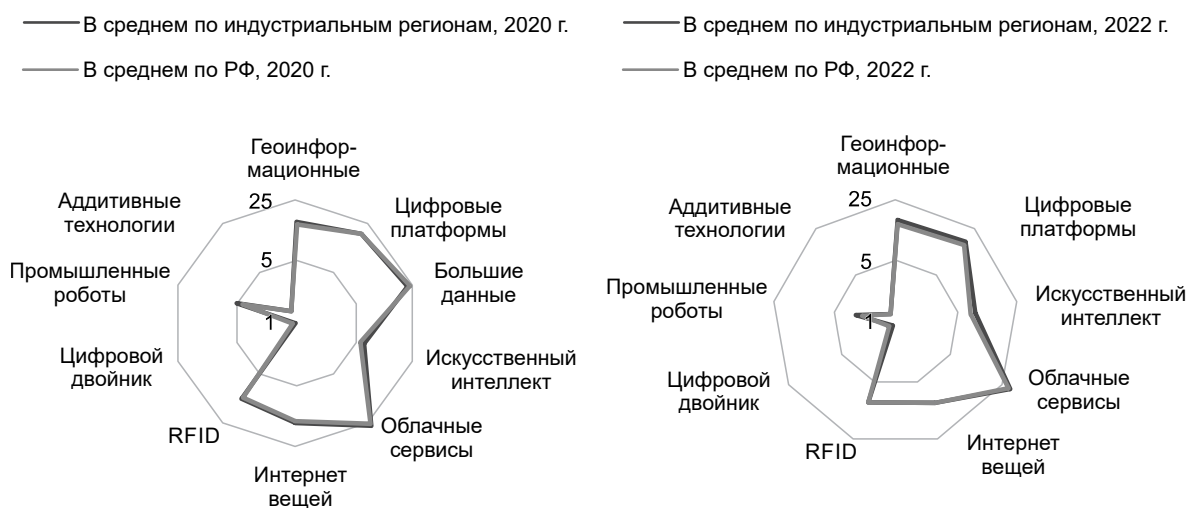


Рис. 7. Доля организаций, использующих новейшие цифровые технологии, технические и программные средства, % (логарифмическая шкала)

Росстат с 2020 г. собирает статистику, раскрывающую масштаб, цели и направления использования наиболее современных цифровых технологий – больших данных, искусственного интеллекта и т. д. Использование больших данных – цифровая технология, способная значительно повысить эффективность производства и управления. В целом, индустриальные регионы заметно чаще используют большие данные, при этом анализ данных проводят собственными силами (рис. 8).

