

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-3-1464>

Цифровизация и цифровые платформы в региональном стратегическом развитии промышленности

С.Н. Растворцева^{1,2}  

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20, Российская Федерация

² Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125167, Москва, Ленинградский просп., д. 49/2, Российская Федерация

 SRastvortseva@gmail.com

Аннотация. Цифровизация становится важнейшим драйвером экономического роста, особенно в условиях усиливающегося неравенства между регионами и ограниченного доступа к передовым технологиям. На этом фоне, усугубляемом санкционным давлением, трансформацией рынков и вызовами импортозамещения, особенно остро встает вопрос о переосмыслении роли цифровых платформ и инфраструктуры, способной обеспечить устойчивое развитие промышленности на региональном уровне. В таких условиях критически важным становится выявление факторов, способствующих цифровой трансформации и росту производительности труда.

В статье рассмотрено влияние развития цифровых каналов связи, широкополосного интернета, цифровой зрелости органов власти и инвестиций в технологии на производительность труда в региональной экономике и особенно в обрабатывающей промышленности. Показано, что влияние цифровизации носит неоднородный характер: возникающий эффект выше в технологически развитых регионах с хорошо развитой инфраструктурой и высоким уровнем компетенций информационно-коммуникационных технологий. Существенную роль играют институциональные условия и качество государственного регулирования, включая меры поддержки отечественных цифровых решений. Анализ основан на панельных данных по регионам России за 2021–2023 гг. и включает эконометрическое моделирование с использованием моделей с фиксированными и случайными эффектами. Показано, что ключевыми драйверами роста производительности труда выступают развитие широкополосной связи, цифровая зрелость органов государственного управления и целенаправленные инвестиции в цифровые технологии. Новизна исследования заключается в комплексном и многоаспектном подходе к оценке влияния цифровизации на региональное промышленное развитие, которое учитывает не только технологические, но и институциональные факторы, такие как цифровая зрелость органов государственной власти и поддержка отечественных ИТ-решений. В исследовании проведен сравнительный анализ влияния цифровых факторов на производительность труда как в экономике в целом, так и конкретно – в обрабатывающей промышленности. Используются актуальные панельные данные, отражающие период активной адаптации к санкционным ограничениям и импортозамещению. Введены и эконометрически оценены показатели, такие как «цифровая зрелость» государственных органов и затраты на внедрение цифровых технологий. Выявлена неоднородность воздействия цифровизации в зависимости от уровня технологического развития регионов, что позволяет разрабатывать дифференцированные стратегии.

Ключевые слова: региональная экономика, цифровизация промышленности, производительность труда, цифровые платформы, обрабатывающая промышленность, широкополосный интернет, цифровая зрелость, Россия

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект № 25-28-01533 «Цифровизация как условие трансформации экономики городов и регионов России», <https://rscf.ru/project/25-28-01533/>

Для цитирования: Растворцева С.Н. Цифровизация и цифровые платформы в региональном стратегическом развитии промышленности. *Экономика промышленности*. 2025;18(3):433–449. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-3-1464>

Digitalization and digital platforms in the regional strategic industrial development

S.N. Rastvortseva^{1,2}  

¹ HSE University, 20 Myasnitskaya Str., Moscow 101000, Russian Federation

² Financial University under the Government of the Russian Federation,
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russian Federation

 SRastvortseva@gmail.com

Abstract. Digitalization is becoming a key driver of economic growth, particularly in the context of growing regional disparities and limited access to advanced technologies. Against the backdrop of sanctions pressure, market transformations, and the challenges of import substitution, there is an increasing need to rethink the role of digital platforms and infrastructure in ensuring sustainable industrial development at the regional level. Under these conditions, identifying the factors that promote digital transformation and labour productivity growth becomes critically important.

This article explores how the development of digital communication channels, broadband internet access, the digital maturity of public administration, and investments in technology influence labour productivity in regional economies, with a particular focus on the manufacturing sector. The findings indicate that the impact of digitalization is uneven: it is significantly stronger in technologically advanced regions with well-developed infrastructure and high ICT competencies. Institutional conditions and the quality of government regulation, including support measures for domestic digital solutions, also play a crucial role.

The analysis is based on panel data from Russian regions for the period 2021–2023 and employs econometric modelling using fixed and random effects models. The study demonstrates that the main drivers of productivity growth are the expansion of broadband infrastructure, the digital maturity of public governance, and targeted investments in digital technologies. The novelty of the research lies in its comprehensive approach to assessing the impact of digital factors on regional industrial development. The results provide a foundation for setting priorities in regional digital transformation policies and reducing the digital divide, as well as offering guidance for optimizing digital investment strategies.

Keywords: digitalization, labour productivity, digital platforms, regional economy, broadband internet, digital maturity, sanctions

Acknowledgements. The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 25-28-01533, <https://rscf.ru/project/25-28-01533/>

For citation: Rastvortseva S.N. Digitalization and digital platforms in the regional strategic industrial development. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2025;18(3):433–449. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-3-1464>

数字化与数字平台在区域工业战略发展中的作用

S.N. 拉斯特沃尔采娃^{1,2}  

¹ 俄罗斯国立研究型高等经济大学 (HSE), 101000, 莫斯科米亚斯尼茨卡娅街20号

² 俄罗斯联邦政府财经大学, 125167, 莫斯科列宁格勒大道49/2号

 SRastvortseva@gmail.com

摘要: 数字化正在成为经济增长最重要的驱动力, 尤其是在区域发展不平衡加剧、先进技术获取渠道受限的条件下。在此背景下, 加之制裁带来的压力、市场转型和进口替代的挑战的加剧, 重新审视数字化平台和基础设施在区域层面确保工业可持续发展方面的作用这一问题变得尤为突出。在此情况下, 识别有助于数字化转型和劳动生产率增长的因素至关重要。本文探讨了数字通信渠道发展、宽带互联网、政府机构数字化成熟度以及技术投资对区域工业(尤其是制造业)劳动生产率的影响。结果表明, 数字化的影响呈现异质性: 在技术发达、基础设施完善且信息通信技术能力水平较高的地区, 产生的效果更为显著。制度条件和政府监管质量(包括支持国内数字化解决方案的措施)发挥着重要作用。该研究基于2021-2023年俄罗斯各地区的面板数据, 并采用固定效应模型和随机效应模型进行计量经济学建模。结果表明, 劳动生

致谢：本研究由俄罗斯科学基金会资助，项目编号：25-28-01533，项目名称：数字化是俄罗斯城市和地区经济转型的条件，<https://rscf.ru/project/25-28-01533/>

435

К внутренним ограничениям относятся государственное регулирование и технологические ограничения. Внутренними факторами, вызванными геополитическими причинами, можно назвать сокращение потребительской базы.

Потенциал цифровизации реализуется неравномерно: регионы существенно различаются по уровню технологического развития, инфраструктурной обеспеченности и готовности предприятий к цифровой трансформации. Эти различия обусловлены как объективными факторами (экономическая специализация, доступ к инвестициям, кадровый потенциал), так и институциональными барьерами, которые включают недостаточную развитость нормативной базы и слабую координацию между государством и бизнесом.

В региональной проекции наблюдается неравномерное развитие интернет-инфраструктуры: в отдельных субъектах Российской Федерации доступ к высокоскоростному интернету остается ограниченным, что сдерживает развитие цифровых платформ. В результате возникает цифровое неравенство, которое может усиливать региональные диспропорции в экономическом развитии [4].

Целью исследования, результаты которого нашли отражение в данной статье, является оценка влияния цифровизации на производительность труда в региональной промышленности и выявление ключевых факторов цифровой трансформации, способствующих росту производительности труда.

