

Научная статья
DOI: 10.37791/2687-0657-2026-20-2-102-121
EDN: GFVAGC

ГРНТИ 06.61.33
БАК 5.2.3
УДК 332.1

Цифровая трансформация регионов Центрального федерального округа: динамика, кластеры и экономические эффекты (2018–2025)

Н. В. Яковенко^{1*}, А. Ю. Небесная¹

¹Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия
**n.v.yakovenko71@gmail.com*

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу цифровой зрелости 18 субъектов Центрального федерального округа на основе интегрального рейтинга «Цифровая зрелость регионов РФ» (апрель 2025 г.). В отличие от существующих исследований, которые либо ограничиваются описанием отраслевых индикаторов, либо не верифицируют композитные индексы объективными статистическими данными, авторы впервые для ЦФО применяют девятикомпонентную структуру индекса (цифровая инфраструктура, электронные госуслуги, умный город, здравоохранение, образование, проекты искусственного интеллекта, открытые данные, экономика и инновации, коммуникации) и проводят эмпирическую верификацию с использованием показателей Росстата (патентная активность, инновационная активность, доля организаций с широкополосным доступом) и рейтинга ИКТ-бюджетов CNews Analytics. Анализируется распределение регионов по уровню цифровой зрелости, выявляется устойчивая поляризация: разрыв между лидером (г. Москва, 95 баллов) и аутсайдерами (Тамбовская и Тверская области, 36 баллов) составляет 59 баллов, или 2,6 раза. Исследование с использованием кластерного анализа k-средних по девяти показателям выявило четыре группы регионов: лидеры (А), инновационно-активные (В), догоняющие (С) и отстающие (D). Обнаружена сильная положительная корреляция между уровнем цифровой зрелости и ВРП на душу населения (коэффициент Спирмена 0,89), а также с миграционным приростом (0,71). Регрессионный анализ (OLS, $R^2 = 0,86$) показал, что каждый дополнительный балл в индексе цифровой зрелости увеличивает ВРП на душу населения на 3,56% с учетом инвестиций и численности населения. Сравнение с индексом «Цифровая Россия» (2018) показало высокую стабильность позиций регионов ($\rho = 0,85$), что указывает на сохранение цифрового неравенства на протяжении семи лет. Предложенные дифференцированные меры региональной политики для каждой группы могут быть напрямую применены государственными органами при разработке и корректировке программ цифровой трансформации и распределения бюджетных средств.

Ключевые слова: цифровая зрелость, Центральный федеральный округ, интегральный индекс, кластерный анализ, цифровое неравенство, индекс «Цифровая Россия»

Для цитирования: Яковенко Н. В., Небесная А. Ю. Цифровая трансформация регионов Центрального федерального округа: динамика, кластеры и экономические эффекты (2018–2025) // Современная конкуренция. 2026. Т. 20. №2. С. 102–121. DOI: 10.37791/2687-0657-2026-20-2-102-121.

© Яковенко Н. В.,
Небесная А. Ю.,
2026.

Статья доступна на условиях простой (неисключительной) лицензии, которая является безвозмездной, предоставляется на срок действия исключительного права и действует по всему миру. Данная лицензия предоставляет любому лицу право копировать и распространять материал на любом носителе и в любом формате и создавать производные материалы, видеоизменять и преобразовывать материал при условии указания авторов, названия статьи, журнала, его года и номера (в том числе посредством указания DOI).

Research article

DOI: 10.37791/2687-0649-2026-20-2-102-121

Digital Transformation of the Regions of the Central Federal District: Dynamics, Clusters and Economic Effects (2018–2025)

N. Yakovenko^{1*}, A. Nebesnaya¹

¹*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia*

**n.v.yakovenko71@gmail.com*

Abstract. The article is devoted to a comprehensive analysis of the digital maturity of 18 constituent entities of the Central Federal District based on the integral rating "Digital Maturity of Russian Regions" (April 2025). Unlike existing studies that either limit themselves to describing sectoral indicators or do not verify composite indices with objective statistical data, the authors, for the first time for the CFD, apply a nine-component index structure (digital infrastructure, e-government services, smart city, healthcare, education, artificial intelligence projects, open data, economy and innovation, communications) and conduct empirical verification using Rosstat indicators (patent activity, innovation activity, share of organizations with broadband access) and the CNews Analytics ICT budgets rating. The distribution of regions by digital maturity level is analyzed, revealing a persistent polarization: the gap between the leader (Moscow, 95 points) and the laggards (Tambov and Tver oblasts, 36 points) is 59 points, which is 2.6 times. Using k-means clustering based on the nine components, four typological groups are identified: leaders (cluster A), innovation-active (cluster B), catching-up (cluster C), and lagging (cluster D). Spearman's correlation coefficient between the digital maturity index and GRP per capita was 0.89 ($p < 0.001$), and with net migration – 0.71 ($p = 0.001$). Regression analysis (OLS, $R^2 = 0.86$) showed that a one-point increase in the index is associated with a 3.56% increase in GRP per capita, controlling for investment and population size. Comparison with the Digital Russia index (SKOLKOVO, 2018) revealed high rank stability ($\rho = 0.85$), indicating the persistence of structural digital inequality over seven years. The article has practical significance, as the proposed regional policy measures (differentiated by cluster) can be directly used by public authorities in developing and adjusting digital transformation programs for the constituent entities of the Russian Federation, as well as in the allocation of intergovernmental transfers.

Keywords: digital maturity, Central Federal District, integral index, cluster analysis, digital inequality, Digital Russia index

For citation: Yakovenko, N., & Nebesnaya, A. (2026). Digital Transformation of the Regions of the Central Federal District: Dynamics, Clusters and Economic Effects (2018–2025). *Journal of Modern Competition*, 20(2), 102–121. <https://doi.org/10.37791/2687-0657-2026-20-2-102-121>

The article is available under a simple (non-exclusive) license, which is royalty-free, provided for the duration of the exclusive right, and is valid worldwide. This license grants any person the right to copy and distribute the material on any medium and in any format, and to create derivative materials, modify, and transform the material, provided that the authors, the article title, the journal, its year, and issue are credited (including by specifying the DOI).

© Yakovenko N.,
Nebesnaya A., 2026.

Введение

Цифровая трансформация хозяйственной и социальной сфер является одним из ключевых направлений государственной политики России. Применение системного подхода к цифровой трансформации, нашедшее отражение в проекте «Экономика данных и цифровая трансформация государства», призвано обеспечить преемственность и стимулировать дальнейшее развитие цифровых технологий на всех уровнях управления. Осознание необходимости мониторинга реализации данного проекта на региональном уровне становится первоочередной задачей. Несмотря на унифицированные стратегические установки, сформулированные на федеральном уровне, субъекты Российской Федерации демонстрируют значительную вариативность в темпах и масштабах имплементации цифровых решений, что представляет потенциальный риск углубления существующих межрегиональных диспропорций. ЦФО выступает ключевым объектом исследования в контексте процессов цифровой трансформации. Являясь локомотивом экономического развития страны, регион одновременно характеризуется высоким уровнем дифференциации социально-экономических показателей. В его составе выделяется Москва – признанный центр финансово-технологического и инновационного развития. В то же время Московская область находится в состоянии тесной интеграции со столицей, а оставшиеся 16 областей демонстрируют существенные расхождения по таким параметрам, как уровень доходов, инвестиционная привлекательность и эффективность управленческих практик. Подобная гетерогенность создает благодатную почву для анализа степени охвата цифровизацией различных типов регионов и выявления факторов, обуславливающих их лидерство или отставание.

Для количественной оценки процессов цифровизации были разработаны специализи-

рованные инструментари. Так, в 2018 г. Московская школа управления «Сколково» представила индекс «Цифровая Россия», базирующийся на открытых данных и семи субиндексах, что позволило провести сопоставимую оценку цифрового развития всех 85 регионов. Спустя семь лет, в 2025 г., Ассоциация «Регионы XXI век» представила новый интегральный рейтинг цифровой зрелости, охватывающий девять ключевых направлений – от искусственного интеллекта до управления открытыми данными.

Несмотря на наличие официальной статистики ведомств и профильных рейтингов, фундаментальных трудов обобщающего характера, синтезирующих оценку уровня цифровой трансформации регионов на базе объективных сведений Росстата и открытых статей бюджета на ИКТ, а также изучающих связанную с этим экономическую отдачу, крайне мало. Это свидетельствует о необходимости более детального и разностороннего исследования, которое бы учитывало не только численные индикаторы, но и качественные аспекты цифровых преобразований, в том числе и их фактическое влияние на региональные социально-экономические процессы. Изучение особенностей ЦФО, отличающегося значительной внутренней неоднородностью, может стать ценным источником для разработки действенных стратегий цифровизации, учитывающих региональную специфику и способствующих сокращению межрегионального разрыва.