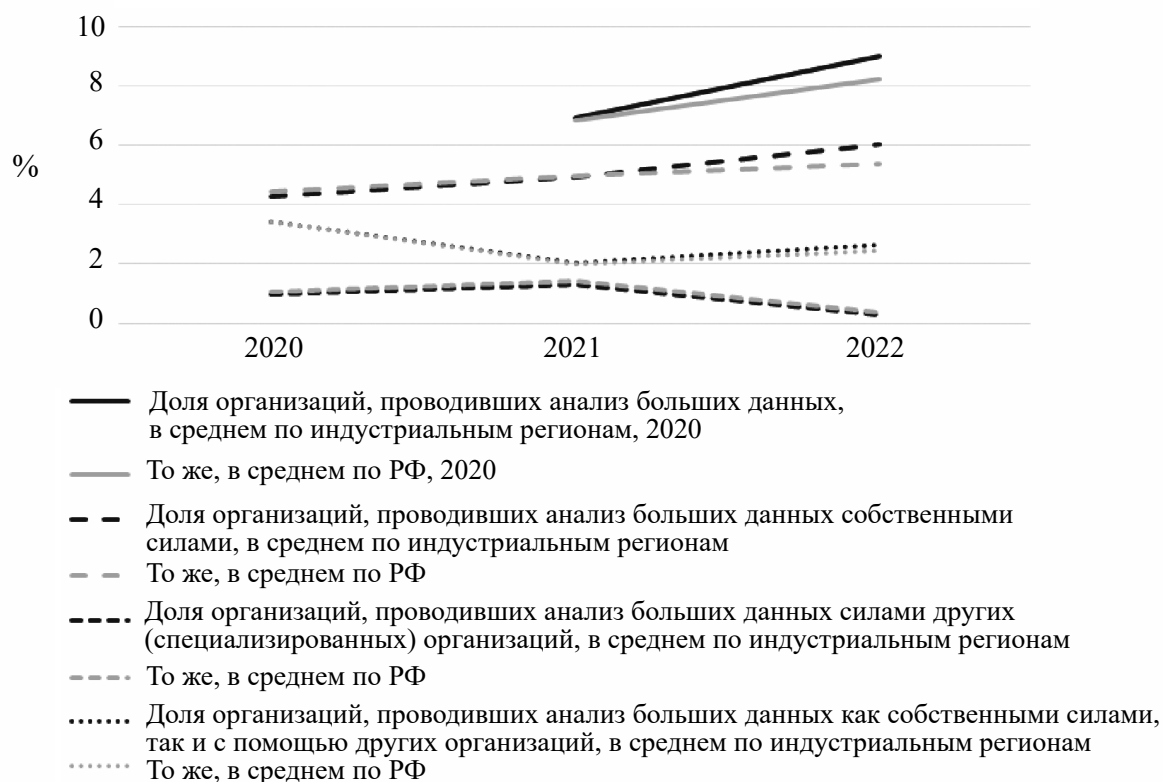


Рис. 8. Доля организаций, использующих технологии больших данных, %

Важным, на наш взгляд, направлением цифровизации является использование технологий интернета вещей, в частности промышленной версии – ПоТ – ключевого элемента Индустрии 4.0. Этот комплекс обеспечивает информационную связанность промышленных производственных объектов между собой и с внешними информационными системами. Анализ направлений применения интернета вещей показывает, что индустриальные регионы интенсивнее используют эту технологию по всем заявленным направлениям (рис. 9). При этом технологии интернета вещей, к которым относят и средства отслеживания технологических процессов, уже были реализованы в рамках проектов по автоматизации промышленных предприятий.

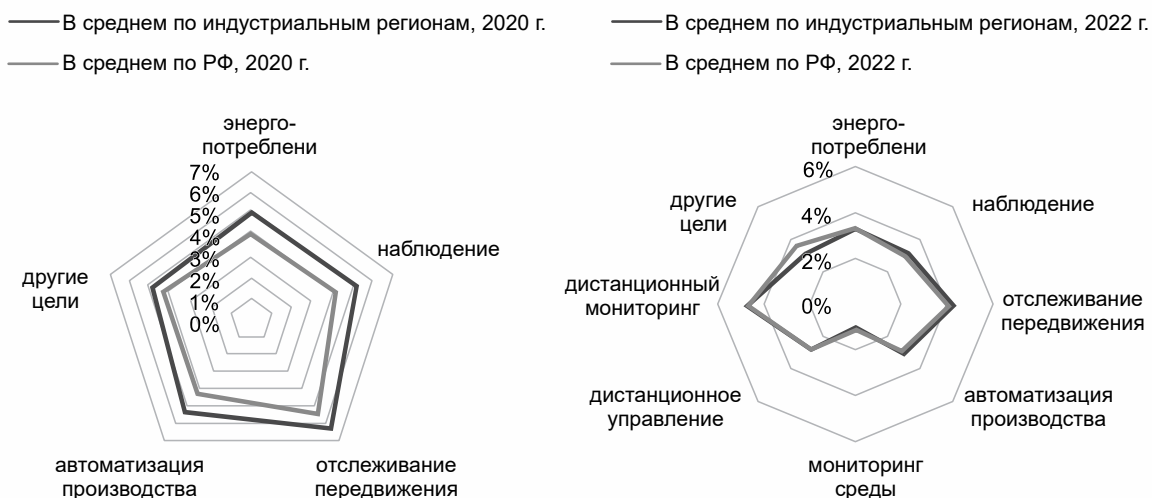


Рис. 9 Доля предприятий, использующих Интернет вещей в регионах РФ, %

По показателю использования технологий искусственного интеллекта для основных процессов организации промышленные регионы опережают общероссийский уровень в области компьютерного зрения и поддержки принятия решений (рис. 10).