Теоретические основы исследования и обзор литературы

В 2010 г. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) начала использовать понятие **цифровой экономики** наряду с интернет-экономикой. В 2015 г. ею был опубликован доклад «Обзор цифровой экономики» (*The Digital Economy Outlook*), в котором отражены мировые тренды в этой среде². В 2019 г. ЮНКТАД (United Nations Conference on Trade and Development) – Конференция ООН по торговле и развитию, изменила название своего ежегодного доклада «**Информационная экономика**» на «**Цифровая экономика**» (*Digital Economy*)³, акцентировав внимание на происходящей трансформации. Мы считаем, что так в повестке дня международного

сообщества прочно закрепилось понятие цифровой экономики, что дает возможность говорить о растущем консенсусе среди экономистов, представителей бизнес-сообщества и правительственных организаций о возникновении нового набора правил для экономического развития.

В экономической литературе можно выделить несколько определений цифровой экономики. В книге Д. Тапскотта «Цифровая экономика: Переосмысление обещаний и опасностей в эпоху сетевого интеллекта» она была представлена как эпоха, в которой интеллектуальные машины и люди начали соединяться посредством технологий [5]. Организация экономического сотрудничества и развития в своих документах отождествляла цифровую экономику с интернет-экономикой и торговлей товарами и услугами посредством электронной коммерции в интернете⁴. Экспертами Европейской комиссии она определялась как «экономика, основанная на цифровых технологиях (иногда называемая интернет-экономикой)»⁵. Рассмотрим некоторые подходы к определению концепции «Цифровая экономика» (рис. 1).

Мы считаем, что **цифровая экономика** – это экономическая система, в основе которой лежат цифровые технологии, а ключевым фактором производства и основным активом являются данные. Она формирует новые бизнес-модели, основанные на объединении людей, организаций и машин, стимулирует появление цифровых продуктов, часто персонализированных, и приводит к стиранию географических границ, глубокому изменению всех секторов экономики и сфер жизни – от производства и потребления до труда и государственного управления.

Воздействие цифровизации и технологического прогресса на экономическое развитие носит комплексный характер и реализуется через **систему взаимосвязанных механизмов**. Ключевыми элементами данной системы выступают **цифровая инфраструктура**, определяющаяся плотностью волоконно-оптических кабелей, **цифровые технологии**, измеряемые уровнем проникновения интернета и телефонной сети, и степенью распространения **мобильных подписок**.

² OECD. 2015. OECD Digital Economy Outlook 2015. OECD Publishing, Paris. Available at: <https://doi.org/10.1787/9789264232440-en> (accessed on 01.04.2025).

³ UNCTAD. 2019. Digital Economy Report 2019. Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries. Available at: https://unctad.org/system/files/official-document/der2019_en.pdf (accessed on 18.05.2025).

⁴ OECD. 2013. The digital economy. OECD Publishing, Paris. Available at: <https://www.oecd.org/daf/competition/The-Digital-Economy-2012.pdf> (accessed on 18.04.2025).

⁵ European Commission. 2013. Expert Group on Taxation of the Digital Economy. European Commission, Brussels. Available at: http://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/good_governance_matters/digital/general_issues.pdf (accessed on 18.04.2025).



Рис. 1. Современные подходы к определению концепции «Цифровая экономика» [6]

Fig. 1. Modern approaches to the definition of the concept of "Digital Economy" [6]

Технологический прогресс, в свою очередь, активизирует **четыре основных механизма трансформации**, а именно, пространственной агломерации, координации спроса и предложения, оптимального распределения ресурсов и преобразования традиционной и новой энергетики. Совокупное функционирование этих механизмов порождает **четыре типа качественных изменений** в экономической системе: изменение эффективности, качества, динамическое изменение и спилловер-эффекты (перетекание знаний и технологий). Таким образом, цифровизация выступает как системный фактор, который не просто модернизирует отдельные отрасли, а трансформирует фундаментальные экономические процессы, оптимизируя распределение ресурсов, усиливая концентрацию активности в наиболее продуктивных кластерах, уравнивая рыночные силы и ускоряя энергетический переход. Конечным результатом этого многоуровневого воздействия является качественная трансформация экономики, проявляющаяся в росте ее общей производительности, конкурентоспособности и склонности к устойчивому инновационному развитию.

Как и предыдущий переход, от **экономики знаний**, который был отмечен в 1970-х годах, когда на смену лидирующей роли промышленности для обеспечения конкурентоспособности развитых стран вышли сектор услуг, информация и технологии [6–8], современный этап цифровой трансформации значительно усложняет традиционные методы анализа региональных различий [9]. В этих условиях цифровые платформы становятся ключевым инструментом для исследования региональных процессов, поскольку позволяют агрегировать

и анализировать большие объемы данных, обеспечивая более точное прогнозирование и управление промышленным развитием [10].

Цифровизация региональной экономики способствует ее качественному росту за счет трех ключевых трансформаций: качества, эффективности и управления [11]. Во-первых, цифровые инновации на стороне предложения повышают производительность и удовлетворенность потребителей за счет оптимизации производства и улучшения качества товаров и услуг. Во-вторых, интеграция данных с традиционными факторами производства стимулирует технологические инновации, ускоряя экономический рост. Наконец, цифровизация меняет структуру управления, способствуя более гибкому и прозрачному принятию решений.

Региональная цифровизация предполагает трансформацию социальных и экономических институтов на основе цифровых технологий [12]. Переходные процессы приводят к интеграции онлайн- и офлайн-активности, повышению эффективности бизнес-моделей и улучшению сервисов. Важную роль в этом играет государство, стимулирующее развитие цифровой инфраструктуры и создающее условия для рыночной конкуренции, поддерживая инновационную активность и оптимальное распределение ресурсов [13].

Однако, несмотря на растущее число исследований в области цифровой трансформации бизнеса [14; 15], вопрос о влиянии цифровизации на региональное промышленное развитие остается недостаточно изученным. Особую актуальность эта проблема приобретает в контексте цифрового неравенства между регионами, которое в России усугубляется слабым развитием цифровой

инфраструктуры [16]. Выявление приоритетных направлений цифровой трансформации в регионах с разным уровнем инновационного развития становится важной задачей ученых и практиков. Как показывают исследования, преимущества цифровизации наиболее очевидны в инновационно развитых регионах, где выше уровень цифровых компетенций и технологической оснащенности промышленных предприятий [17].

Таким образом, ключевым направлением дальнейших исследований должно стать определение влияния факторов цифровизации на производительность труда – как в региональной экономике в целом, так и в промышленном секторе регионов, в частности. Это позволит не только выявить ключевые драйверы роста эффективности производства, но и разработать дифференцированные стратегии цифровой трансформации для регионов с разным уровнем технологического развития. Полученные результаты могут стать основой для адресной государственной политики, направленной на сокращение цифрового разрыва и обеспечение устойчивого роста промышленности в условиях глобальной цифровизации.

Материалы и методы

Исследование проводится по регионам Российской Федерации. Для проведения исследования был выбран период – с 2010 по 2023 г. При этом для построения модели использовались данные только с 2021 г., так как показатель «цифровой зрелости» государственных услуг рассчитывается с 2021 г. Источник информации – данные Росстата. Воспользуемся методом наименьших квадратов, построением моделей с фиксированными и случайными эффектами для анализа панельных данных. Все показатели берутся по натуральному логарифму.

Для оценки влияния цифровизации и цифровых платформ в промышленности были использованы статистические данные Федеральной службы государственной статистики, находящиеся в открытом доступе. В качестве результирующих показателей модели принимается производительность труда в экономике региона в целом, рассчитываемая как отношение валового регионального продукта (ВРП) к численности занятых, и производительность труда в обрабатывающей промышленности [18].

К числу факторных показателей можно отнести следующие. Индикатором развития **инфраструктуры цифровизации и платформ** является протяженность каналов, образованных цифровыми системами передачи [19]. Физическая основа цифровизации заложена в цифровых

каналах связи – оптоволоконных, беспроводных и спутниковых сетях, образующих «кровеносную систему» цифровой экономики. Чем больше их протяженность, тем шире охват подключенных предприятий и устройств, выше скорость обмена данными и надежнее интеграция между участниками производственных цепочек. Расширение сети цифровых коммуникаций сокращает зоны с недостаточным покрытием, обеспечивая синхронизацию бизнес-процессов и повышая общую производительность.