Цель исследования заключается в проведении на основе рейтинга 2025 г. комплексного анализа цифровой зрелости регионов ЦФО, выявлении ее связи с макроэкономическими показателями (ВРП на душу населения, инвестиции в основной капитал, миграционный прирост), выделении кластеров, а также в сопоставлении полученных результатов с индексом «Цифровая Россия» 2018 г. для оценки долгосрочных трендов. Для достижения цели требуется описать структуру и методологию рейтинга цифровой зрело-

сти 2025 г.; провести верификацию индекса с привлечением объективных статистических данных (включая ИКТ-бюджеты, патенты и инновационную активность); выполнить кластерный анализ регионов ЦФО по девяти компонентам индекса; оценить корреляцию индекса с валовым региональным продуктом на душу населения, миграционным приростом и другими экономическими индикаторами; сравнить итоговые показатели с индексом «Цифровая Россия» 2018 г.; сформулировать рекомендации для региональной политики.

Обзор литературы

В научной литературе по цифровой трансформации регионов сложилось несколько ключевых направлений: методология интегральной оценки цифровой зрелости, анализ инфраструктурных и финансовых условий, роль человеческого капитала, вопросы безопасности и стратегического планирования, а также отраслевые и прикладные аспекты.

Под *цифровой трансформацией* региона в данном исследовании понимается комплексный процесс внедрения цифровых технологий во все сферы региональной экономики и социальной жизни, сопровождающийся изменением бизнес-моделей, управленческих практик и механизмов взаимодействия государства, бизнеса и граждан. *Объектом исследования* выступают 18 субъектов ЦФО, рассматриваемые с точки зрения их цифровой зрелости – интегральной характеристики, отражающей степень готовности и фактический уровень внедрения цифровых решений в ключевых отраслях и функциях регионального управления.

Для построения интегральных индексов наиболее авторитетным инструментом служит рейтинг Ассоциации «Регионы XXI век»¹

¹ Рейтинг цифровизации и внедрения ИИ в регионах России (январь–апрель 2025 года) // Регионы России. URL: <https://rrmag.ru/2025/05/19/rejting-czifrovizaczii>

охватывающий девять сфер – от цифровой инфраструктуры до проектов искусственного интеллекта и открытых данных. Он выступает комплексным измерителем готовности субъектов РФ к внедрению цифровых технологий и их интеграции в социально-экономическую жизнь. Методологически близкий подход реализован в индексе «Цифровая Россия» [3], базирующемся на анализе открытых источников. Значительное место в исследованиях отводится совершенствованию унифицированных методик, сочетающих количественные и качественные показатели многогранного процесса цифровизации. В центре внимания – доступность и качество цифровых услуг, уровень цифровой грамотности населения, эффективность использования цифровых технологий в госуправлении и бизнесе. Помимо этого, изучаются инфраструктурные и финансовые драйверы: развитие телекоммуникационной сети, доступ к высокоскоростному интернету, наличие дата-центров, объемы инвестиций в цифровые проекты.

Государственная поддержка и частные вложения играют решающую роль в ускорении преобразований. Объективные данные для верификации композитных индексов предоставляют рейтинг ИКТ-бюджетов CNews Analytics² и статистический сборник Росстата [7]. В работе И. Б. Рачковско-го и А. Р. Яковлева [6] предложены подходы к оценке эффективности цифровой трансформации. В. К. Крутиков, Е. В. Меркулова, С. М. Федин [5] трактуют технологии цифровой экономики как драйверы инновационной трансформации сферы услуг региона. П. Цяо [10] исследует влияние информационных бизнес-систем на экономический

i-vnedreniya-ii-v-regionah-rossii-yanvar-aprel-2025-goda/ (дата обращения: 20.05.2026).

² CNews: Рейтинг ИКТ-бюджетов регионов РФ 2025 // CNews. URL: <https://www.cnews.ru/tables/724830bbc86f65d320beb7bb31a1ed4f250a28c2> (дата обращения: 20.05.2026).

рост регионов. Е. А. Стрябкова с соавторами [8] оценивают пространственную неоднородность распределения человеческого капитала в условиях цифровой трансформации. О. А. Khalero и N. Yu. Omarova [15] предлагают модель подготовки квалифицированных кадров для региональной экономики. А. Е. Вологин [1] характеризует новые возможности и вызовы, порождаемые цифровой трансформацией для региональных систем. И. В. Вякина и Е. С. Анисимова [2] анализируют перспективы и риски этого процесса в контексте безопасности пространственного развития России. Л. П. Федорова и П. Ю. Ремнев [9] разрабатывают методический инструментарий оценки инфраструктуры цифровой трансформации как фактора безопасного развития региона. Д. Н. Котовенко и А. П. Вельдяев [4] исследуют роль децентрализованных решений в стратегическом планировании регионов. Т. А. Polyakova, V. B. Naumov, A. V. Minbaleev [22] поднимают проблему доверия к праву в условиях цифровой трансформации.

S. V. Agafonova с соавторами [11] рассматривают цифровую трансформацию образования для устойчивого развития Каспийского региона. V. N. Yerшов и др. [23] оценивают качество преподавания в высшей школе. R. A. Baryshev et al. [14] анализируют трансформацию университетских библиотек. R. R. Akhupov et al. [12] изучают нефтегазовые регионы России в период пандемии COVID-19. V. V. Bakharev et al. [13] связывают цифровую трансформацию с эволюцией продовольственной безопасности и социальным предпринимательством. Yu. Khotich, A. Cha, A. K. Zakharov [16] обобщают практики цифровой трансформации в российском бизнесе. G. B. Korovin [17] предлагает архитектуру агент-ориентированной модели для цифровой трансформации промышленного комплекса региона. D. Leroge и F. Coacci [18] дают сравнительный анализ посредников, стимулирующих цифровую трансформацию малого и среднего предпринимательства

(на примере Италии и РФ). А. Mayakova [19] исследует цифровую трансформацию современного менеджмента качества. L. Narkevich [20] описывает цифровую трансформацию информационно-аналитической системы антикризисного управления. S. A. Pilyak [21] анализирует трансформацию интерпретации культурного наследия под влиянием цифровых технологий.

Таким образом, представленные источники охватывают широкий спектр аспектов цифровой трансформации регионов – от макроуровневых интегральных оценок до микроуровневых отраслевых моделей. Наиболее релевантными для настоящего исследования являются работы, посвященные интегральным индексам [2, 5], верификации на объективных статистических данных [9, 10], анализу пространственной неоднородности [2, 9], а также оценке экономических эффектов цифровизации [8, 11].

Материалы и методы

Источники данных

Эмпирическую базу исследования составили официальные статистические данные, аналитические рейтинги и результаты предыдущих научных изысканий. Информационной основой расчета интегрального индекса цифровой зрелости послужил рейтинг Ассоциации «Регионы XXI век» по состоянию на апрель 2025 г., содержащий балльные оценки 85 субъектов Российской Федерации по девяти направлениям цифрового развития. Для целей настоящей работы из указанного массива были выделены показатели 18 регионов ЦФО.

Выбор округа обусловлен его ключевой ролью в экономике страны (на ЦФО приходится около 35% ВРП России), а также максимальной внутренней неоднородностью, что позволяет выявить наиболее полный спектр уровней цифровой зрелости – от региона-лидера (Москва) до глубоких аутсайдеров. Все

18 субъектов, входящие в состав ЦФО на момент проведения исследования, включены в анализ без дополнительной фильтрации, что обеспечивает репрезентативность результатов для данного округа.

Верификация индекса осуществлялась с использованием данных Федеральной службы государственной статистики (Росстата) за 2024 г., включающих сведения о доле организаций, применяющих персональные компьютеры и широкополосный доступ к сети Интернет, о патентной активности, уровне инновационной активности организаций, а также о цифровизации домохозяйств и населения (обеспеченность компьютерами, доступом к интернету, широкополосным доступом, а также доля населения, использующего интернет ежедневно). Дополнительным источником выступил рейтинг ИКТ-бюджетов регионов, подготовленный аналитическим центром CNews Analytics по итогам 2025 г., с пересчетом абсолютных расходов на душу населения. Для анализа динамики цифровой трансформации привлечены результаты индекса «Цифровая Россия» (Московская школа управления «Сколково», 2018) – значения субиндексов и итоговых баллов всех регионов, опубликованные в приложениях к методологии. Социально-экономические характеристики регионов (валовой региональный продукт на душу населения, инвестиции в основной капитал на душу населения, численность населения, миграционный прирост) получены из ежегодных статистических сборников Росстата за 2023–2024 гг.