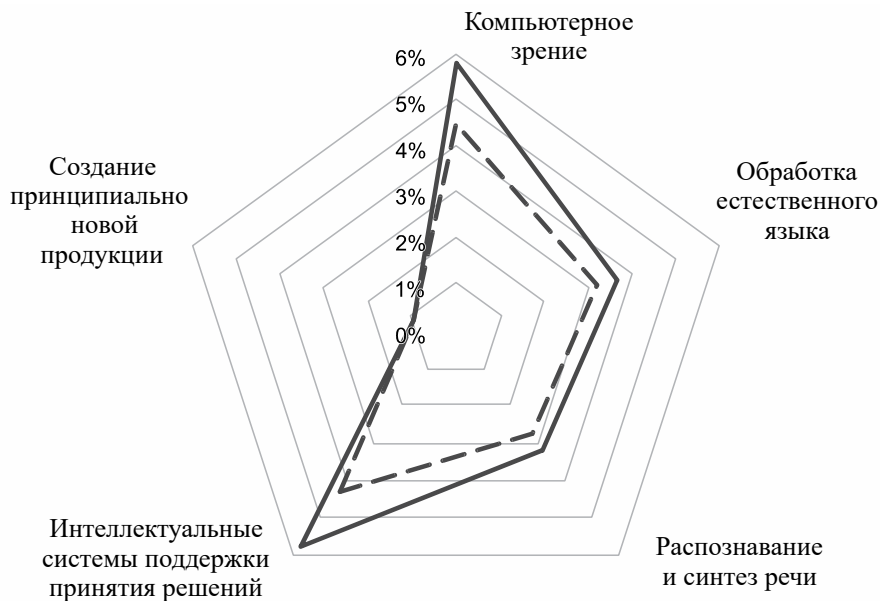


Рис. 10. Доля компаний, использующих технологии искусственного интеллекта:
 — в среднем по индустриальным регионам, 2022;
 - - в среднем по РФ, 2022

Отметим, что технологии обработки естественного языка распознавания речи сейчас активно применяются для формирования виртуальных помощников (наиболее широко используются в торговой и финансовой сферах).

В соответствии с нашим подходом дополнительно исследованы два важных параметра, характеризующих цифровое развитие: расходы на внедрение и использование цифровых технологий и количество специалистов по цифровым технологиям. При этом совокупные затраты на цифровые технологии в регионе мы соотносили с ВРП, а количество специалистов – с общим числом занятых в регионе.

По доле затрат на цифровизацию в ВРП индустриальные регионы отстают от общероссийского уровня по всем параметрам: приобретению вычислительного и коммуникационного оборудования, программного обеспечения и услуг сторонних организаций. Отставание индустриальных регионов проявляется достаточно ярко – по некоторым направлениям цифровизации относительные затраты ниже общероссийского уровня в 2–3 раза. Общероссийские показатели доли затрат на цифровые технологии демонстрируют положительную динамику, что говорит о продолжающемся цифровом развитии экономики (рис. 11).



Рис. 11. Доля затрат на внедрение и использование цифровых технологий в ВРП, %

Такое положение индустриальных регионов на общероссийском фоне может объясняться выбором в качестве базы для нормирования ВРП, не учитывающего структурные особенности региональных экономик. Именно в добывающих отраслях и энергетике России доля затрат на цифровизацию наиболее высока (рис. 12), что отодвигает индустриальные регионы по этому показателю на второй план.