Протяженность цифровых каналов передачи данных служит важным индикатором развития цифровой инфраструктуры и в контексте промышленных платформ. Современные цифровые платформы, а именно, промышленный интернет вещей (Internet of Things, IoT), облачные сервисы и системы предиктивной аналитики предъявляют высокие требования к инфраструктуре. Для их функционирования необходимы высокопропускные магистрали передачи больших объемов данных, низколатентные соединения для работы в режиме реального времени (например, при управлении роботизированными системами) и распределенная инфраструктура с элементами edge-вычислений и 5G-сетями в производственных цехах. Протяженность таких каналов косвенно отражает зрелость цифровой экосистемы региона: подключение компаний к скоростным сетям свидетельствует о готовности к внедрению цифровых двойников и AI-оптимизации, а охват удаленных промышленных объектов спутниковым интернетом открывает возможности дистанционного мониторинга и управления производственными процессами.

Хотя протяженность цифровых каналов является значимым показателем, она не может служить единственным критерием оценки. Не менее важными факторами выступают качество связи, включающее пропускную способность и стабильность соединения, степень реального использования подключенных устройств (далеко не все из них задействованы в рабочих процессах), а также уровень кибербезопасности, с учетом того, что риски взлома пропорционально возрастают по мере расширения сетевой инфраструктуры. Эти дополнительные параметры позволяют получить более объективную и комплексную оценку состояния цифровизации.

Еще одним факторным показателем являются затраты на внедрение и использование цифровых технологий (*expens*) [20; 21]. Рост затрат свидетельствует о переходе на новые технологические уровни, а снижение указывает на оптимизацию или отставание. Затраты на внедрение цифро-

вых технологий включают разработку и закупку программного и аппаратного обеспечения, внедрение облачных решений и платформ, модернизацию сетевой инфраструктуры и обучение персонала, адаптацию бизнес-процессов. Издержки на использование подразумевают операционные расходы – подписки на сервисы, техническую поддержку и обновление, расходы на кибербезопасность и защиту данных – и интеграцию новых решений с существующими системами. Связь между затратами и развитием инфраструктуры проявляется в следующем: чем выше инвестиции, тем масштабнее становится цифровая инфраструктура. Рост затрат отражает зрелость платформ, демонстрируя переход от локальных решений к передовым технологиям, таким, как AI-платформы.

Третий факторный показатель цифровизации и развития цифровых платформ в промышленности региона – это поддержка государства через создание благоприятной технологической среды [22; 23], в том числе с использованием отечественных решений. Показатель «цифровой зрелости» органов государственного управления регионов (*matur*), формируется на базе методики, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2021 г. № 542⁶.

Внедрение таких национальных цифровых платформ, как Государственная информационная система Жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ), Единая медицинская информационно-аналитическая система (ЕМИАС), «Современный цифровой образовательный комплекс»⁷, формируют облачные сервисы, системы анализа данных, которые могут использоваться промышленными предприятиями. Развитие региональных дата-центров и телекоммуникационных сетей для госсектора улучшает связанность промышленных объектов. Для компаний могут адаптироваться отраслевые цифровые решения, а государственные закупки отечественного программного обеспечения стимулируют развитие соответствующих секторов экономики.

⁶ Об утверждении методики расчета показателя «Цифровая зрелость» органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в сфере здравоохранения, образования, городского хозяйства и строительства, общественного транспорта, подразумевающая использование ими отечественных информационно-технологических решений: Приказ Минцифры России от 18 августа 2023 г. № 806. Официальный интернет-портал правовой информации. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400484539/> (дата обращения: 02.07.2025).

⁷ Национальный проект «Образование». Официальный сайт Министерства просвещения РФ. Режим доступа: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/> (дата обращения: 02.09.2025).

Цифровизация местной телефонной сети (*dig_tel*) может оказывать положительное влияние на цифровизацию промышленности в регионе [24; 25]. Она создает надежную инфраструктуру для передачи данных, ускоряет внедрение цифровых технологий в промышленности. Улучшенная связь и высокая скорость интернета позволяют предприятиям эффективнее использовать IoT, облачные сервисы и автоматизацию процессов. Следовательно, можно предположить, что цифровизация сети будет способствовать оптимизации производства, удаленному мониторингу оборудования и внедрению умных систем управления.

Индикаторами развития интернета в регионе могут являться показатели численности активных абонентов фиксированного широкополосного доступа [18; 26]. Для региона развитие данного доступа ускоряет цифровизацию, обеспечивает стабильный и высокоскоростной интернет. Это стимулирует внедрение цифровых платформ, улучшает доступ к онлайн-услугам, образованию и телемедицине, развитию бизнеса и госуслуг в цифровом формате. Надежная инфраструктура привлекает инвестиции в ИТ-сектор, повышает конкурентоспособность региона и уровень жизни населения.

Заключительный показатель модели влияния цифровизации на производительность труда в промышленности и экономики в целом – доля специалистов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в общей численности занятого населения (*empl_sh*). Очевидно, что чем выше этот показатель, тем больше в регионе специалистов, способных развивать и внедрять цифровые технологии. Наличие квалифицированных кадров в информационно-коммуникационном секторе экономики способствует созданию и масштабированию цифровых платформ, так как именно эти специалисты занимаются разработкой программного обеспечения, внедрением облачных решений, анализом больших данных и защитой от киберугроз. Кроме того, высокая доля занятых в ИКТ стимулирует приток инвестиций в цифровую инфраструктуру и ускоряет развитие цифровых экосистем в регионе.

Результаты исследования

Динамика и пространственное распределение производительности труда в регионах России. В качестве результирующих показателей модели была определена производительность труда в экономике региона в целом (рис. 2) и в обрабатывающей промышленности, в частности (рис. 3).

За период с 2010 по 2023 г. практически все регионы России демонстрируют рост производительности труда в экономике. Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа показывают самую высокую производительность труда, что объясняется их специализацией в высокодоходных отраслях – добыче нефти и газа. Связанные с энергоресурсами Сахалинская область и Ханты-Мансийский автономный округ тоже демонстрируют высокие показатели. Город Москва находится в числе лидеров по производительности труда по причине столичного статуса, развитой финансовой, торговой и технологической инфраструктуры.

Республики Ингушетия, Чечня и Дагестан имеют низкие показатели производительности труда, что объясняется сложной экономической ситуацией, незначительной долей промышленного производства, но высокой долей сельского хозяйства. В числе отстающих регионов Псковская и Новгородская области.

К регионам с нестабильной динамикой можно отнести Кемеровскую и Магаданскую области, Республику Коми и Еврейскую автономную область преимущественно по причине зависимости от добычи полезных ископаемых и колебаний конъюнктуры рынков угольного и нефтегазового секторов.

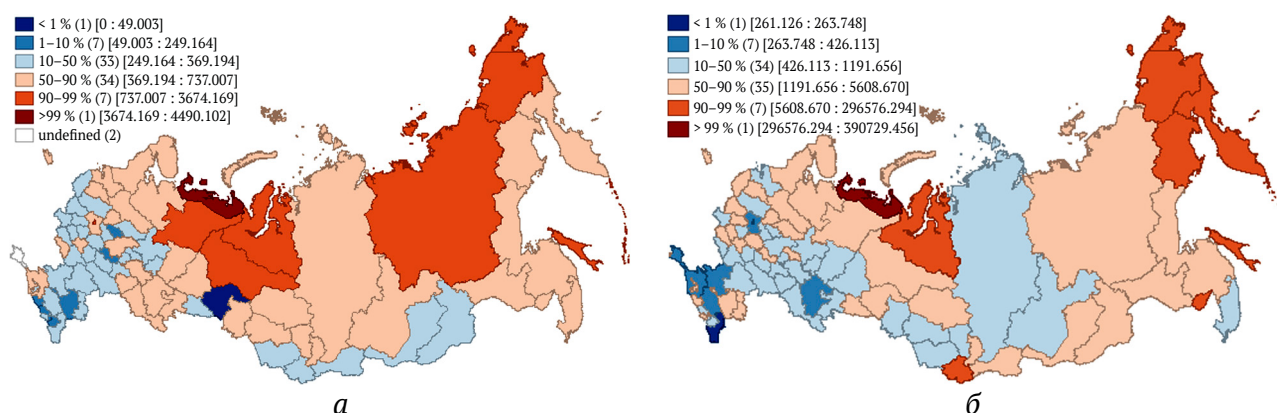


Рис. 2. Картограмма регионов России по производительности труда в экономике России в 2010 (а) и 2023 (б) гг., процентиля