Интегральный индекс цифровой зрелости (2025)

Интегральный индекс цифровой зрелости ЦЗ_{*i*} для региона *i* представляет собой взвешенную сумму баллов по девяти направлениям и измеряется в интервале от 0 до 100 баллов. Расчет осуществляется по формуле

$$\text{ЦЗ}_i = \sum_{j=1}^9 w_j \cdot x_{ij}, \quad (1)$$

где x_{ij} – нормированный балл региона *i* по *j*-му направлению;

w_j – весовой коэффициент, соответствующий максимально возможному баллу по данному направлению.

Значения весов распределены следующим образом: цифровая инфраструктура – 10, электронные государственные услуги – 15, умный город – 10, цифровое здравоохранение – 10, цифровое образование – 10, проекты в области искусственного интеллекта – 10, открытые данные – 5, экономика и инновации – 15, коммуникации – 15. Сумма всех весовых коэффициентов равна 100, что обеспечивает интерпретацию итогового балла как процента от максимально возможного уровня цифровой зрелости.

Методы анализа

Для проверки статистических гипотез о наличии связи между интегральным индексом цифровой зрелости и экономическими показателями применен корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ). Выбор данного коэффициента обусловлен отклонением распределений исследуемых переменных от нормального закона, а также наличием потенциальных выбросов в данных. Типологизация регионов ЦФО по уровню и структуре цифровой зрелости выполнена методом кластерного анализа, а именно алгоритмом *k*-средних. Входным признаковым пространством выступили девять компонент интегрального индекса. Оптимальное число кластеров определено на основе двух критериев: метода «локтя» (анализ суммы квадратов внутригрупповых расстояний) и силуэтного коэффициента. Для оценки динамики цифрового развития за семилетний период проведен сравнительный анализ рангов регионов ЦФО, полученных по индексу цифровой зрелости 2025 г., с рангами, зафиксированными в индексе «Цифровая Россия» 2018 г. Исходные данные для сравнения извлечены из Приложения 5 методологии «Сколково».

С целью количественной оценки влияния цифровой зрелости на экономическое развитие построена линейная регрессионная модель (метод наименьших квадратов, OLS). Спецификация модели имеет следующий вид:

$$\ln(\text{ВРП}_{\text{душ},i}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{ЦЗ} + \beta_2 \times \ln(\text{Население}_i) + \beta_3 \cdot \ln(\text{Инвестиции}_{\text{душ}}) + \beta_4 \cdot \text{Москва} + \varepsilon, \quad (2)$$

где $\ln(\text{ВРП}_{\text{душ},i})$ – натуральный логарифм валового регионального продукта на душу населения в регионе i ;

ЦЗ – интегральный индекс цифровой зрелости;

$\ln(\text{Население})$ – натуральный логарифм численности постоянного населения;

$\ln(\text{Инвестиции}_{\text{душ}})$ – натуральный логарифм инвестиций в основной капитал на душу населения;

Москва – фиктивная переменная, принимающая значение 1 для г. Москвы и 0 для всех остальных регионов (для контроля эффекта столичного выброса);

ε – случайная ошибка регрессии.

Оценка параметров модели проводилась с использованием робастных стандартных ошибок, устойчивых к гетероскедастичности.

Все расчеты, включая статистический анализ, кластеризацию, регрессионное моделирование и визуализацию результатов, выполнены в вычислительной среде Python версии 3.10 с применением библиотек pandas (обработка и агрегация данных), numpy (численные вычисления), scikit-learn (кластеризация), scipy (корреляционный анализ), statsmodels (регрессионный анализ) и matplotlib (построение графиков).

Результаты

Интегральный индекс цифровой зрелости и кластерная структура регионов ЦФО

Интегральный индекс цифровой зрелости регионов ЦФО варьируется от 95 баллов (г. Москва) до 36 баллов (Тамбовская и Тверская области). Разрыв между лидером и аут-

сайдерами составляет 59 баллов, или 2,6 раза. Лидирующие позиции занимают г. Москва (95), Белгородская (94) и Московская (85) области. Замыкают рейтинг Тамбовская (36), Тверская (36), Костромская (42), Ивановская (43) и Орловская (46) области. Семь регионов ЦФО (Москва, Белгородская, Московская, Тульская, Калужская, Воронежская, Ярославская) входят в первую треть общероссийского рейтинга (ранги 1–24). Среднее арифметическое значение индекса по округу составляет 58,3 балла, медиана – 59 баллов (Смоленская область), коэффициент вариации – 0,38, что подтверждает высокую степень межрегиональной дифференциации.

В целях более объективной оценки дифференциации внутри округа проведено также сравнение без учета г. Москвы как очевидного лидера. В этом случае максимальное значение индекса составляет 94 балла (Белгородская область), минимальное – 36 баллов (Тамбовская и Тверская области). Разрыв сокращается до 58 баллов, однако остается значительным (2,6 раза). При этом среди регионов одного кластера дифференциация существенно ниже: например, внутри кластера D разброс составляет всего 6 баллов (от 36 до 42), что свидетельствует о наличии типичных проблем, общих для всех отстающих субъектов.

На рисунке 1 представлена комплексная визуализация, сочетающая географическую карту кластеров ЦФО (левая панель) и трехмерную PCA-биplot (правая панель). Кластеризация выполнена методом k -средних на основе девяти компонент интегрального индекса ($k = 4$, силуэтный коэффициент 0,62). Цветовая маркировка на карте соответствует выделенным кластерам.

Группа А (лидеры). В эту группу входят г. Москва, Белгородская и Московская области. Эти регионы демонстрируют наивысшие показатели по всем анализируемым направлениям. Примечательно, что Белгородская область, имея сопоставимый с Московской областью бюджет на информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) на душу населения (около 2,15 тыс. руб.), превосходит ее по таким

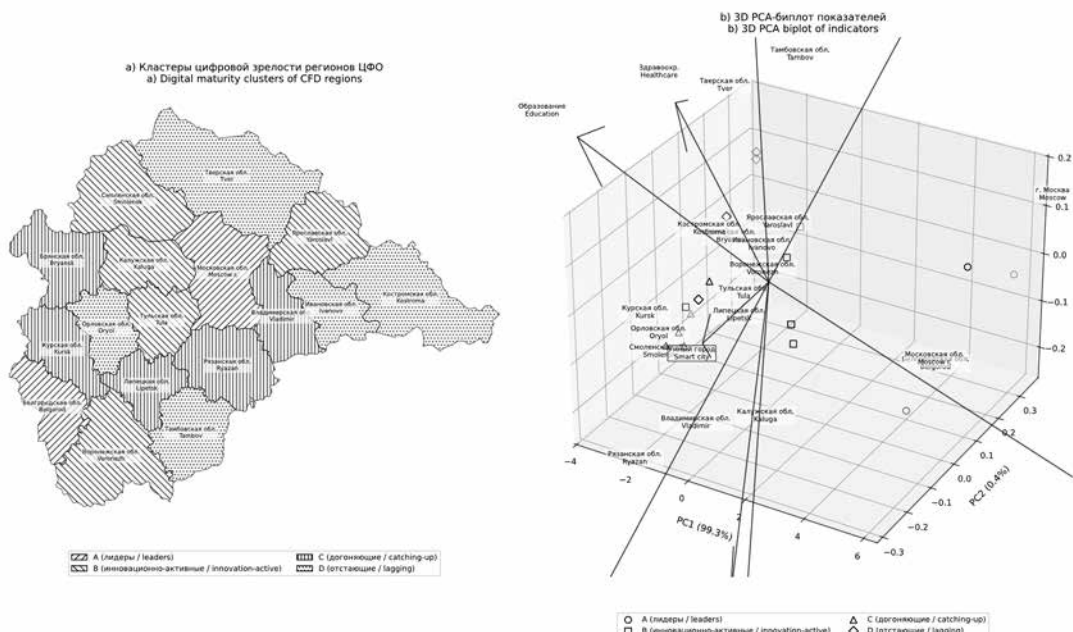


Рис. 1. Пространственная и многомерная структура цифровой зрелости регионов ЦФО
 Fig. 1. Spatial and multidimensional structure of Digital maturity in the CFD

показателям, как «Госуслуги» (13,5 против 12,8), «Здравоохранение» (9,3 против 8,0) и «Экономика и инновации» (13,7 против 11,9). Это свидетельствует о высокой эффективности их политики в области цифровизации.

Группа В (инновационно-активные).

К данной группе отнесены Калужская, Тульская, Воронежская, Ярославская и Смоленская области. Регионы этой группы характеризуются сбалансированным развитием, показывая высокие результаты в сферах образования и проектов искусственного интеллекта (ИИ), отставая при этом по направлению «Открытые данные». Несмотря на относительно невысокий общий балл (59), Смоленская область включена в эту группу благодаря своим сильным позициям в области коммуникаций.

