

<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-4-3>

УДК: 330.43, 332.14

JEL: C38, O35, R10

А. О. Вереникин^{а)} , А. Ю. Вереникина^{б)}  

^{а)} Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

^{б)} Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

Потенциал цифровой трансформации: рейтинг регионов РФ¹

Аннотация. В 2021 г. в России были утверждены региональные стратегии цифровой трансформации. Авторы данного исследования предположили, что существует положительная корреляция между уровнем социально-экономического развития, накопленным опытом цифровизации региональной экономики и потенциалом достижения регионами поставленных задач цифровой трансформации. Для проверки этой гипотезы было проведено ранжирование регионов РФ по потенциалу достижения установленных ими плановых показателей на основе адаптивного автоматизированного метода главных компонент, дополненного анализом среды функционирования (PCA-DEA). Для проведения исследования выбраны 2 блока показателей в качестве входов модели: уровень развития ИКТ-сектора в регионе (18 индикаторов) и уровень социально-экономического развития региона за 2022 г. (20 индикаторов). В качестве выхода модели были отобраны показатели, по которым у регионов в выборке были запланированы измеримые результаты на 2023 г. (всего 43 индикатора). В выборку вошли все регионы РФ, за исключением ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областей из-за отсутствия стратегий цифровой трансформации по состоянию на 1 июля 2023 г., города Москвы, проходящей трансформацию по стратегии «Умный город», а также Чукотского АО, запланировавшего результаты по менее 30 % показателей. В результате мы получили пять групп регионов, распределенных по убыванию шансов достижения плановых показателей цифровизации. Место в рейтинге зависит не только от уровня цифровизации и социально-экономического развития, но и от полноты включения в программу цифровой трансформации стратегических показателей. При этом имеют место значительные отклонения планируемых регионами показателей от рекомендуемых профильными министерствами. Используя декомпозицию интегрального показателя и посредством расчета коэффициентов корреляции, мы выявили факторы, определившие позиции регионов в рейтинге. Разработанная методология позволила учесть как структуру данных, так и эффективность планирования в политике цифровизации, что способствует определению наиболее эффективных стратегий и принятию правильных решений для дальнейшего развития цифровой экономики. Полученный результат может быть использован как для внутренней аналитики оценки результатов реализации стратегии цифровой трансформации конкретного региона, так и для внешней аналитики — при сравнении достигнутых результатов и построения региональных рейтингов.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровая зрелость, рейтинг регионов, метод главных компонент, анализ среды функционирования, PCA-DEA

Благодарность: Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Для цитирования: Вереникин, А. О., Вереникина, А. Ю. (2024). Потенциал цифровой трансформации: рейтинг регионов РФ. *Экономика региона*, 20(4), 1008-1025. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-4-3>

¹ ©Вереникин А. О., Вереникина А. Ю. Текст. 2024.

RESEARCH ARTICLE

Alexey O. Verenikin^{a)} , Anna Y. Verenikina^{b)}  ^{a)} Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation^{b)} RUDN University, Moscow, Russian Federation