Источник: построено автором по данным Росстата

Fig. 2. Cartogram of Russian regions by labor productivity in the Russian economy, 2010 (a), 2023 (b) (percentiles)

Source: by the author based on Rosstat data

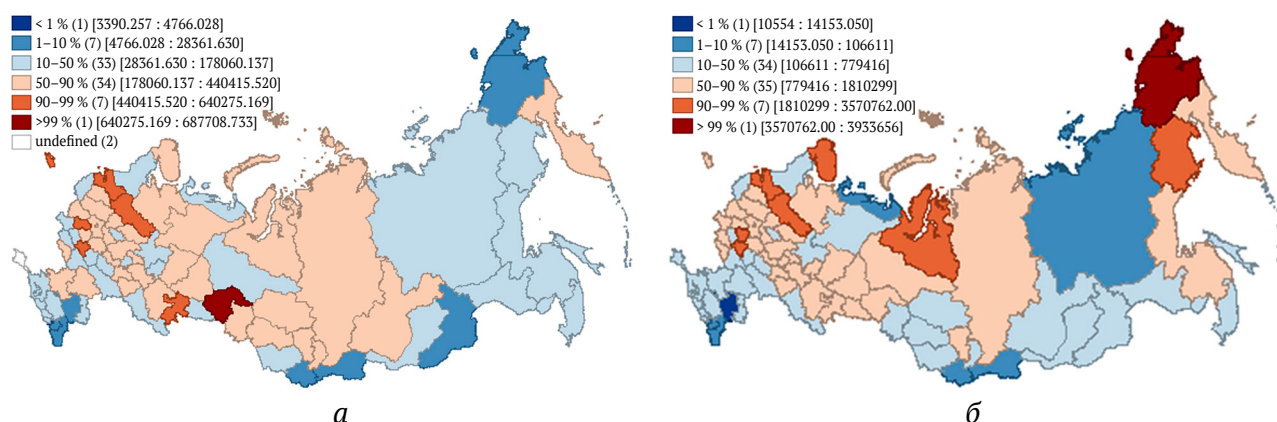


Рис. 3. Картограмма регионов России по производительности труда в обрабатывающей промышленности, процентиля, 2010, 2023 гг.: а – по уровню протяженности каналов, образованных цифровыми системами передачи; б – уровню цифровизации местной телефонной сети

Источник: построено автором по данным Росстата

Fig. 3. Cartogram of Russian regions by labor productivity in the manufacturing industry, 2010, 2023 (percentiles):

(a) by the length of channels formed by digital transmission systems;

(b) by the level of digitalization of the local telephone network

Source: by the author based on Rosstat data

Разрыв между регионами-лидерами и регионами-аутсайдерами по производительности труда сохраняется. Сырьевые регионы, такие как Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО, показали рост производительности в 2021–2023 гг. в связи с повышением цен на нефть и газ. Регионы получили сверхдоходы в 2022 г., что увеличило межрегиональное неравенство. Инфраструктурные проекты (производство сжиженного природного газа, нефтехимия) усилили концентрацию инвестиций в нефтегазовых регионах. Социально-экономическая политика не смогла сократить дисбаланс между регионами. Санкции 2022–2023 гг. не снизили разрыв, так как сырьевые регионы адаптировались через переориентацию на новые рынки.

Динамика производительности труда в российских регионах с 2010 г. продемонстрировала неравномерность экономического развития и промышленного потенциала. Крупные центры (Москва, Санкт-Петербург, Московская область) и регионы с развитой добывающей и обрабатывающей промышленностью (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа) показали высокие значения индикатора. Это объясняется концентрацией высокотехнологичных производств и инвестиций в эти субъекты. В большинстве регионов производительность труда имеет тенденцию к росту за анализируемый период. В регионах, где активно внедряются современные технологии и автоматизация, наблюдается более значительный прогресс. В целом, производительность труда как ключевой фактор конкурентоспособности регионов зависит от уровня технологического развития, структуры экономики, качества рабочей силы, инвестиционного климата и других факторов.

Факторы цифровизации и их пространственное распределение в регионах России. Выделим три группы показателей факторного воздействия цифровизации на производительность труда экономики регионов в целом, и промышленного производства, в частности:

1. Показатели инфраструктуры и доступности цифровых технологий. К ним относятся протяженность каналов, образованных цифровыми системами передачи (рис. 3, а), цифровизация местной телефонной сети (рис. 3, б) и численность активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети интернет (рис. 3, в).

2. Показатели инвестиций и внедрения цифровых технологий: затраты на внедрение и использование цифровых технологий (см. рис. 3, а) и цифровая зрелость органов власти и организаций, т.е. использование отечественных ИТ-решений (см. рис. 3, б).

3. Показатель человеческого капитала в цифровой экономике – удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения (рис. 4). Рассмотрим динамику их регионально-го размещения через построение картограмм по квантилям.

Динамика **протяженности каналов, образованных цифровыми системами передачи**, с 2010 по 2023 г. демонстрирует устойчивый рост как в целом по Российской Федерации, так и в разрезе отдельных регионов и федеральных округов. Наиболее значительный прирост наблюдался в крупных экономических центрах, таких как Москва, Санкт-Петербург, Московская область, и в регионах с активным развитием телекоммуникационной инфраструктуры, например, в Дальневосточном и Приволжском федеральных округах. Общий тренд свидетельствует о масштабной цифровизации телекоммуникационных сетей, что соответствует стратегическим целям развития отрасли связи в России. Однако неравномерность распределения ресурсов между регионами указывает на необходимость дальнейшего выравнивания уровня цифровой доступности, особенно в менее развитых субъектах.

Динамика **цифровизации первичной сети** в регионах Российской Федерации демонстрирует значительный прогресс в переходе с аналоговых на цифровые технологии передачи информации. Начиная с 2011 г., большинство регионов достигли 100 %-ного уровня цифровизации, что свидетельствует о завершении масштабной модернизации инфраструктуры связи. Однако в некоторых субъектах, таких как Амурская область и Республика Тыва, наблюдались медленные темпы роста в начальный период, но к 2023 г. они также приблизились к полной цифровизации. Федеральные округа, включая Центральный, Северо-Западный и Приволжский, демонстрируют стабильно высокие показатели, что подтверждает эффективность реализованных государственных программ. Несмотря на общий успех, отдельные регионы, например Дальневосточный федеральный округ, показывают незначительные отклонения от 100 %, что может быть связано с географическими и инфраструктурными особенностями. Таким образом, процесс цифровизации первичной сети в России считается практически завершенным, что создает основу для дальнейшего развития цифровых технологий и услуг связи.