Рис. 12. Доля затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отраслях промышленности РФ (2022 г.)

Обобщение «структурных» эффектов затрат на цифровизацию необходимо дополнить анализом показателя «затраты на цифровизацию на 1 млн рублей выпуска промышленной продукции» в сопоставлении с индексом промышленного производства. Заметно, что ряд отраслей с высокими абсолютными значениями «цифровых» бюджетов характеризуются достаточно низким относительным значением и умеренными темпами роста. Это сырьевые отрасли (добыча и переработка нефти и газа), металлургия и пищевая промышленность. На их фоне достойно выглядит цифровая трансформация в производстве лекарственных средств, автомобилестроении, производстве машин и оборудования, транспортном машиностроении, электроэнергетике и коммунальном хозяйстве (рис. 13).

По второму обобщающему показателю – доле специалистов по цифровым технологиям в структуре занятых – индустриальные регионы также показывают более низкие уровни по специалистам высокой и средней квалификации (рис. 14). Динамика этих показателей устойчиво повысительная, демонстрирующая растущую значимость цифровизации для экономики.

Проблемы развития экономики

Индекс промышленного производства, %	высокий темп (более 110)	Добыча металлических руд, целлюлозно-бумажная промышленность, текстильная промышленность, производство резины и пластмасс, деревообработка	Промышленность медпрепаратов, производство машин и оборудования, автомобилестроение, коммунальное хозяйство, кожгалантерейная промышленность, мебельная промышленность, добыча прочих полезных ископаемых
	умеренный темп (100...110)	Добыча угля, добыча нефти и газа, нефтепереработка, добыча металлических руд, металлургия, химическая промышленность, промышленность стройматериалов, легкая промышленность, пищевая промышленность, производство напитков, табачная промышленность	Электронная и электротехническая промышленность, транспортное машиностроение, электроэнергетика, промышленность металлоизделий, полиграфическая промышленность, услуги по добыче полезных ископаемых, ремонт и монтаж машин и оборудования, производство прочих готовых изделий
		низкое значение (меньше медианы)	высокое значение (больше медианы)
Затраты на цифровизацию в расчете на 1 млн рублей выпуска продукции			

Рис. 13. Матрица эффективности затрат на цифровую трансформацию промышленности (2022 г.)