Potential of Digital Transformation: Ranking of Russian Regions

Abstract. This study posits a positive correlation between the level of socio-economic development, accumulated experience in digitalizing regional economies, and the potential for regions to achieve digital transformation targets set out in their 2021 digital transformation strategies. To test this hypothesis, Russian regions were ranked according to their potential to meet these targets, using the Adaptive Automated Method of Principal Component Analysis, supplemented by Data Envelopment Analysis (PCA-DEA). Two data sets were used as inputs in the model: the level of ICT sector development in each region (18 indicators) and regional socio-economic development levels for 2022 (20 indicators). Model outputs include indicators for which the regions had set measurable targets for 2023 (43 indicators). The sample included all regions of the Russian Federation, with the exception of the Donetsk and Luhansk People's Republics, Zaporozhye and Kherson oblasts (due to the lack of digital transformation strategies as of July 1, 2023), the city of Moscow (which follows the Smart City strategy for digital transformation), and Chukotka Autonomous Okrug (due to the lack of data for over 70 % of the indicators). The analysis identified five groups of regions, each with differing levels of potential to achieve planned targets. Ranking positions were influenced by the degree of digitalization, socio-economic development, and the scope of strategic indicators incorporated in each region's digital transformation strategy. Notably, considerable discrepancies were observed between the indicators proposed by regional authorities and those recommended by the relevant ministries. Using the decomposition of the composite indicator and calculating correlation coefficients, the authors identified several key factors affecting regional rankings. The study examined both the structure of the data and the effectiveness of digitalization planning, which can provide insights into the most effective strategies and guide decision-making for optimizing the digital economy. The results are applicable for both internal analysis of a region's digital transformation strategy outcomes and external comparisons, supporting regional performance assessments and rankings.

Keywords: digital transformation, digital maturity, regional ranking, principal component analysis, data envelopment analysis, PCA-DEA

Acknowledgements: This paper has been supported by the RUDN University Strategic Academic Leadership Program.

For citation: Verenikin, A.O., Verenikina, A.Y. (2024). Potential of Digital Transformation: Russian Regions Ranking. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 20(4), 1008-1025. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-4-3>

Введение

Цифровизация позволяет существенно повысить эффективность различных видов производств, технологий, оборудования, услуг. Она создает, по сути, новую структуру экономики (подобно индустриализации), поэтому этот процесс нуждается во всестороннем комплексном исследовании как на макроуровне (страна в целом), так и мезоуровне (регионы РФ), а также на микроуровне (предприятия и организации). Особенную актуальность этот вопрос приобретает в нынешних условиях, когда цифровизация способствует наращиванию технологического суверенитета, отказу от ненадежных зарубежных вендоров в условиях навязанных санкционных ограничений, что особенно актуально в период необходимости быстрых структурных трансформаций, масштабного импортозамещения.

Существует множество трактовок терминов «цифровизация» и «цифровая экономика»,

при этом развитие процесса цифровизации трансформирует понимание цифровой экономики (Меланьина и др., 2022). В данном исследовании мы будем рассматривать цифровую экономику как сферу общественного производства, базирующуюся на активном применении информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), а цифровизацию — как процесс углубления и расширения использования этих технологий в различных видах социально-экономической деятельности.

В 2021 г. были разработаны и утверждены региональные стратегии в области цифровой трансформации. Гипотеза нашего исследования базируется на предположении, что регионы с высокими показателями социально-экономического развития и уровнем развития информационных технологий потенциально будут являться лидерами программ региональной цифровой трансформации.

Регионы планируют получить основные результаты преимущественно к концу 2024 г. В ходе реализации стратегий планируется внедрение следующих технологий: искусственный интеллект, большие данные, робототехника, интернет вещей, система распределённого реестра, виртуальная (дополненная) реальность, новые производственные технологии. Они будут применяться при решении задач по цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы, государственного управления регионов в целях достижения их цифровой зрелости и повышения качества жизни граждан.

Согласно широко распространённой точке зрения цифровая зрелость — это результат процесса накопления опыта для адекватного реагирования организации на цифровую конкурентную среду (Kane et al, 2017; Бочкарева и др. 2021) и готовность компаний (экономических агентов) к цифровой трансформации как способу ведения бизнеса, при котором задействуются информационные и цифровые технологии (Дериземля & Тер-Григорьянц, 2021), включая их готовность к сопутствующим внутренним и внешним изменениям. При оценке цифровой зрелости государственных и муниципальных услуг анализируется применение технологий для наиболее полного цикла оказания услуги, комплексного сбора и обработки информации по каждому пользователю¹.