Анализ данных о численности **активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети интернет** (на 100 чел.) по регионам Российской Федерации с 2011 г. позволяет выявить несколько ключевых тенденций. Наблюдается устойчивый рост показателя в целом

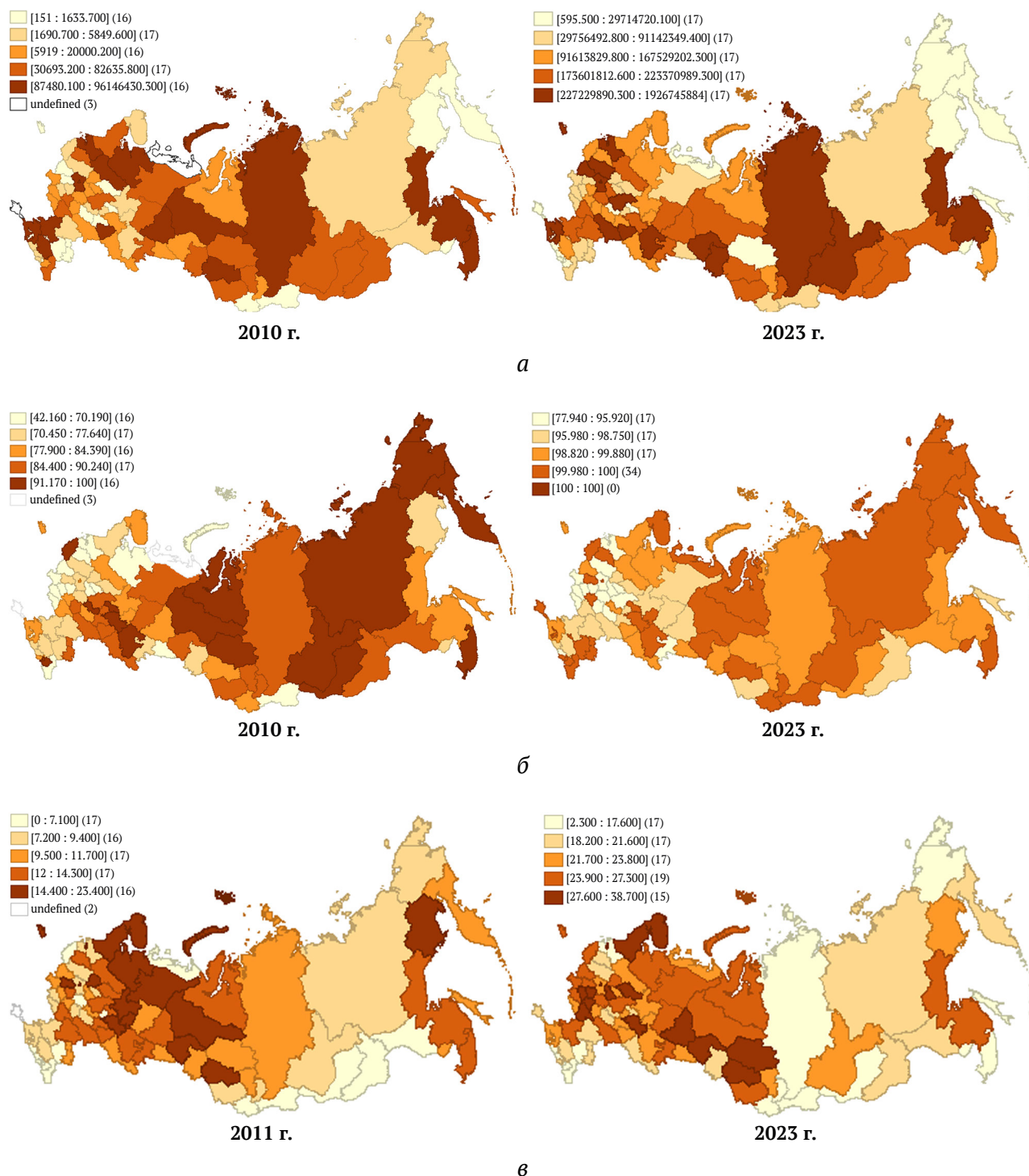


Рис. 4. Картограммы регионов России по показателям развития инфраструктуры и доступности цифровых технологий, 2010 (2011), 2023 гг., квантили: а – по протяженности каналов, образованных цифровыми системами передачи; б – уровню цифровизации местной телефонной сети; в – численности активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети интернет

Источник: построено автором по данным Росстата

Fig. 4. Cartograms of Russian regions by indicators of infrastructure development and availability of digital technologies, 2010 (2011), 2023 (quantiles): (a) by the length of channels formed by digital transmission systems; (b) by the level of digitalization of the local telephone network; (v) by the number of active subscribers to fixed broadband Internet access

Source: by the author based on Rosstat data

по стране: с 12,2 до 25,1 чел. за анализируемый период, что говорит о расширении доступности интернет-услуг. Однако уровень проникновения интернета существенно варьируется между федеральными округами. Наиболее высокие значения характерны для Центрального федерального округа (29,5 чел. в 2023 г.) и г. Москвы (35,8), тогда как наименьшее значение показателя отмечается в Северо-Кавказском федеральном округе (12,3) и отдельных регионах, таких как Республика Тыва (9,9) и Республика Алтай (13,6)⁸.

⁸ Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/emiss> (дата обращения: 18.03.2025).

Динамика роста также неравномерна. В некоторых субъектах, например в Костромской, Владимирской областях и Республике Северная Осетия-Алания, наблюдается значительный прирост (более чем в 2 раза за период), в то время как в других, таких как Красноярский край и Приморский край, значение показателя остается относительно стабильным или даже снижается.

Рассмотрим распределение среди российских регионов показателей объема инвестиций и внедрения цифровых технологий, а именно, затрат на внедрение и использование цифровых технологий и «цифровой зрелости» органов государственной власти (рис. 5).

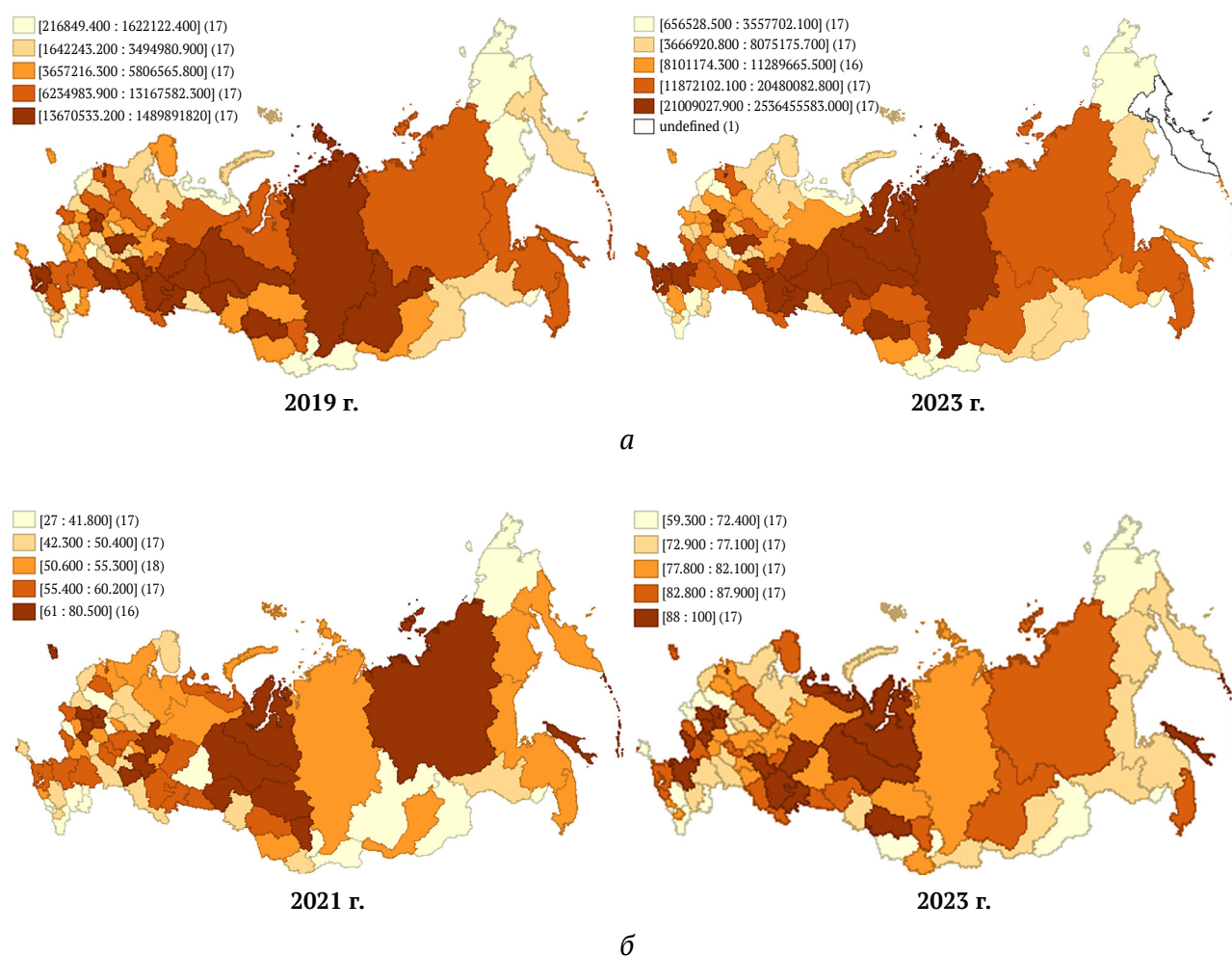


Рис. 5. Картограмма регионов России по показателям объема инвестиций и внедрения цифровых технологий, 2021, 2023 гг., квантили: а – по затратам на внедрение и использование цифровых технологий; б – «цифровой зрелости» органов государственной власти