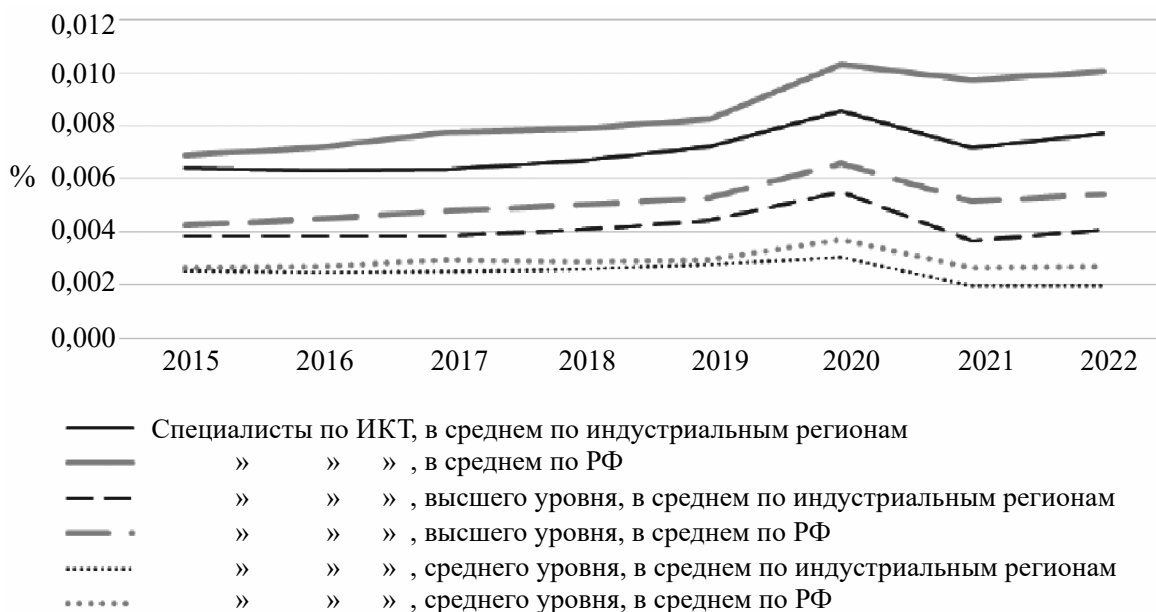


Рис. 14. Доля специалистов по ИКТ в структуре занятых, %

Такой результат можно объяснить 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, техническая поддержка, иногда собственные разработки, не требующие большого количества специалистов.

Заключение

Исследование позволило сделать ряд выводов о динамике протекания процессов цифровизации экономики на уровне регионов России. Выявлено, при оценке макрорегионов по уровню цифровизации бизнеса лидерами выступают высокоразвитые регионы европейской части России. Выделение индустриальных регионов говорит о более интенсивном использовании цифровых технологий на этих территориях. Опережение индустриальных регионов наблюдается по показателям базовой компьютеризации, использованию сетевых технологий для взаимодействия, использованию специального программного обеспечения, отдельных наиболее современных цифровых технологий – искусственного интеллекта, интернета вещей, больших данных. При этом преимущество по большинству показателей нельзя назвать подавляющим. Значительное отставание по показателю затрат на цифровизацию и доле специалистов в области цифровых технологий объясняется особенностями выбранного критерия отнесения регионов к индустриальным и специфики структуры их экономики.

В качестве ограничений на применение результатов исследования можно назвать проблемы изменений в сборе и представлении данных органами статистики РФ. Подход с выделением индустриальных регионов, вероятно, необходимо расширить путём включения новых типов регионов, учёта особенностей Москвы и Санкт-Петербурга как лидеров цифровизации с развитым сектором финансовых услуг, торговли и т.д.

Список литературы

1. Chaniyas, S., Myers, M. D., Hess, T. Digital transformation strategy making in pre-digital organizations: The case of a financial services provider // *The Journal of Strategic Information Systems*. – 2019. – 28, 1. – pp. 17–33. – <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.11.003>
2. Matarazzo, M., Penco, L., Profumo, G., Quaglia, R.. Digital transformation and customer value creation in Made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective // *Journal of Business Research*. – 2021. – 123. – pp. 642–656. – <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.033>.
3. Marcon, E., Le Dain, M.-A., Frank, A. G. Designing business models for Industry 4.0 technologies provision: Changes in business dimensions through digital transformation // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2022. – 185. – <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122078>.
4. Zhang L., Chen S. China's Digital Economy: Opportunities and Risks // *IMF Working Paper, International Monetary Fund*. – <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/01/17/Chinas-Digital-EconomyOpportunities-and-Risks-46459>
5. Grybauskas A. Stefanini A., Ghobakhloo M. Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature Review on the social implications of industry 4.0. // *Technology in Society*. – 2022. – Volume 70. – <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101997>.
6. Ching N. T., Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Maroufkhani P., Asadi, Sh. Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. – *Journal of Cleaner Production*. 2022, 334. – <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130133>.
7. *Коровин, Г. Б.* Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ / Г. Б. Коровин // *Экономика региона*. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 60–74. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-1-5.
8. Kumar V., Korovin G. A Comparison of Digital Transformation of Industry in the Russian Federation with the European Union // *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*. – 2023. V. 61. – P. 45–57. – DOI: 10.1007/978-3-031-30351-75.