На наш взгляд, цифровую зрелость необходимо рассматривать в тесной увязке с основными стратегическими целями экономического агента. Цифровая трансформация должна быть направлена на достижение уровня цифровизации, соответствующего экзистенциальным целям самого субъекта, с учетом ожидаемой перспективы развития, а также свойствам его внешней среды. При этом понятие «цифровая» сводит общее понятие развития до критериев, связанных с освоением возможностей, открываемых цифровыми технологиями, но не исключает необходимые для достижения целей экономического агента качественные характеристики роста.

Обзор литературы

Рассмотрим существующие на данный момент рейтинги цифровизации регионов РФ.

¹ Матрица оценки цифровой зрелости государственных и муниципальных услуг. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. 2019. С. 1–11. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/matritsa-otsenki-tsifrovoy-zrelosti.pdf> (дата обращения: 05.09.2023).

Рейтинг руководителей цифровой трансформации федеральных органов исполнительной власти и регионов России был запущен в 2021 г., озвучивался ежегодно Заместителем председателя правительства РФ Дмитрием Чернышенко на совещании по программе «Цифровая Россия» и составляется на основе суммы баллов по ряду показателей: цифровой зрелости по 5 отраслям, мер поддержки ИТ, информационной безопасности, межведомственному электронному взаимодействию, импортной независимости ПО, доли массовых социально значимых услуг в электронном виде². В 2022 г. в него включили оценку достижения запланированных показателей цифровой трансформации регионов и финансовой дисциплины³, а в 2023 г. рейтинг будет рассчитываться уже по 12 показателям, при этом максимальное количество баллов возрастет до 56,5⁴. Ключевое изменение – будет добавлен новый качественный критерий — перевод информационных систем на платформу «ГосТех».

В середине 2021 г. Минцифры на форуме в Калуге «Цифровая эволюция» представил Рейтинг «цифровой зрелости» российских регионов, состоящий из трех групп регионов в рейтинге, рассчитанном на основе дифференцированного набора показателей и равновзвешенной оценки вклада секторов здравоохранения, образования, государственного управления, городской среды, транспорта и логистики в итоговую оценку⁵. Рейтинг составлялся на базе методики, утвержденной Минцифры⁶.

² Правительство сообщило об очередном рейтинге руководителей цифровой трансформации ФОИВ и регионов. <https://d-russia.ru/pravitelstvo-soobshhilo-ob-ocherednom-rejtinge-rukovoditelej-cifrovoy-transformacii-foiv-i-regionov.html> (дата обращения 20.10.2023)

³ Вице-премьер Чернышенко представил лидеров и отстающих года по цифровой трансформации среди регионов, Tadviser, 6 марта 2023. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_регионов_России?ysclid=lku0v68sbt2479098 (дата обращения 20.11.2023)

⁴ Стала известна методика оценки деятельности РЦТ субъектов РФ в 2023 году. <https://d-russia.ru/stala-izvestna-metodika-ocenki-deyatelnosti-rct-subektov-rf-v-2023-godu.html> (дата обращения 10.11.2023)

⁵ Петрова В. Губернаторам выставили цифры. Коммерсантъ, № 143 (13.08.2021). <https://www.kommersant.ru/doc/4938764> (дата обращения: 11.10.2023)

⁶ Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация». Приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 600. Ред. от 14.01.2021. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372437/ (дата обращения 10.10.2023)

Впоследствии неоднократно предпринимались попытки проведения сравнительного анализа регионов, занимающих разные позиции рейтинга цифровой зрелости по этой методике (см., например: Банных, Баранова, Режецкая, 2022; Батракова, 2022; Худов, 2022).

Отметим также исследование работу, в которой на базе региональных стратегий цифровой трансформации были рассчитаны плановые значения индикаторов цифровой зрелости за 2022–2024 гг. для 82 регионов РФ согласно методике, утвержденной Приказом Минцифры¹. Авторами были определены передовые, средневысокие, средненизкие и отстающие регионы в сфере цифровой трансформации за 2022–2024 гг. Делается вывод о целесообразности пересмотра некоторых плановых показателей для реформирования региональной политики в области цифровой трансформации (Абрамов & Андреев, 2023).