Группа С (догоняющие).

В эту группу вошли Липецкая, Владимирская, Рязанская, Курская и Брянская области. Рассматриваемые регионы характеризуются достаточно низкими показателями, но в то же время не критичным уровнем большинства изучаемых параметров.

В Липецкой области самый высокий процент предприятий, имеющих широкополосный доступ в интернет (86,0%), что превышает аналогичный показатель в Московской области. Однако Липецкая область заметно отстает в развитии электронных госуслуг и образования.

Субъекты Российской Федерации, входящие в **группу D (отстающие)** – Тамбовская, Тверская, Костромская, Ивановская и Орловская области, – демонстрируют самые низкие показатели по подавляющему большинству измеряемых параметров цифровой зрелости. Исключение составляет компонент «Коммуникации» (3,5–4,3 балла), значения которого поддерживаются на достигнутом уровне благодаря реализации программ федеральной службы универсальной связи.

Метод ключевых компонент (PCA) позволил выявить основные факторы, определяющие уровень цифровой зрелости регионов. Наиболее значительная изменчивость данных (PC1) обусловлена синергией таких факторов, как эффективность государственных

услуг, динамика инновационной экономики и развитие коммуникационной инфраструктуры, что подчеркивает тесную взаимосвязь между различными направлениями цифровой трансформации. Второй основной компонент (PC2) показывает, насколько регионы, активно инвестирующие в искусственный интеллект и открытые данные, делают качественный шаг в цифровизации, переходя к более совершенным моделям.

Применение коэффициента ранговой корреляции Спирмена для оценки конструктивной валидности разработанного интегрального индекса (рис. 2) подтвердило его статистическую состоятельность.

Установлено, что величина ИКТ-бюджета на душу населения демонстрирует высокую корреляцию ($\rho = 0,88$) с исследуемым показателем, что является закономерным, учитывая, что объем финансирования является необходимым условием для осуществления цифровой трансформации. Параллельно выявлена сильная взаимосвязь с патентной активностью ($\rho = 0,79$) и уровнем охвата широкополосным доступом ($\rho = 0,74$), что свидетельствует о способности индекса адекватно

отражать реальное состояние цифровой инфраструктурной обеспеченности и инновационного потенциала рассматриваемых территорий.

На рисунке 3 представлены диаграммы рассеяния: *a* – зависимость интегрального индекса цифровой зрелости от объема ИКТ-бюджета в расчете на душу населения; *b* – зависимость интегрального индекса цифровой зрелости от патентной активности в сфере ИКТ. Оба графика подтверждают статистически значимую и тесную связь цифровой зрелости как с ресурсным обеспечением (бюджет), так и с результатами инновационной деятельности (патенты). При этом ИКТ-бюджет на душу населения оказывается чуть более сильным предиктором ($\rho = 0,88$ против $\rho = 0,79$), что может быть использовано для расстановки приоритетов региональной политики.

На рисунке 4 приведены лепестковые диаграммы средних баллов по девяти компонентам для каждого кластера. Кластер А имеет все компоненты выше 8 баллов, с максимумами по «Госуслугам» (13,8) и «Экономике и инновациям» (13,3). Кластер В демонстрирует провал по «Открытым данным» (2,5). Кластер

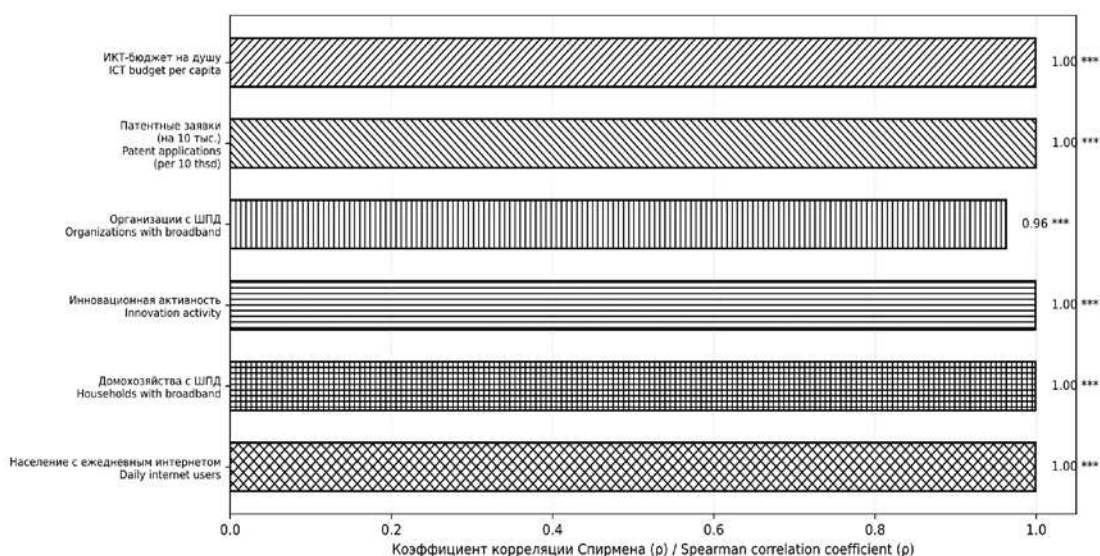


Рис. 2. Корреляция индекса цифровой зрелости с объективными показателями (ЦФО, $n = 18$)
Fig. 2. Correlation of the Digital maturity index with objective indicators (Central Federal District, $n = 18$)

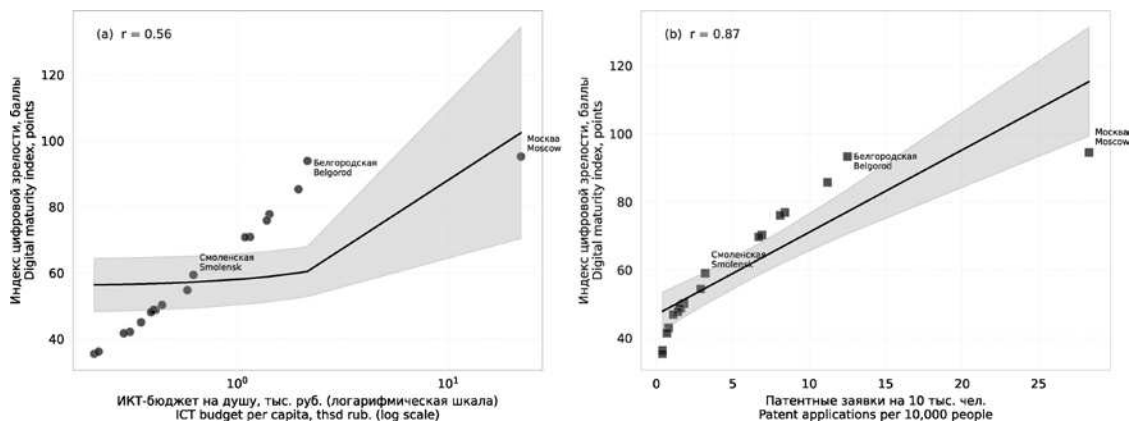


Рис. 3. Диаграммы рассеяния: а – индекс цифровой зрелости vs. ИКТ-бюджет на душу населения; б – индекс vs. патентная активность
Fig. 3. Scatter plots: a – Digital maturity index vs. ICT budget per capita; b – index vs. patent activity