9. Акбердина, В. В. Цифровое пространство регионов Российской Федерации: оценка факторов развития и взаимного влияния на социально-экономический рост / В. В. Акбердина, И. В. Наумов, С. С. Красных // *Journal of Applied Economic Research*. – 2023. – Т. 22, №2. – С. 294–322. DOI: 10.15826/vestnik.2023.22.2.013.

10. Лаврикова, Ю. Г. Согласование приоритетов научно-технологического и пространственного развития индустриальных регионов / Ю. Г. Лаврикова, В. В. Акбердина, А. В. Суворова // *Экономика региона*. – 2019. – Т. 15, №4. – С. 1022–1035. – DOI: 10.17059/2019-4-5.

11. Akberdina V. V. Efficiency of digital transition in industry: Russian experience // *Интеллек. Инновации. Инвестиции*. – 2023. – №1. – Р. 10–18. – DOI: 10.25198/2077-7175-2023-1-10

12. Бодрунов, С. Д. Реиндустриализация и становление «цифровой экономики»: гармонизация тенденций через процесс инновационного развития / С. Д. Бодрунов, Д. С. Демиденко, В. А. Плотников // *Управленческое консультирование*. – 2018. – № 2 (110). – С. 43–54.

13. Rad F. F, Oghazi P., Palmié M., Chirumalla K., Pashkevich N., Patel P. C., Sattari S. 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*. – 2022. – Volume 105. – P. 268–293. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.06.009>.

14. Толкачев, С. А. Киберфизические компоненты повышения конкурентоспособности обрабатывающих отраслей промышленности / С. А. Толкачев // *Экономическое возрождение России*. – 2019. – № 3 (61). – С. 127–145.

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

16. Угольникова, О. Д. Цифровизация российской промышленности (на примере Уральского региона) / О. Д. Угольникова, П. А. Воротков, А. Д. Ризов // *Технико-технологические проблемы сервиса*. – 2021. – № 3 (57). – С. 56–62.

17. Наумов, И. В. Цифровизация промышленного производства в регионах России: пространственные взаимосвязи / И. В. Наумов, Ю. В. Дубровская, Е. В. Козоногова // *Экономика региона*. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 896–910. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2020-3-17.

18. Кузнецов, Ю. А. Информационные и коммуникационные технологии как фактор развития цифровой экономики / Ю. А. Кузнецов, В. И. Перова, Д. С. Семиков // *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*. – 2017. – № 4 (48). – С. 38–47.

19. Арженовский, С. В. Экономико-статистический анализ структуры региональных затрат на информационные и коммуникационные технологии / С. В. Арженовский, Л. Сунтура // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2014. – №28. – С. 10–14.

20. Braglia M., Gabrielli R., Marrazzini L., Padellini L. Key Performance Indicators and Industry 4.0 – A structured approach for monitoring the implementation of digital technologies // *Procedia Computer Science*. – 2022. – 200. Pp. 1626–1635. – <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.363>.

21. Castelo-Branco I., Cruz-Jesus F., Oliveira T. Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union // *Computers in Industry*. – 2019. – 107. – Pp. 22–32. – <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.007>.

22. Dalenogare L. S., Benitez G. B., Ayala N. F., Frank A. G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance // *International Journal of Production Economics*. – 2018. – 204. – Pp. 383–394. – DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

23. Lu Y. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues // *Journal of Industrial Information Integration*. – 2017. – №6. – Pp. 1–10. – <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.

24. Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // *Известия Уральского государственного экономического университета*. – 2018. – Т. 19, №3. – С. 82–99. – DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8.

25. Battistoni B., Gitto S., Murgia G., Campisi D. Adoption paths of digital transformation in manufacturing SME // *International Journal of Production Economics*. 2022. – 255. – <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108675>.

26. Lu H.-P., Weng, C.-I. Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry // *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. – 133. – Pp. 85–94. – <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.005>.

References

1. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.11.003>.

2. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.033>.

3. Marcon, E., Le Dain, M.-A., & Frank, A. G. (2022) Designing business models for Industry 4.0 technologies provision: Changes in business dimensions through digital transformation. *Technological Forecasting and Social Change*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122078>.