Измерению величины и объемов цифровой экономики на региональном уровне посвящено, в частности, исследование, в котором величина цифровой экономики региона (на примере Пермского края) измеряется затратами на ИКТ всех отраслей экономики, численностью и долей занятых в цифровой экономике, объемами и долей цифрового производства, цифровой вооруженности труда и цифровой емкости производства (Миролюбова и др., 2020).

Значительное число работ посвящено построению индекса цифровизации регионов РФ. В частности, в методологической работе (Каурова и др., 2020) индекс цифровизации предлагается строить на основе 48 показателей, объединенных в три группы: восприятие процессов цифровой трансформации субъекта РФ, готовность цифровой среды и эффекты цифровой трансформации для экономики и социальной сферы региона. Авторы пока не представили широкой общественности свой расчет индекса по предлагаемой методике.

Также хочется выделить авторскую методику расчёта индекса цифровизации на примере субъектов Центрального Федерального округа (Лысенко и др., 2021). Индекс тут строится на основании трех субиндексов, включающих суммарно 17 показателей: индекс деятельности организаций, индекс деятельность граждан и индекс деятельности органов власти.

Еще одна оценка цифровой трансформации субъектов Центрального федерального округа была проведена О. Яновской, Н. Кулагиной

и Н. Логачевой (Yanovskaya et al., 2022). Авторы выделяют 6 групп по уровню цифрового развития на основе 55 показателей, входящих в 3 субиндекса: «цифровая инфраструктура и технологии», «кадры для цифровой экономики» и «инновационная активность». Показатели нормируются, и в дальнейшем используются средняя арифметическая и рейтинговые оценки на основе евклидова расстояния до лучшей практики.

Л.М. Никитина и В.А. Куркин применяют кластерный анализ для оценки развития цифровой экономики регионов РФ, позволивший разделить 85 регионов России на кластеры по 14 показателям по субъектам рыночной экономики (домашних хозяйств, государства и бизнес-структур), характеризующим уровень цифровизации в регионах. В результате исследования авторы приходят к выводу, что регионы с высоким индексом человеческого развития демонстрируют значительные успехи в цифровой экономике, а усилия государства значимы лишь для сектора государственных услуг и не оказывают заметного влияния на развитие ИКТ в других общественных подсистемах (Никитина, Куркин, 2020).

Изначально в настоящем исследовании анализ стратегий цифровой трансформации регионов РФ проводился исходя из того, что их реализация должна дать максимальный социально-экономический эффект. Стратегии только начали реализовываться, и данных пока накопилось недостаточно для глубокого анализа, поэтому мы поставили задачу иначе: насколько существующий уровень социального, экономического и демографического развития, а также накопленный опыт цифровизации региональной экономики, будут способствовать поставленным задачам цифровой трансформации. Для оценки мы взяли показатели, определяющие параметры базы для цифровизации за 2022 г. и показатели, которые были заложены в региональных стратегиях цифровой трансформации на 2023 г.

Методология исследования

Предлагаемая методология исследования базируется на модели PCA-DEA (Principal Component Analysis — Data Envelopment Analysis), которая представляет собой комбинацию методов главных компонент и анализа среды функционирования. PCA используется для снижения размерности данных путем преобразования их в новое пространство переменных, называемых главными компонентами, что позволяет учесть наибольшую часть

¹ Там же

дисперсии данных, используя меньшее количество переменных. DEA, с другой стороны, является методом анализа эффективности отдельных единиц (фирм, регионов, стран) в использовании ресурсов для достижения определенных результатов. DEA учитывает множество входных и выходных переменных и позволяет определить эффективность каждой единицы по сравнению с другими. Модель PCA-DEA сочетает эти два метода, чтобы учесть как структуру данных, так и эффективность использования ресурсов.