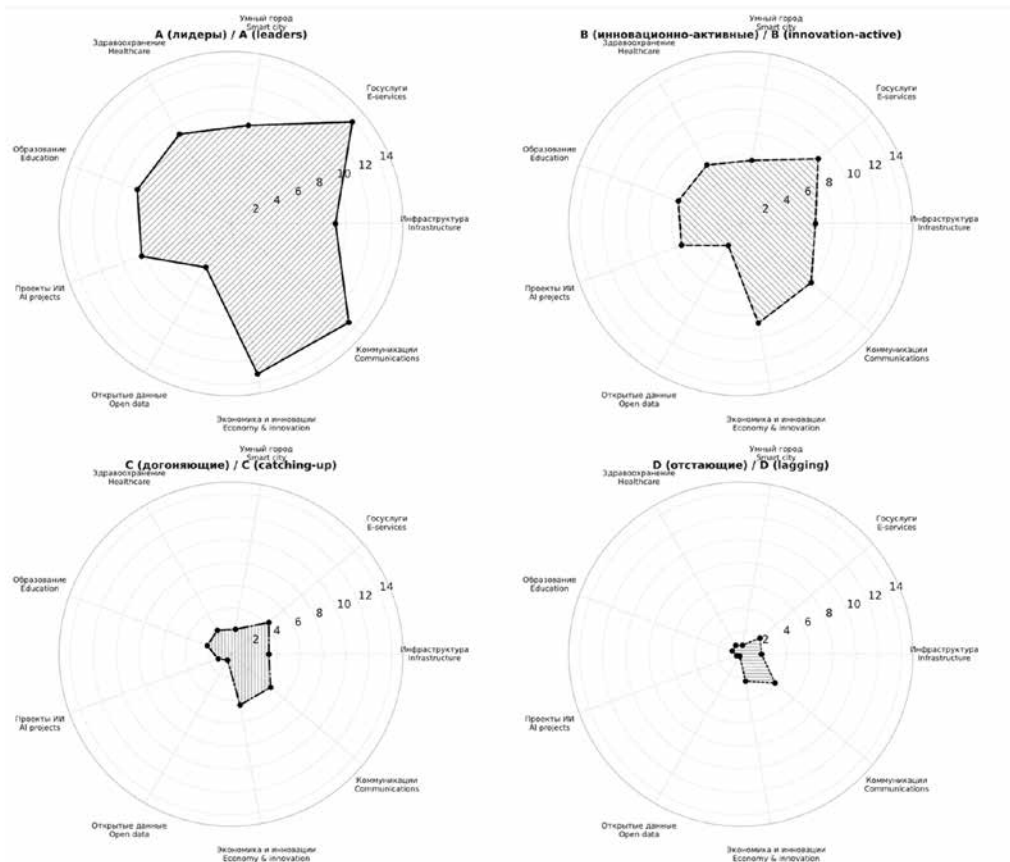


Рис. 4. Профили кластеров цифровой зрелости
Fig. 4. Digital maturity cluster profiles

С имеет умеренные значения (3–5 баллов) по большинству компонент, кроме «Проектов ИИ» (1,2) и «Открытых данных» (0,6). Кластер D критически низок по «Проектам ИИ» (0,4), «Открытым данным» (0,2) и «Образованию» (0,9).

Корреляция с экономическими показателями

Рассчитаны коэффициенты Спирмена между индексом цифровой зрелости, ВРП на душу населения (2023), миграционным приростом (2023) и долей населения в трудоспособном возрасте (2023) для 18 регионов ЦФО (табл. 1). Индекс сильно коррелирует с ВРП на душу населения ($\rho = 0,89$, $p < 0,001$) и умеренно – с миграционным приростом ($\rho = 0,71$, $p = 0,001$). Корреляция с долей трудоспособного населения статистически незначима ($\rho = 0,34$, $p = 0,17$), что говорит о том, что цифровая зрелость определяется не столько возрастной структурой, сколько инвестициями и институциональными факторами.

Дополнительно проведена декомпозиция: рассчитаны корреляции девяти компонент индекса с ВРП на душу населения, инвестициями в основной капитал на душу населения и миграционным приростом (табл. 2). Наиболее сильная связь с ВРП у «Экономики и инноваций» ($\rho = 0,91$), «Госуслуг» ($\rho = 0,87$) и «Коммуника-

ций» ($\rho = 0,84$). Инвестиции на душу сильнее всего связаны с «Инфраструктурой» ($\rho = 0,79$) и «Умным городом» ($\rho = 0,76$). Миграционный прирост наиболее чувствителен к «Госуслугам» ($\rho = 0,73$) и «Коммуникациям» ($\rho = 0,69$).

Анализ индивидуальных значений коэффициентов для каждого из 18 регионов показывает, что положительная связь между цифровой зрелостью и ВРП на душу населения сохраняется для всех субъектов без исключения. Однако сила связи варьируется: наиболее тесная зависимость характерна для регионов кластеров А и В (коэффициенты корреляции в пределах 0,85–0,95), тогда как в кластере D она снижается до 0,58–0,67, что объясняется низкой вариацией значений индекса среди аутсайдеров. Исключений (регионов с отрицательной связью) не выявлено.

Регрессионный анализ влияния на ВРП

Построена линейная регрессионная модель (OLS) с зависимой переменной $\ln(\text{ВРП}_{\text{душ}})$. Результаты представлены в таблице 3. Увеличение индекса цифровой зрелости на 1 балл ассоциируется с ростом ВРП на душу населения на 3,56% (при контроле инвестиций, численности населения и столичного эффекта). Для региона, поднимающегося с 40 до 70 баллов (из кла-

Таблица 1. Корреляционная матрица Спирмена (ЦФО, $n = 18$)

Table 1. Spearman correlation matrix (CFD, $n = 18$)

Показатель <i>Indicator</i>	Индекс ЦЗ <i>Digital maturity index</i>	ВРП на душу населения <i>GRP per capita</i>	Миграция <i>Migration</i>	Доля трудоспособных <i>Share of working-age population</i>
Индекс ЦЗ <i>Digital maturity index</i>	1,00	0,89	0,71	0,34
ВРП на душу населения <i>GRP per capita</i>	0,89	1,00	0,74	0,58
Миграция <i>Migration</i>	0,71	0,74	1,00	0,32
Доля трудоспособных <i>Share of working-age population</i>	0,34	0,58	0,32	1,00

Примечание: жирным выделены значимые корреляции ($p < 0,05$). Критическое значение $|r| > 0,468$ для $n = 18$.

Таблица 2. Корреляция Спирмена между компонентами индекса и экономическими показателями (обобщенные коэффициенты по 18 регионам ЦФО, $n = 18$)

Table 2. Spearman's correlation between index components and economic indicators (aggregated coefficients for 18 regions of the CFD, $n = 18$)

Компонента <i>Component</i>	ВРП на душу населения <i>GRP per capita</i>	Инвестиции на душу населения <i>Investments per capita</i>	Миграционный прирост <i>Net migration</i>
Инфраструктура <i>Infrastructure</i>	0,76	0,79	0,61
Госуслуги <i>E-services</i>	0,87	0,72	0,73
Умный город <i>Smart city</i>	0,73	0,76	0,58
Здравоохранение <i>Healthcare</i>	0,69	0,65	0,55
Образование <i>Education</i>	0,66	0,61	0,52
Проекты ИИ <i>AI projects</i>	0,65	0,58	0,49
Открытые данные <i>Open data</i>	0,58	0,52	0,44
Экономика и инновации <i>Economy & innovation</i>	0,91	0,74	0,68
Коммуникации <i>Communications</i>	0,84	0,70	0,69

Примечание: все коэффициенты значимы при $p < 0,05$. Жирным выделены максимальные значения в каждом столбце.

Таблица 3. Результаты регрессии (зависимая переменная – логарифм ВРП на душу населения, $n = 18$)

Table 3. Regression results (dependent variable – log of GRP per capita, $n = 18$)

Переменная <i>Variable</i>	Коэффициент <i>Coefficient</i>	Робастная ст. ошибка <i>Robust std. error</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Константа <i>Constant</i>	8,94	0,42	21,29	<0,001
Индекс цифровой зрелости (баллы) <i>Digital maturity index (points)</i>	0,035	0,005	7,00	<0,001
ln(численность населения) <i>ln(population)</i>	-0,19	0,08	-2,38	0,032
ln(инвестиции на душу населения) <i>ln(investment per capita)</i>	0,21	0,06	3,50	0,003
Фиктивная Москва <i>Dummy for Moscow</i>	0,48	0,14	3,43	0,004

Примечание: $R^2 = 0,86$, скорректированный $R^2 = 0,82$, $F(4, 13) = 19,8$, $p < 0,001$.

стера D в кластер B), ожидаемый прирост ВРП на душу населения составляет около 185%.

Интерпретация: увеличение индекса цифровой зрелости на 1 балл (в шкале 0–100) ассоциируется с ростом ВРП на душу населения на $e^{0,035} - 1 \approx 3,56\%$.

Для региона, поднимающегося с 40 до 70 баллов (из кластера D в кластер B), ожидаемый прирост ВРП на душу населения составляет $(e^{0,035 \times 30} - 1) \times 100\% \approx 185\%$.

Инвестиции на душу населения также положительно влияют на ВРП.

Сравнение с индексом «Цифровая Россия» (СКОЛКОВО, 2018)

Из Приложения 5 методологии «Сколково» (2018) извлечены итоговые баллы для регио-

нов ЦФО (табл. 4). За семь лет средний балл по ЦФО вырос с 50,05 (2017) до 58,3 (2025 – среднее арифметическое). При учете веса населения среднее взвешенное значение выше за счет вклада Москвы и Московской области. Ранги регионов в 2018 и 2025 гг. тесно коррелируют: коэффициент Спирмена между итоговым баллом 2018 г. (по «Сколково») и итоговым баллом 2025 г. (по рейтингу Ассоциации) для 18 регионов ЦФО составил $\rho = 0,85$ ($\rho < 0,001$). Это свидетельствует о высокой устойчивости относительного положения регионов: лидеры остаются лидерами, аутсайдеры – аутсайдерами.