4. Zhang L., & Chen S. (2019). China's Digital Economy: Opportunities and Risks. IMF Working Paper, 19/16, International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/01/17/Chinas-Digital-EconomyOpportunities-and-Risks-46459>.

5. 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*, Volume 70, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101997>.

6. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130133>.

7. Korovin, G. B. Sravnitel'naya ocenka cifrovizacii industrial'nyh regionov RF [Comparative assessment of digitalization of industrial regions of the Russian Federation] // *The economy of the region*. – 2023. – Vol. 19, No. 1. – pp. 60–74. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-1-5.

8. Kumar V., Korovin G. A Comparison of Digital Transformation of Industry in the Russian Federation with the European Union // *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*. 2023. V. 61. P. 45–57. DOI: 10.1007/978-3-031-30351-7_5.

9. Akberdina V. V., Naumov I. V., Krasnykh S. S. Cifrovoe pro-stranstvo regionov Rossijskoj Federacii: ocenka faktorov razvitiya i vzaimnogo vliyaniya na social'no-ekonomicheskij rost [Digital space of the regions of the Russian Federation: assessment of development factors and mutual influence on socio-economic growth]. *Journal of Applied Economic Research*. 2023. Vol. 22. No. 2. pp. 294–322. DOI: 10.15826/vestnik.2023.22.2.013.

10. Lavrikova Yu. G., Akberdina V. V., Suvorova A. V. Soglasovanie prioritetov nauchno-tekhnologicheskogo i prostranstvennogo razvitiya industrial'nyh regionov [Coordination of priorities

of scientific, technological and spatial development of industrial regions]. *Economy of the Region*. 2019. Vol. 15. No.4. pp. 1022–1035. DOI: 10.17059/2019-4-5.

11. Akberdina V. V. Efficiency of digital transition in industry: Russian experience // *Intelligence. Innovation. Investment*. 2023. №1. P. 10–18. DOI: 10.25198/2077-7175-2023-1-10.

12. Bodrunov S. D., Demidenko D. S., Plotnikov V. A. Reindustrializaciya i stanovlenie “cifrovoj ekonomiki”: garmonizaciya tendencij cherez process innovacionnogo razvitiya [Reindustrialization and the formation of the “digital economy”: harmonization of trends through the process of innovative development]. *Managerial consulting*. – 2018. – № 2 (110). – Pp. 43–54.

13. Rad F. F, Oghazi P., Palmié M., Chirumalla K., Pashkevich N., Patel P. C., Sattari S. 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*. 2022. Volume 105. P. 268–293. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.06.009>.

14. Tolkachev S. A. Kiberfizicheskie komponenty povysheniya konkurentosposobnosti obratnyvayushchih otraslej promyshlennosti [Cyberphysical components of increasing the competitiveness of manufacturing industries] // *Economic revival of Russia*. 2019. No. 3 (61). pp. 127–145.

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

16. Ugolnikova O. D., Vorotkov P. A., Rizov A. D. Cifrovizaciya rossijskoj promyshlennosti (na primere Ural'skogo regiona) [Digitalization of the Russian industry (on the example of the Ural region)] // *Technical and technological problems of service*. 2021. No. 3 (57). pp. 56–62.

17. Naumov I. V., Dubrovskaya Yu. V., Kozonogova E. V. Cifro-vizaciya promyshlennogo proizvodstva v regionah Rossii: prostran-stvennyye vzaimosvyazi [Digitalization of industrial production in the regions of Russia: spatial relationships] // *The economy of the region*. 2020. Vol. 16. No. 3. pp. 896–910. DOI 10.17059/ekon.reg.2020-3-17.

18. Kuznetsov Yu. A., Perova V. I., Semikov D. S. Informacionnye i kommunikacionnye tekhnologii kak faktor razvitiya cifrovoj ekonomiki [Information and communication technologies as a factor in the development of the digital economy] // *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky. Series: Social Sciences*. 2017. № 4 (48). C. 38–47.