Модель PCA-DEA может применяться в различных областях, таких как экономика, финансы, управление, в анализе данных и оценке эффективности. Она может быть полезной для оптимизации производственных процессов, для выявления причин неэффективности.

Идея объединить эти две методологии была независимо разработана Уэдой и Хосиаи (Ueda & Hoshiai, 1997) и Адлером и Голани (Adler & Golany, 2001). Цель модели PCA-DEA заключается в улучшении дискриминационной способности в рамках анализа оболочки данных, который часто терпит неудачу при чрезмерном количестве входных и выходных данных.

Модель основана на предположении, что внутренняя структура и параметры взаимосвязей между входами и выходами неизвестны. Решение состоит в том, чтобы найти наиболее эффективные объекты. В качестве объектов наблюдения (в DEA это называется единицы принятия решений, decision making units, DMU) мы берем регионы РФ, каждый из которых представляет собой однородную модель, обладающую одинаковым по свойствам, но не по величине, набором входов и выходов (ресурсов и результатов). В общем виде, входы — это ресурсы, потребляемые объектами, выходы — это производимые результаты, при этом мерой эффективности выступает отношение входов к выходам. Коэффициенты эффективности варьируются от 0 до 1, DMU с коэффициентом, равным 1, считается эффективным. Модель может быть ориентирована на вход (где главной целью является выявление степени возможного снижения входных значений, например издержек) или на выход (где главной целью является увеличение выходных значений, например объема выпуска).

Кроме того, в DEA существует два типа направленности движения к границе эффективности: радиальные и нерадиальные. Радиальная мера эффективности означает, что основное внимание уделяется пропорциональному изменению входов и выходов и, сле-

довательно, игнорируется существование провалов, в то время как нерадиальная мера имеет дело непосредственно с провалами, и изменения входов и выходов не являются пропорциональными. Нерадиальная модель (более известная как мера Рассела) была пересмотрена Пастором и др., и получила название Enhanced Russell measure, ERM (Pastor, Ruiz, Sirvent, 1999).

Мы используем в своем анализе вариант модели ERM (Jahanshahloo et al., 2014; Ashrafi et al., 2012), которая является нерадиальной и неориентированной. Она может быть интерпретирована как отношение средней эффективности дискреционных входов к средней эффективности дискреционных выходов, которые служат для интерпретации эффективности оцениваемого DMU.

Таким образом, для оценки эффективности политики цифровизации с помощью модели PCA-DEA мы следовали следующим шагам:

1. Определили переменные, которые будут использоваться для анализа. Для проведения исследования мы взяли 2 блока показателей по итогам 2022 г. — цифровизации и социально-экономического развития региона — в качестве входов модели, и показатели из региональных стратегий цифровой трансформации на 2023 г. — в качестве выхода модели (см. раздел «Данные и показатели»).

2. Собрали данные по выбранным показателям для каждого региона. Так как показатели имеют разную размерность, сопоставлять их в абсолютных значениях было бы некорректно. Поэтому мы унифицировали данные, т. е. преобразовали их так, чтобы значения показателей измерялись в единой шкале. Можно выбрать любую шкалу, мы привели все показатели к диапазону от 1 до 10, где 1 соответствует самой низкой результативности, а 10 — самой высокой.

Для показателей, увеличение которых оказывает положительное влияние на целевой показатель («чем больше, тем лучше»), была использована нормировка:

$$x_{ij}^n = 1 + 9 \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}} \right), \quad (1)$$

где i — показатель ($i = 1, \dots, n$), j — регион РФ, ($j = 1, \dots, m$); соответственно, x_{ij} — исходный показатель соответствующего региона.