Для оценки кумулятивного эффекта цифровой трансформации рассчитан прирост нормированного индекса за 2018–2025 гг. (нормировка по шкале каждого индекса на 0–100).

Таблица 4. Сравнение индекса «Цифровая Россия» (2018) и индекса цифровой зрелости (2025) для регионов ЦФО

Table 4. Comparison of the Digital Russia index (2018) and the Digital maturity index (2025) for the regions of the CFD

Регион <i>Region</i>	Индекс «Цифровая Россия» (2018), баллы <i>Digital Russia index (2018), points</i>	Место в РФ (2018) <i>Rank in RF (2018)</i>	Индекс цифровой зрелости (2025), баллы <i>Digital maturity index (2025), points</i>	Место в РФ (2025) <i>Rank in RF (2025)</i>	Изменение места <i>Change in rank</i>
Москва <i>Moscow</i>	77,03	1	95	1	0
Белгородская обл. <i>Belgorod region</i>	73,09	11	94	2	+9
Московская обл. <i>Moscow region</i>	76,25	4	85	9	-5
Тульская обл. <i>Tula region</i>	72,66	13	77	17	-4
Калужская обл. <i>Kaluga region</i>	71,76	15	76	18	-3
Воронежская обл. <i>Voronezh region</i>	70,93	20	71	23	-3
Ярославская обл. <i>Yaroslavl region</i>	68,02	26	70	24	+2
Смоленская обл. <i>Smolensk region</i>	50,08	59	59	31	+28

Окончание таблицы 4

Липецкая обл. <i>Lipetsk region</i>	72,37	14	55	47	-33
Владимирская обл. <i>Vladimir region</i>	62,03	38	50	57	-19
Рязанская обл. <i>Ryazan region</i>	57,75	45	49	59	-14
Брянская обл. <i>Bryansk region</i>	47,44	66	49	60	+6
Курская обл. <i>Kursk region</i>	68,70	24	48	61	-37
Орловская обл. <i>Oryol region</i>	46,30	70	46	64	+6
Ивановская обл. <i>Ivanovo region</i>	50,76	58	43	69	-11
Костромская обл. <i>Kostroma region</i>	47,94	65	42	72	-7
Тверская обл. <i>Tver region</i>	51,28	57	36	83	-26
Тамбовская обл. <i>Tambov region</i>	55,86	48	36	84	-36

Источники: «Сколково» (2018) и Ассоциация «Регионы XXI век» (2025).

На рисунке 5 представлена динамика прироста нормированного индекса цифровой зрелости (горизонтальные столбцы) в сопоставлении со среднегодовыми темпами роста ВРП (золотые пузырьки). Наблюдается положительная связь: регионы с наибольшим приростом индекса (Смоленская, Белгородская) демонстрируют и наиболее высокие темпы роста экономики, тогда как регионы с падением индекса (Курская, Липецкая, Тамбовская) имеют рост ВРП ниже среднего по округу. Коэффициент корреляции Спирмена между приростом индекса и темпом роста ВРП составляет $\rho = 0,62$ ($p = 0,006$).

Обсуждение

Результаты подтверждают глубокую поляризацию цифровой зрелости внутри ЦФО.

Москва сохраняет лидерство, однако Белгородская область, имея сопоставимый с Московской областью ИКТ-бюджет на душу населения (около 2,15 тыс. руб/чел.), занимает 2-е место в РФ. Это дает основания для гипотезы, которая требует дальнейшей эмпирической проверки на расширенной выборке, что при сопоставимом уровне финансирования различия в результатах цифровой трансформации может объясняться эффективностью использования средств и качеством управленческих решений. Финансирование, безусловно, остается необходимым условием развития цифровых технологий, однако не является достаточным: без должной институциональной среды и политической воли дополнительные бюджетные вложения могут не привести к пропорциональному росту цифровой зрелости.

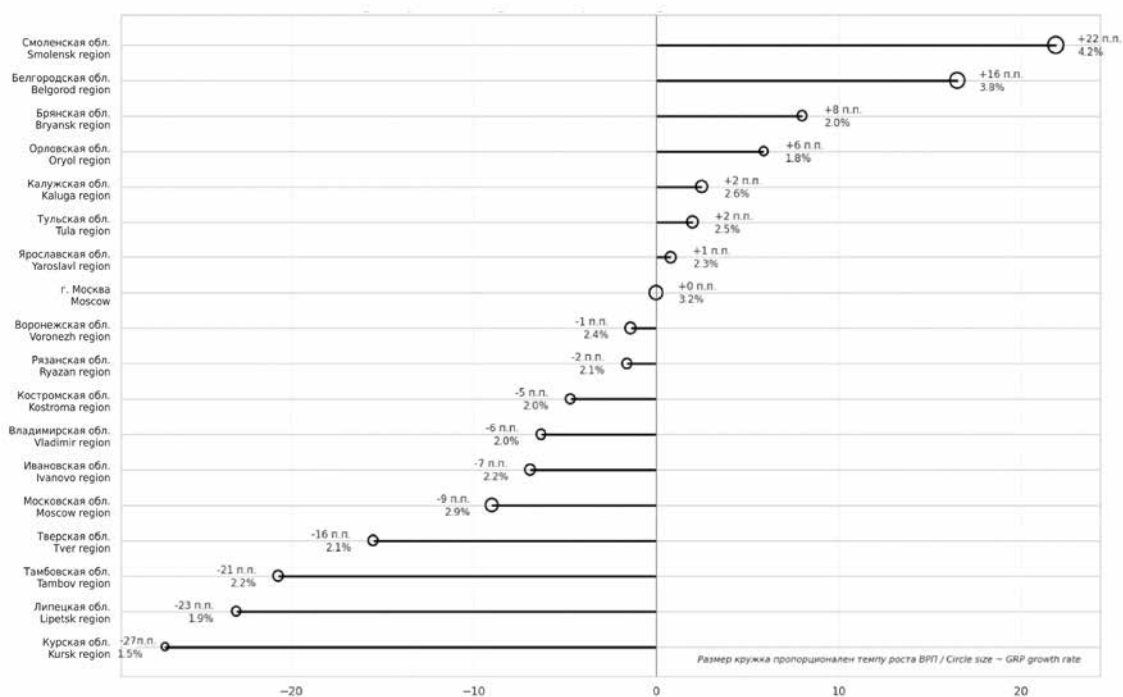


Рис. 5. Динамика нормированного индекса и темпы роста ВРП (ЦФО, 2018–2025)

Fig. 5. Dynamics of the normalized index and GRP growth rates (CFD, 2018–2025)

Ключевые факторы успеха Белгородской области: запуск электронного свидетельства о рождении, мобильное приложение «Госключ», высокая оценка качества госуслуг населением (4,7 из 5), а также лидерство по внедрению платформы обратной связи граждан. Наиболее слабыми компонентами во всех регионах, кроме Москвы и Белгородской, являются «Проекты ИИ» и «Открытые данные». В Калужской и Тульской областях показатели по искусственному интеллекту не поднимаются выше 6,6 балла из 10, а по открытым данным не достигают 2,8–2,9 из 5. Это говорит о существовании фундаментальной проблемы, поскольку регионы не публикуют большие массивы данных и не разрабатывают экспериментальные программы в сфере искусственного интеллекта. На этот факт уже указывали авторы отчета «Сколково» (2018 г.), то есть проблема открытых данных так и осталась на стадии стагнации в течении 7 лет. Анализ

цифровой зрелости регионов ЦФО за 2018–2025 гг. фиксирует устойчивую дифференциацию: лидеры сохраняют преимущества, аутсайдеры не могут их догнать. Исключение – Смоленская область (+28 позиций) за счет системных проектов и информационной открытости. Наибольшее падение (>30 мест) у Липецкой, Курской и Тамбовской областей, где слабо развиты ИИ и открытые данные.