Источник: построено автором по данным Росстата

Fig. 5. Cartogram of Russian regions by investment indicators and implementation of digital technologies, 2021, 2023 (quantiles): (a) on the costs of implementing and using digital technologies; (b) on the “digital maturity” of public authorities

Source: by the author based on Rosstat data

Анализ данных о **затратах на внедрение и использование цифровых технологий** в Российской Федерации за период с 2019 по 2023 г. демонстрирует устойчивый рост инвестиций в цифровизацию. Наибольшие объемы финансирования сосредоточены в Центральном федеральном округе, где город Москва выступает драйвером роста, обеспечивая значительную долю общероссийских затрат. При этом наблюдается положительная динамика и в других округах, таких как Северо-Западный и Приволжский, где затраты увеличиваются с каждым годом, что свидетельствует о расширении географического охвата цифровых преобразований.

Отдельного внимания заслуживает неравномерность распределения инвестиций между регионами. Крупные субъекты, например, Республика Татарстан, Санкт-Петербург и Московская область, демонстрируют высокие абсолютные значения, тогда как менее населенные регионы, например, Республика Калмыкия или Ненецкий автономный округ, имеют значительно меньшие объемы финансирования. Это указывает на наличие региональных диспропорций в развитии цифровой инфраструктуры.

Анализ данных о **цифровой зрелости органов государственной власти и местного самоуправления** субъектов Российской Федерации за 2021–2023 гг. демонстрирует устойчивую положительную динамику. Наибольшие показатели достигнуты в таких регионах, как Москва (100 %), Московская область (99 %), Белгородская область (98,3 %) и Республика Татарстан (96,9 %)⁹. Это отражает высокую степень внедрения отечественных информационно-технологических решений. В то же время ряд субъектов, таких, как Республика Дагестан (62,4 %), Чукотский автономный округ (60,9 %) и Республика Северная Осетия-Алания (59,3 %)¹⁰, несмотря на рост, остаются на более низком уровне цифро-

визации, что может быть связано с объективными региональными особенностями.

Общий тренд указывает на значительное улучшение показателей цифровой зрелости в большинстве регионов, что подтверждается средними значениями. Так, в 2021 г. многие субъекты находились в диапазоне 30–50 %, то к 2023 г. большинство из них превысило 70 %.

Рассмотрим динамику распределения ключевого факторного показателя модели – доли занятых в секторе информационно-коммуникационных технологий (**рис. 6**).

Анализ данных о доле занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения по регионам России за период с 2010 г. позволяет выявить несколько ключевых тенденций. Наиболее высокие показатели характерны для Центрального федерального округа, особенно для Москвы (3,3–4,0 %) и Московской области (2,0–3,0 %)¹¹, что свидетельствует о концентрации ИКТ-активности в столичном регионе. Северо-Западный федеральный округ, включая Санкт-Петербург (2,2–3,2 %), тоже демонстрирует относительно высокие значения, подчеркивая роль крупных городов как центров технологического развития. Наименьшие показатели наблюдаются в Северо-Кавказском и Дальневосточном федеральных округах (0,9–1,5 %)¹², что можно объяснить географической удаленностью, структурой экономики и ограниченным доступом к инфраструктуре.

Динамика изменений по годам в большинстве регионов оставалась стабильной, с незначительными колебаниями. Отдельные регионы, например, Калужская (до 3,8 %) и Новосибирская (до 3,2 %)¹³ области, выделяются устойчивым ростом, что может указывать на успешную реализацию региональных программ развития ИКТ. В целом, данные подтверждают неравномерное распределение ИКТ-занятости, обусловленное экономическими, географическими и инфраструктурными факторами.

Эконометрическое моделирование влияния факторов цифровизации на производительность труда. Для анализа влияния цифровизации на промышленное развитие регионов России за период с 2021 по 2023 г. были построены эконометрические модели. В качестве результирующих показателей использованы производительность труда в целом по экономике

⁹ «Цифровая зрелость» органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в сфере здравоохранения, образования, городского хозяйства и строительства, общественного транспорта, подразумевающая использование ими отечественных информационно-технологических решений. Показатели для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Департамент развития цифровых компетенций и образования. Режим доступа: <https://fedstat.ru/organizations/?expandId=1565257#psr1565257> (дата обращения 16.03.2025).

¹⁰ Там же.

¹¹ Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/emiss> (дата обращения: 18.03.2025).

¹² Там же.

¹³ Там же.

и отдельно по обрабатывающим производствам. Показатели для построения моделей определены по натуральному логарифму, так как их абсолютные значения сильно варьируются. В первом случае были построены три модели: по методу наименьших квадратов, с фиксированными и случайными эффектами (в контексте обобщенного метода наименьших квадратов – Generalized Least Squares, GLS) (табл. 1).

Сопоставление моделей (1–5) показало, что оптимальное отражение влияния факторов цифровизации на общую производительность труда в экономике наблюдается в модели со случайными эффектами (модель 5). Тест Бреуша–Пагана ($p < 0,0001$) отвергает нулевую гипотезу об отсутствии случайных эффектов, подтверждая адекватность модели GLS. Все переменные в целом значимы; межгрупповая (0,3769) превышает внутригрупповую (0,3235), что указывает на существенные различия между пространственными объектами.

Ключевыми факторами развития являются «Цифровая зрелость» органов государственной власти субъектов и развитие широкополосного доступа к сети интернет. Примечательно, что доля занятых в ИКТ отрицательно отражается на развитии производительности труда в экономике, что не противоречит теоретическим основам. Возможная причина такого результата – это перераспределение трудовых ресурсов без немедленного эффекта на ВРП или их избыточная концентрация в секторе.

В целом можно отметить, что для получения более устойчивых оценок целесообразно расши-

рить временной ряд и рассмотреть возможность включения дополнительных контрольных переменных, таких, как уровень образования и инвестиций в НИОКР.

Рассмотрим другую группу эконометрических моделей – формирование производительности труда в обрабатывающей промышленности (табл. 2).

Тестирование полученных моделей, как и в случае с производительностью труда в экономике регионов в целом, показало наилучший результат для модели со случайными эффектами. Она принимает во внимание как временные, так и пространственные эффекты.

Совместный тест на регрессоры доказывает значимость модели. Тест Бреуша–Пагана отвергает нулевую гипотезу о равенстве дисперсий, подтверждая использование случайных эффектов. Межгрупповая дисперсия (0,742) значительно выше внутригрупповой (0,022), что подчеркивает различия между регионами. Высокие значения тестов и низкая стандартная ошибка указывают на хорошее качество модели.

Для производительности труда в обрабатывающей промышленности значимыми переменными являются затраты на цифровые технологии, «цифровая зрелость» и число абонентов фиксированного широкополосного интернета. Увеличение затрат на 1 % приводит к росту производительности труда на 0,167 %, рост цифровой зрелости на 1 % увеличивает производительность на 0,276 %, а увеличение числа абонентов на 1 % приводит к росту производительности на 0,991 %.