19. Arzhenovskiy S. V., Suntura L. Ekonomiko-statisticheskij analiz struktury regional'nyh zatrat na informacionnye i kommunikacionnye tekhnologii [Economic and statistical analysis of the structure of regional costs for information and communication technologies] // *Economic analysis: theory and practice*. 2014. No.28. pp. 10–14.

20. Braglia, M., Gabrielli, R., Marrazzini, L., & Padellini, L. (2022) Key Performance Indicators and Industry 4.0 – A structured approach for monitoring the implementation of digital technologies. *Procedia Computer Science*, 200, 1626–1635. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.363>.

21. Castelo-Branco, I., Cruz-Jesus, F., & Oliveira, T. (2019). Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union. *Computers in Industry*, 107, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.007>.

22. Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383–394. DOI:10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

23. Lu Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.

24. Akberdina, V. V. (2018). Transformatsiya promyshlennogo kompleksa Rossii v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki [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.

25. Battistoni, B., Gitto, S., Murgia, G., & Campisi, D. (2022) Adoption paths of digital transformation in manufacturing SME, *International Journal of Production Economics*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108675>.

26. Lu, H.-P., & Weng, C.-I. (2018). Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 133, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.005>.

Y. G. Lavrikova¹¹, S. D. Bodrunov¹², V. V. Akberdina¹³, G. B. Korovin¹⁴. Digital Transformation of the Economy: Peculiarities of Industrialized Regions. The concept of Industry 4.0 based on a set of information technologies forms a new economic paradigm and changes production models. These processes allow the most developed territories to create advantages by integrating digital technologies into their own economy. The purpose of the study is to identify the dynamics and features of the digital transformation processes of the economic sphere in the industrially developed regions of the Russian Federation. In the course of the study, the methods of structural, dynamic analysis of the indicators of official statistics of Russian Federal State Statistics Service in the sphere of digital technologies were used. The study showed the leadership of the macro-regions of the European part of Russia in terms of the digitalization of business, a larger use of digital technologies in industrial regions. The advance of the use of basic information technologies is up to 7 %, in the use of global networks – about 4%, automated data exchange – more than 5 %. In industrial regions, special software is used somewhat more often, especially for product lifecycle management, but less often in the field of scientific research. Such advanced digital technologies as geoinformation systems, digital platforms, artificial intelligence, industrial robots are used more often in industrial regions, and the Internet of Things and digital twins are used less often than in the whole of the Russian Federation. There is still a lag in terms of digitalization costs and the share of digital technology specialists in the economy of industrial regions, explained by the specifics of their production structure. The results obtained demonstrate the specifics of industrial regions and can be used in the process of forming the policy of the Russian Federation in the field of digitalization.

Keywords: digitalization, digital technologies, regional economy, industrial region, industry.

¹¹ *Yuliya G. Lavrikova*, Director, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russia), Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, e-mail: lavrikova.ug@uiec.ru.

¹² *Sergey D. Bodrunov*, Director of S. Y. Witte Institute for New Industrial Development (16 Bolshaya Monetnaya St., St. Petersburg, 197101, Russia), President of the Free Economic Society of Russia, President of the International Union of Economists, Doctor of Economics, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, e-mail: inir@inir.ru.

¹³ *Viktoriya V. Akberdina*, Deputy Director for Science. Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Moskovskaya St., 29, Ekaterinburg, 620014, Russia), Dr. Sc. (Econ.), Professor of the RAS, Corresponding Member of the RAS, e-mail: akberdina.vv@uiec.ru.

¹⁴ *Grigoriy B. Korovin*, Head of the Sector of Economic Problems of Sectoral Markets, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Moskovskaya St., 29, Ekaterinburg, 620014, Russia), Cand. Sci. (Econ.), e-mail: korovin.gb@uiec.ru.