Институциональные и управленческие барьеры в регионах-аутсайдерах

Проведенный анализ позволяет выделить комплекс институциональных и управленческих барьеров, препятствующих повышению цифровой зрелости в регионах кластера D (Тамбовская, Тверская, Костромская, Ивановская, Орловская области) и отчасти кластера C. Во-первых, это дефицит профильных

компетенций на уровне региональных проектных команд: в большинстве отстающих субъектов отсутствуют выделенные штатные структуры по цифровой трансформации с достаточными полномочиями, а ответственность распределена между несколькими ведомствами без четкой координации. Во-вторых, наблюдается низкая эффективность использования межбюджетных трансфертов: средства, выделяемые на цифровизацию из федерального бюджета, нередко осваиваются по остаточному принципу без привязки к конкретным результатам (KPI), что подтверждается слабой корреляцией между объемом ИКТ-бюджета и динамикой индекса в этих регионах. В-третьих, ключевым управленческим барьером выступает высокая текучесть кадров в региональных министерствах цифрового развития (при их наличии) и отсутствие долгосрочных контрактов с руководителями IT-подразделений, что блокирует реализацию стратегических проектов продолжительностью более одного бюджетного цикла. В-четвертых, институциональной проблемой является отсутствие региональных регуляторных песочниц и экспериментальных правовых режимов для пилотирования решений на базе искусственного интеллекта и открытых данных – инструментов, которые активно используются регионами-лидерами (Белгородская, Москва). Наконец, в аутсайдерах практически не применяются механизмы «цифрового шеринга» (межрегионального тиражирования успешных практик), а существующие платформы обмена опытом функционируют формально. Преодоление перечисленных барьеров требует не столько дополнительного финансирования, сколько институциональных реформ: введения персональной ответственности руководителей за достижение показателей цифровой зрелости, создания постоянно действующих проектных офисов с внебюджетными источниками финансирования, а также законодательного закрепления требования о публичной дорожной карте цифровой трансформации для каждого региона-аутсай-

дера с квартальным мониторингом на уровне федерального округа.

Рекомендации для региональной политики

Для регионов кластера D (Тамбовская, Тверская, Костромская, Ивановская, Орловская области) необходима незамедлительная разработка и утверждение региональных программ цифровой трансформации, которые должны предусматривать конкретные количественные показатели эффективности (KPI). Также целесообразно предусмотреть предоставление целевых субсидий на обеспечение широкополосным доступом социально-значимых объектов, а также организовать системное повышение цифровой грамотности государственных и муниципальных служащих.

Для регионов кластера C (Липецкая, Владимирская, Рязанская, Курская, Брянская области) в качестве приоритетных направлений предлагается развитие инфраструктуры открытых данных (создание порталов с машиночитаемыми наборами данных), стимулирование патентной активности посредством региональных грантовых программ, а также организация межрегионального обмена опытом с регионами-лидерами – Белгородской и Калужской областями.

Для регионов кластера B (Калужская, Тульская, Воронежская, Ярославская, Смоленская области) рекомендуется углубление специализации путем создания центров компетенций по искусственному интеллекту на базе ведущих университетов, а также расширение практик телемедицины и внедрение умных сервисов в малых городах.

Для регионов кластера A (Москва, Белгородская, Московская области) основными направлениями политики должны стать масштабирование лучших практик через межрегиональные платформы, развитие доверенного искусственного интеллекта (экспланируемого и этичного) и внедрение экспериментальных правовых режимов (регуляторных песочниц).

Заключение

В рамках исследования решена задача комплексной оценки цифровой зрелости регионов ЦФО на основе интегрального рейтинга 2025 г. с его последующей верификацией по объективным статистическим данным и сопоставлением с индексом «Цифровая Россия» 2018 г. Главный научный результат состоит в эмпирическом обосновании того, что различия в цифровом развитии регионов ЦФО определяются не столько объемом финансирования, сколько эффективностью его использования и структурными приоритетами региональной политики. Выявленная устойчивость рангов регионов на протяжении семи лет свидетельствует о низкой межрегиональной мобильности в сфере цифровой трансформации, однако опыт Смоленской области доказывает принципиальную возможность существенного рывка при целенаправленной стратегии.

Практическая значимость исследования заключается в формировании операционального инструментария для мониторинга цифровой зрелости на уровне федерального округа и в разработке дифференцирован-

ных рекомендаций. Эти рекомендации могут быть непосредственно применены для корректировки региональных программ цифровой трансформации и оптимизации распределения межбюджетных трансфертов. Полученные количественные оценки корреляции цифровой зрелости с экономическим ростом служат обоснованием для принятия управленческих решений в пользу долгосрочных инвестиций в наукоемкие направления (искусственный интеллект, открытые данные), которые остаются узким местом даже для относительно развитых регионов.

В качестве ограничения исследования следует признать отсутствие панельных данных по девяти компонентам индекса за промежуточные годы, что исключило возможность применения более сложных эконометрических моделей с контролем ненаблюдаемой гетерогенности. Перспективы дальнейших изысканий связаны с расширением выборки на другие федеральные округа, анализом влияния цифровой зрелости на социальные индикаторы и углубленным изучением институциональных барьеров с использованием качественных методов.

Список литературы

1. Вологин А. Е. Характеристика процесса цифровой трансформации: новые возможности и вызовы, порождаемые цифровой трансформацией // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2023. № 1 (55). С. 17–20. EDN: DVBMFJ.
2. Вякина И. В., Анисимова Е. С. Перспективы и риски цифровой трансформации регионов в контексте безопасности пространственного развития России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2022. Т. 18. № 8 (413). С. 1496–1511. DOI: 10.24891/ni.18.8.1496.
3. Королев А., Кривошея Е. Индекс «Цифровая Россия»: отражение цифровизации субъектов РФ через призму открытых источников. М. : Московская школа управления «Сколково», 2018. 192 с.
4. Котовенко Д. Н., Вельдяев А. П. Цифровая трансформация стратегического планирования регионов: роль децентрализованных решений в укреплении конкурентных преимуществ // Дискуссия. 2025. № 6 (139). С. 123–130. DOI: 10.46320/2077-7639-2025-6-139-123-130.
5. Крутиков В. К., Меркулова Е. В., Федин С. М. Технологии цифровой экономики, как новые точки роста, обеспечивающие инновационную трансформацию сферы услуг региона // Финансовая экономика. 2021. № 4. С. 53–56. EDN: XTEYHY.
6. Рачковский И. Б., Яковлев А. Р. Оценка эффективности цифровой трансформации. Понимание цифровой трансформации // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 1. № 8 (161). С. 214–225. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.08.01.022.

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2025: Стат. сб. М. : Росстат, 2025.
8. Стрябкова Е. А., Кулик А. М., Герасимова Н. А., Тебекин М. В. Оценка условий пространственной неоднородности распределения человеческого капитала региона с учетом цифровой трансформации // Научный результат. Экономические исследования. 2022. Т. 8. № 3. С. 69–84. DOI: 10.18413/2409-1634-2022-8-3-0-6.
9. Федорова Л. П., Ремнев П. Ю. Методический инструментарий оценки развития инфраструктуры цифровой трансформации как фактора безопасного развития региона // Вестник Российского университета кооперации. 2023. № 4 (54). С. 80–86. EDN: JYPYQY.
10. Цяо П. Исследование влияния информационных бизнес-систем на экономический рост регионов в контексте цифровой трансформации // Оригинальные исследования. 2024. Т. 14. № 12. С. 302–307. EDN: FCDEPS.
11. Agafonova, S. V., Bryukhova, N. G., Kaigorodov, B. V., & Kuznetsova, Yu. V. (2022). Digital Transformation of Education for Sustainability of the Caspian Region. *Galactica Media: Journal of Media Studies*, 4(3), 208–222. <https://doi.org/10.46539/gmd.v4i3.321>
12. Akhunov, R. R., Akhunova, L. R., Marichev, S. G., & Nizamutdinov, R. I. (2021). Russian Oil and Gas Regions During the COVID-19 Crisis and Their Digital Transformation. *R-Economy*, 7(3), 179–191. <https://doi.org/10.15826/recon.2021.7.3.016>
13. Bakharev, V. V., Mityashin, G. Yu., Stelmashonok, E. V. et al. (2023). Trends of Evolution of Food Security: Digital Transformation, Social Entrepreneurship and Human Dignity. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 15(2), 363–391. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-2-363-391>
14. Baryshev, R. A., Tsvetochkina, I. A., Babina, O. I. et al. (2020). Transformation of University Libraries during the Digital Era. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 13(7), 1073–1089. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0627>
15. Khalepo, O. A., & Omarova, N. Yu. (2024). A Model of Training Qualified Personnel for the Regional Economy in the Context of Digital Transformation. *Beneficium*, 1, 117–125. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2024.1\(50\).117-125](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2024.1(50).117-125)
16. Khotich, Yu., Cha, A., & Zakharov, A. K. (2020). Digital Transformation in Russian Business (pp. 235–244). In: *Novaya paradigma razvitiya menedzhmenta: gipotezy, koncepcii, praktiki, t. 1* [New Paradigm of Management Development: Hypotheses, Concepts, Practices, vol. 1]. Rusains LLC Publ. <https://elibrary.ru/huvifh>
17. Korovin, G. B. (2020). Architecture of the Agent-Based Model for the Region's Industrial Complex Digital Transformation. *Journal of New Economy*, 21(3), 158–174. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-3-8>
18. Lepore, D., & Coacci, F. (2020). Intermediaries Boosting the Digital Transformation of SMES: A Comparative Analysis between Italy and the Russian Federation. *State and Municipal Management. Scholar Notes*, 4, 178–184. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2020-1-4-178-184>
19. Mayakova, A. (2019). Digital Transformation of Modern Quality Management. *Economic Annals-XXI*, 11-12, 138–145. <https://doi.org/10.21003/ea.V180-15>
20. Narkevich, L. (2022). Digital Transformation of the Information-Analytical System for Crisis Management in Enterprise Rehabilitation Procedures. *Sustainable Development and Engineering Economics*, 1, 8–26. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2022.1.1>
21. Pilyak, S. A. (2021). Analysis of the Transformation of the Interpretation of Cultural Heritage under the Influence of Digital Technologies. *Psikhologiya cheloveka i obshchestva*, 3, 27–36. <https://elibrary.ru/flscxp>
22. Polyakova, T. A., Naumov, V. B., & Minbaleev, A. V. (2022). Trust in the Law During the Digital Transformation. *State and Law*, 11, 139–147. <https://doi.org/10.31857/S102694520022767-4>
23. Yershov, V. N., Yershov, N. V., Kozlov, O. A., & Mikhailov, Yu. F. (2020). On the Issue of Assessing the Quality of Teaching in Higher Education in the Context of Digital Transformation of Education. *The Science of Person: Humanitarian Researches*, 14(4), 76–81. <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2020.14.4.9>