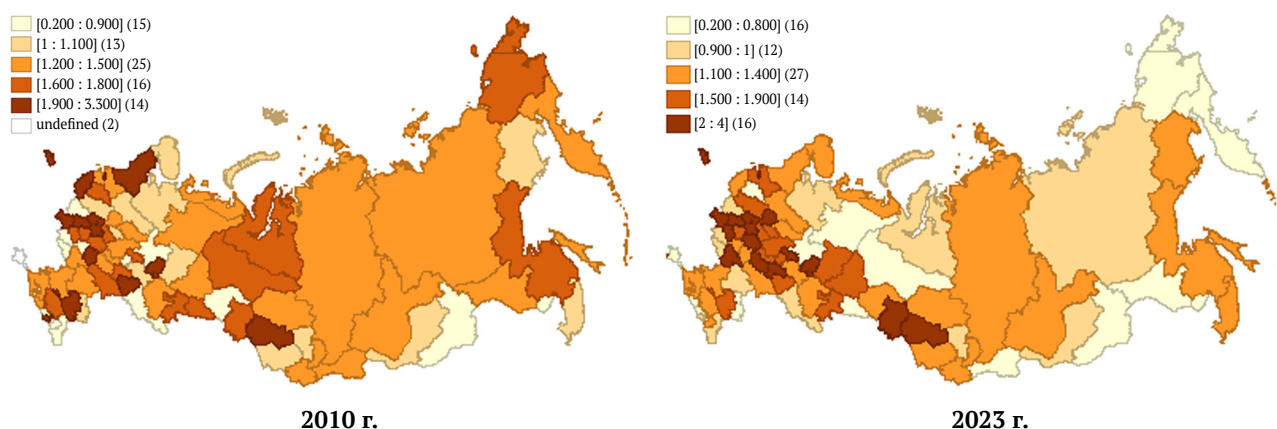


Рис. 6. Картограмма регионов России по удельному весу занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения, 2010, 2023 гг., квантили

Источник: построено автором по данным Росстата

Fig. 6. Cartogram of Russian regions by the share of people employed in the ICT sector in the total employed population, 2010, 2023 (quantiles)

Source: by the author based on Rosstat data

Все значимые переменные связаны с цифровизацией, что подтверждает ее важность для роста производительности труда. Наибольшее влияние оказывает широкополосный интернет, подчеркивая ключевую роль инфраструктуры, и позволяет рекомендовать региональным органам управления осуществлять инвестиции в этом направлении. Высокое значение «цифровой зрелости» указывает на необходимость

продолжения работы по внедрению цифровых решений в госсекторе и социальной сфере. Затраты на технологии значимы, но в меньшей мере влияют на производительность труда в обрабатывающей промышленности. Это подводит к рекомендации о проведении анализа эффективности расходов на цифровые технологии для максимизации их влияния на производительность и оптимизации.

Таблица 1 / Table 1

Модели влияния факторов цифровизации на производительность труда экономики регионов России в 2021–2023 гг.

Models of the influence of digitalization factors on labor productivity of the economy of Russian regions in 2021–2023

Переменная	Модели влияния факторов цифровизации на производительность труда				
	Модель 1 (МНК)	Модель 2 (МНК)	Модель 3 (фиксированные эффекты)	Модель 4 (случайные эффекты GLS)	Модель 5 (случайные эффекты GLS)
Const	–1,293 (3,196)	–3,591 (3,426)	8,331* (4,866)	3,535 (4,47)	4,647*** (0,688)
Протяженность каналов, образованных цифровыми системами передачи (<i>Ln_channels</i>)	–0,131 (0,091)		0,102 (0,133)	–0,123*** (0,040)	
Затраты на внедрение и использование цифровых технологий (<i>Ln_expens</i>)	0,008 (0,067)		0,173 (0,372)	0,012 (0,07)	
Цифровая зрелость органов государственной власти и местного самоуправления (<i>Ln_matur</i>)	0,364 (0,225)	0,352* (0,211)	0,138 (0,245)	0,329* (0,182)	0,332* (0,183)
Цифровизация местной телефонной сети (<i>Ln_dig_tel</i>)	1,674** (0,711)	1,797*** (0,680)	–2,505 (1,612)	0,605 (0,979)	
Число активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет (<i>Ln_fixed_br</i>)	0,570*** (0,155)	0,428*** (0,140)	1,755 (1,227)	0,573*** (0,19)	0,448*** (0,124)
Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения (<i>Ln_empl_sh</i>)	–0,409** (0,163)	–0,448*** (0,145)	–0,369 (0,293)	–0,433*** (0,125)	–0,473*** (0,194)
<i>Диагностические тесты</i>					
F-test F (6, 84) = 4,4188		6,5695			
Тест Бреуша–Пагана Хи-квадрат (1)				52,1544	70,7573
Тест Уэлча			F (84, 57,5) = 27,035		
Число наблюдений	254	255	254	254	

Примечание. В скобках указана стандартная ошибка. МНК – метод наименьших квадратов. Уровень значимости: * – 10%, ** – 5%, *** – 1 %.

Источник: рассчитано автором по данным Росстата

Source: calculated by the author based on Rosstat data

Таблица 2 / Table 2

**Модели влияния факторов цифровизации на производительность труда
обрабатывающей промышленности регионов России в 2021–2023 гг.**

Models of the influence of digitalization factors on labor productivity in the manufacturing industry
of Russian regions in 2021–2023

Переменная	Модели влияния факторов цифровизации на производительность труда				
	Модель 6 (МНК)	Модель 7 (МНК)	Модель 8 (фиксированные эффекты)	Модель 9 (случайные эффекты GLS)	Модель 10 (случайные эффекты GLS)
Const	10,724* (5,589)	3,788** (1,815)	11,027*** (1,791)	8,157*** (1,584)	6,379*** (1,297)
Протяженность каналов, обра- зованных цифровыми системами передачи (<i>Ln_channels</i>)	0,026 (0,1)		–0,085 (0,054)	–0,029 (0,062)	
Затраты на внедрение и исполь- зование цифровых технологий (<i>Ln_expens</i>)	0,162 (0,115)	0,192** (0,096)	0,081 (0,108)	0,177** (0,089)	0,167** (0,082)
Цифровая зрелость органов го- сударственной власти и местно- го самоуправления (<i>Ln_matur</i>)	0,655** (0,276)	0,573** (0,257)	0,424*** (0,099)	0,295*** (0,077)	0,276*** (0,073)
Цифровизация местной теле- фонной сети (<i>Ln_dig_tel</i>)	–1,561 (1,311)		0,084 (0,246)	–0,343 (0,368)	
Число активных абонентов фиксированного широкополос- ного доступа к сети Интернет (<i>Ln_fixed_br</i>)	1,255*** (0,25)	1,311*** (0,26)	0,087 (0,331)	1,016*** (0,211)	0,991*** (0,205)
Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности заня- того населения (<i>Ln_empl_sh</i>)	0,087 (0,175)		–0,038 (0,078)	–0,002 (0,073)	
<i>Диагностические тесты</i>					
F-test	F (6, 84) = 8,765		16,646		
Тест Бреуша–Пагана Хи-квадрат (1)				200,818	202,088
Тест Уэлча			F (84, 56,0) = 115,341		
Число наблюдений	252	255	252	252	252

Примечание. В скобках указана стандартная ошибка. Уровень значимости: * – 10%, ** – 5%, *** – 1 %.

Источник: рассчитано автором по данным Росстата

Source: calculated by the author based on Rosstat data

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить ключевые факторы цифровизации, влияющие на производительность труда в региональной экономике и промышленности России. Анализ подтвердил, что цифровая трансформация играет значительную роль в повышении эффективности производства, однако степень ее воздействия варьируется в зависимости от уровня развития регионов и отраслевой специфики.