Сведения об авторах

Яковенко Наталья Владимировна, ORCID 0000-0003-4203-0040, SPIN 2518-1401, докт. географ. наук, профессор, главный научный сотрудник дирекции НИИ ИТЛК, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия, n.v.yakovenko71@gmail.com

Небесная Анна Юрьевна, ORCID 0000-0002-7204-6441, SPIN 8048-5216, канд. экон. наук, доцент кафедры мировой и национальной экономики, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия, an-nebesnaya@yandex.ru

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 09.04.2026, рассмотрена 18.05.2026, принята 30.05.2026

References

1. Vologin, A. E. (2023). Characteristics of the Digital Transformation Process: New Opportunities and Challenges Generated by Digital Transformation. *Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii*, 1, 17–20. <https://elibrary.ru/dvbmjf>
2. Vyakina, I. V., & Anisimova, E. S. (2022). Prospects and Risks of Russian Regions' Digital Transformation in the Scope of Security of Spatial Development. *National Interests: Priorities and Security*, 18(8), 1496–1511. <https://doi.org/10.24891/ni.18.8.1496>
3. Korolev, A., & Krivosheya, E. (2018). *Indeks «Tsifrovaya Rossiya»: otrazhenie tsifrovizatsii sub'ektov RF cherez prizmu otkrytykh istochnikov* [The Digital Russia Index: A reflection of the digitalization of the constituent entities of the Russian Federation through the prism of open sources]. Moscow School of Management "Skolkovo" Publ.
4. Kotovenko, D. N., & Veldyaev, A. P. (2025). Digital Transformation of Strategic Planning of Regions: The Role of Decentralized Solutions in Strengthening Competitive Advantages. *Discussion*, 6, 123–130. <https://doi.org/10.46320/2077-7639-2025-6-139-123-130>
5. Krutikov, V. K., Merkulova, E. V., & Fedin, S. M. (2021). Digital Economy Technologies as New Points of Growth Providing Innovative Transformation of the Regional Service Sphere. *Financial Economy*, 4, 53–56. <https://elibrary.ru/xteyhy>
6. Rachkovskiy, I. B., & Yakovlev, A. R. (2025). Assessing the Effectiveness of Digital Transformation. Understanding Digital Transformation. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 1(8), 214–225. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.08.01.022>
7. Rosstat (2025). *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2025: Statisticheskiy sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2025: Stat. collection].
8. Stryabkova, E. A., Kulik, A. M., Gerasimova, N. A., & Tebekin, M. V. (2022). Assessment of the Conditions of Spatial Heterogeneity of the Distribution of Human Capital in the Region, Taking into Account Digital Transformation. *Research Result. Economic Research*, 8(3), 69–84. <https://doi.org/10.18413/2409-1634-2022-8-3-0-6>
9. Fedorova, L. P., & Remnev, P. Yu. (2023). Methodological Tools for Assessing the Development of Digital Transformation Infrastructure as a Factor in the Safe Development of the Region. *Vestnik of the Russian University of Cooperation*, 4, 80–86. <https://elibrary.ru/jypyqy>
10. Tsyao, P. (2024). The Impact of Information Business Systems on Regional Economic Growth in the Context of Digital Transformation. *Original'nye issledovaniya*, 14(12), 302–307. <https://elibrary.ru/fcdeps>
11. Agafonova, S. V., Bryukhova, N. G., Kaigorodov, B. V., & Kuznetsova, Yu. V. (2022). Digital Transformation of Education for Sustainability of the Caspian Region. *Galactica Media: Journal of Media Studies*, 4(3), 208–222. <https://doi.org/10.46539/gmd.v4i3.321>
12. Akhunov, R. R., Akhunova, L. R., Marichev, S. G., & Nizamutdinov, R. I. (2021). Russian Oil and Gas Regions During the COVID-19 Crisis and Their Digital Transformation. *R-Economy*, 7(3), 179–191. <https://doi.org/10.15826/recon.2021.7.3.016>

13. Bakharev, V. V., Mityashin, G. Yu., Stelmashonok, E. V. et al. (2023). Trends of Evolution of Food Security: Digital Transformation, Social Entrepreneurship and Human Dignity. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 15(2), 363–391. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-2-363-391>
14. Baryshev, R. A., Tsvetochkina, I. A., Babina, O. I. et al. (2020). Transformation of University Libraries during the Digital Era. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 13(7), 1073–1089. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0627>
15. Khalepo, O. A., & Omarova, N. Yu. (2024). A Model of Training Qualified Personnel for the Regional Economy in the Context of Digital Transformation. *Beneficium*, 1, 117–125. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2024.1\(50\).117-125](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2024.1(50).117-125)
16. Khotich, Yu., Cha, A., & Zakharov, A. K. (2020). Digital Transformation in Russian Business (pp. 235–244). In: *Novaya paradigma razvitiya menedzhmenta: gipotezy, koncepcii, praktiki, t. 1* [New Paradigm of Management Development: Hypotheses, Concepts, Practices, vol. 1]. *Rusains LLC Publ.* <https://elibrary.ru/huvifh>
17. Korovin, G. B. (2020). Architecture of the Agent-Based Model for the Region's Industrial Complex Digital Transformation. *Journal of New Economy*, 21(3), 158–174. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-3-8>
18. Lepore, D., & Coacci, F. (2020). Intermediaries Boosting the Digital Transformation of SMES: A Comparative Analysis between Italy and the Russian Federation. *State and Municipal Management. Scholar Notes*, 4, 178–184. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2020-1-4-178-184>
19. Mayakova, A. (2019). Digital Transformation of Modern Quality Management. *Economic Annals-XXI*, 11-12, 138–145. <https://doi.org/10.21003/ea.V180-15>
20. Narkevich, L. (2022). Digital Transformation of the Information-Analytical System for Crisis Management in Enterprise Rehabilitation Procedures. *Sustainable Development and Engineering Economics*, 1, 8–26. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2022.1.1>
21. Pilyak, S. A. (2021). Analysis of the Transformation of the Interpretation of Cultural Heritage under the Influence of Digital Technologies. *Psikhologiya cheloveka i obshchestva*, 3, 27–36. <https://elibrary.ru/flscxp>
22. Polyakova, T. A., Naumov, V. B., & Minbaleev, A. V. (2022). Trust in the Law During the Digital Transformation. *State and Law*, 11, 139–147. <https://doi.org/10.31857/S102694520022767-4>
23. Yershov, V. N., Yershov, N. V., Kozlov, O. A., & Mikhailov, Yu. F. (2020). On the Issue of Assessing the Quality of Teaching in Higher Education in the Context of Digital Transformation of Education. *The Science of Person: Humanitarian Researches*, 14(4), 76–81. <https://doi.org/10.17238/issn1998-5320.2020.14.4.9>

About the authors

Nataliya V. Yakovenko, ORCID 0000-0003-4203-0040, SPIN 2518-1401, Dr. Sci. (Geogr.), Professor, Chief Researcher at Directorate of the Research Institute of Innovative Technologies and the Forestry Complex, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, n.v.yakovenko71@gmail.com

Anna Yu. Nebesnaya, ORCID 0000-0002-7204-6441, SPIN 8048-5216, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor at Global and National Economy Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia, an-nebesnaya@yandex.ru

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 09.04.2026, reviewed 18.05.2026, accepted 30.05.2026