Наиболее существенное влияние на производительность труда в обрабатывающей промышленности оказывают развитие широкополосного интернета, уровень цифровой зрелости государственных органов и инвестиции в цифровые технологии. Увеличение числа абонентов фиксированного интернета приводит к росту производительности, цифровая зрелость органов власти демонстрирует значимый положительный эффект.

Рекомендации для региональной политики включают необходимость приоритетного развития цифровой инфраструктуры, особенно в отстающих регионах, для снижения межрегионального неравенства. Это требует расширения покрытия территорий высокоскоростным интернетом и модернизации телекоммуникационных сетей. Также необходимо стимулировать «цифровую зрелость» предприятий и государственных учреждений через внедрение отечественных платформ и облачных решений и обучение кадров. Оптимизация затрат на цифровизацию должна осуществляться с акцентом на проекты с высокой отдачей, такие как промышленный IoT

и предиктивная аналитика. Кроме того, важна поддержка межрегионального взаимодействия для обмена лучшими практиками, особенно между инновационными и сырьевыми регионами для обеспечения диффузии технологий.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным анализом отраслевых различий, учетом дополнительных факторов (например, уровня образования и НИОКР) и оценкой долгосрочных эффектов цифровизации в условиях санкций и импортозамещения. Реализация этих мер будет способствовать устойчивому росту производительности труда и сокращению цифрового разрыва между регионами.

Список литературы / References

1. Квинт В.Л., Середюк И.В. Стратегическая оценка соответствия открытых диффузных агломераций глобальным, национальным и региональным трендам (на примере агломераций Кемеровской области – Кузбасса). *Экономика промышленности*. 2025;18(1):7–23. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-1-1435>
2. Kvint V.L., Seredyuk I.V. Strategic assessment of the compliance of open diffuse agglomerations with global, national and regional trends (Kemerovo region – Kuzbass agglomerations case study). *Russian Journal of Industrial Economics*. 2025;18(1):7–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-1-1435>
3. Bekbergeneva D.E. Digital platforms as a key tool for the transformation of regional economy. *International Journal of Economics and Business Administration*. 2020;8(1):33–38. <https://doi.org/10.35808/ijeba/501>
4. Rastvortseva S., Kameneva E. Development of national specialization in 5G technologies within the European Union. *Journal of Economic Structures*. 2024;13(1):1–21. <https://doi.org/10.1186/s40008-024-00334-1>
5. Растворцева С.Н., Ченцова А.С., Усманов Д.И. Обзор исследований влияния международных интеграционных процессов на социально-экономическое неравенство регионов. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2014;(5):156–160. Rastvortseva S.N., Chentsova A.S., Usmanov D.I. Review of studies on the impact of international integration processes on socio-economic inequality of regions. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2014;(5):156–160. (In Russ.)
6. Tapscott D. *The digital economy: Rethinking Promise and peril in the age of networked intelligence*. 2nd ed. McGraw-Hill; 2014. 413 p.
7. Shakeyev S.S., Nevmatulina K.A., Vladimirov Z. Theoretical foundations and main stages of the transformation of the digitalization of the economy. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya Ekonomika*. 2021;104(4):85–93. <https://doi.org/10.31489/2021Ec4/85-93>
8. Machlup E. *The production and distribution of knowledge in the United States*. Princeton, N.J.: Princeton University Press; 1977. 436 p.
9. Porat M.U. *The information economy: Definition and measurement*. Special Publication No. 77-12(1). U.S. Department of Commerce, Office of Telecommunications, Washington, D.C. 1977.
10. Acs Z.J. The global digital platform economy and the region. *The Annals of Regional Science*. 2023;70(1):101–133. <https://doi.org/10.1007/s00168-022-01154-6>
11. Akberdina V., Kozonogova E., Dubrovskaya Y. Digital platforms for regional economic research: A review and methodology proposal. *R-Economy*. 2023;9(1):52–72. <https://doi.org/10.15826/recon.2023.9.1.004>
12. Husaini D.H., Lean H.H. Digitalization and energy sustainability in ASEAN. *Resources, Conservation and Recycling*. 2022;184:106377. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106377>
13. Allam Z., Jones D.S. Future (post-COVID) digital, smart and sustainable cities in the wake of 6G: Digital twins, immersive realities and new urban economies. *Land Use Policy*. 2021;101:105201. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105201>
14. Luo C., Wei D., Su W., Lu J. Association between regional digitalization and high-quality economic development. *Sustainability*. 2023;15(3):1909. <https://doi.org/10.3390/su15031909>
15. Sanchez-Riofrio A.M., Lupton N.C., Rodríguez-Vásquez J.G. Does market digitalization always benefit firms? The Latin American case. *Manage-*

- ment Decision. 2022;60(7):1905–1921. <https://doi.org/10.1108/MD-01-2021-0117>
15. Wen H., Wen C., Lee C.C. Impact of digitalization and environmental regulation on total factor productivity. *Information Economics and Policy*. 2022;61:101007. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2022.101007>
 16. Antipina O., Kireeva E., Ilyashevich N., Odoeva O. Digitalization of regional economies in the context of innovative development of the country. In: Gibadullin A. (ed.). *Digital and information technologies in economics and management. DITEM 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 432. Springer, Cham.; 2022. P. 224–235.
 17. Demin S., Mikhaylova A., Pyankova S. Digitalization and its impact on regional economy transformation mechanisms. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2023;14(1):377–390. <https://doi.org/10.1007/s13198-022-01806-y>
 18. Gelvanovska N., Rogy M., Rossotto C.M. *Broadband networks in the Middle East and North Africa: Accelerating high-speed internet access*. World Bank Publications; 2014. 219 p.
 19. Di Silvestre M.L., Favuzza S., Sanseverino E.R., Zizzo G. How Decarbonization, Digitalization and Decentralization are changing key power infrastructures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018;93:483–498. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.068>
 20. Shahadat M.H., Nekmahmud M., Ebrahimi P., Fekete-Farkas M. Digital technology adoption in SMEs: what technological, environmental and organizational factors influence in emerging countries? *Global Business Review*. 2023;26(2):09721509221137199. <https://doi.org/10.1177/09721509221137199>
 21. Braglia M., Gabbrielli 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;200:1626–1635. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.363>
 22. Zaborovskaia O., Nadezhina O., Avduevskaya E. The impact of digitalization on the formation of human capital at the regional level. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2020;6(4):184. <https://doi.org/10.3390/joitmc6040184>
 23. Zhang J., Lyu Y., Li Y., Geng Y. Digital economy: An innovation driving factor for low-carbon development. *Environmental Impact Assessment Review*. 2022;96:106821. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106821>
 24. Bürgin R., Mayer H. Digital periphery? A community case study of digitalization efforts in swiss mountain regions. In: Patnaik S., Sen S., Mahmoud M. (eds.). *Smart village technology. Modeling and optimization in science and technologies*. Vol. 17. Springer, Cham; 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37794-6_4
 25. Malecki E.J. Digital development in rural areas: potentials and pitfalls. *Journal of Rural Studies*. 2003;19(2):201–214. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(02\)00068-2](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(02)00068-2)
 26. Hanafizadeh M.R., Saghaei A., Hanafizadeh P. An index for cross-country analysis of ICT infrastructure and access. *Telecommunications Policy*. 2009;33(7):385–405. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.03.008>

Информация об авторе

Светлана Николаевна Растворцева – д-р экон. наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 119017, Москва, ул. Малая Ордынка, д. 17/16, Российская Федерация; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 125167, Москва, Ленинградский просп., д. 49/2, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1599-359X>; e-mail: SRastvortseva@gmail.com

Information about the author

Svetlana N. Rastvortseva – Dr.Sci. (Econ.), Professor, HSE University, 17/1 Malaya Ordynka Str., Moscow 119017, Russian Federation; Financial University under the Government of the Russian Federation, 49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1599-359X>; e-mail: SRastvortseva@gmail.com

Поступила в редакцию 20.04.2025; поступила после доработки 09.09.2025; принята к публикации 10.09.2025

Received 20.04.2025; Revised 09.09.2025; Accepted 10.09.2025