Для показателей, уменьшение которых оказывает положительное влияние на целевой показатель («чем меньше, тем лучше»), в частности уровень безработицы, уровень бедности, доля населения в возрасте старше трудо-

способного, число детей, умерших в возрасте до 1 года на 1000 родившихся, отношение госдолга региона к налоговым и неналоговым доходам консолидированного бюджета), применялось нормирующее преобразование:

$$x_{ij}^n = 1 + 9 \left(\frac{x_{ij} - x_{ij}^{max}}{x_{ij}^{min} - x_{ij}^{max}} \right). \quad (2)$$

Далее мы использовали Gretl для расчета факторных нагрузок главных компонент. В результате были получены укрупненные значения индексов цифровизации, социально-экономического развития и плановых показателей стратегий цифровой трансформации для каждого региона. В данном исследовании, как и в ряде предыдущих (Вереникин и др., 2021), мы использовали обобщенный модифицированный метод главных компонент, рассчитав интегральный показатель (I_j):

$$I_j = \sum_{k=1}^K \rho_k y_{kj} = \sum_{k=1}^K \rho_k \sum_{i=1}^n l_{ki}^2 x_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K (\lambda_k \sum_{i=1}^n l_{ki}^2 x_{ij})}{\sum_{k=1}^K \lambda_k} = \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{k=1}^K \lambda_k l_{ki}^2}{\sum_{k=1}^K \lambda_k} x_{ij}, \quad (3)$$

где $\frac{\sum_{k=1}^K \lambda_k l_{ki}^2}{\sum_{k=1}^K \lambda_k}$ вес каждого i -го показателя

в интегральном индикаторе, рассчитанном обобщенным модифицированным методом главных компонент; y_{kj} — модифицированные главные компоненты; ρ_k — доли вариации исходных данных, объясненные соответствующими главными компонентами; $l_k = \{l_{ki}\}_{i=1}^n$ — вектор факторных нагрузок, соответствующий k -й главной компоненте; $\lambda_k, k = 1, \dots, K$ — собственные значения ковариационной матрицы исходных показателей $x_{ij}, I = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$.

3. Использовали значение индексов цифровизации, социально-экономического развития и стратегий цифровой трансформации, полученные на втором шаге, в методе DEA как переменные входа и выхода (использовался пакет программ MaxDEA). Это позволило учесть структуру данных и снизить размерность DEA. В результате получили разные оценки потенциала достижения плановых показателей, поставленных в стратегиях цифровой трансформации для каждого региона (по шкале от 0 до 1).

Данные и показатели

В ходе исследования были проанализированы все региональные программы по состоянию на 1 июля 2023 г. по 6 направлениям цифровой трансформации: здравоохранение, образование, транспорт, развитие городской среды, государственное управление и социальная сфера, опубликованные на сайте Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ¹.

Все регионы Российской Федерации вошли в финальный расчет, за исключением:

— города Москвы, Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской и Херсонской областей, так как у данных регионов отсутствует стратегия цифровой трансформации по состоянию на 1 июля 2023 г.,

— Чукотского автономного округа, так как стратегия цифровизации этого региона включает менее 30 % всех анализируемых показателей.

Для проведения исследования мы взяли 2 блока показателей уровня цифровизации и уровня социально-экономического развития за 2022 г. в качестве входов модели, а показатели из региональных стратегий цифровой трансформации на 2023 г. — в качестве выходов модели².

Первый блок входных показателей модели отражает уровень развития ИКТ-сектора на мезо- и микроуровне.

Среди региональных факторов мы выделили планируемый бюджет региона на ИКТ в 2023 г., долю специалистов по цифровым технологиям в общем числе занятых в экономике региона, стоимостную долю закупаемого / арендуемого государственными органами отечественного программного обеспечения. На наш взгляд, эти показатели иллюстрируют вклад региональных властей в цифровизацию вверенной им территории.

Оценка уровня цифровизации домохозяйств базируется на таких факторах, как доля домашних хозяйств, имеющих доступ к сети «Интернет», доля населения в возрасте 15–72 лет, использовавшего сеть «Интернет» для получения государственных и муници-

¹ Стратегии цифровой трансформации регионов РФ. <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1064/> (дата обращения: 05.08.2023)

² Таблицы с подробным перечнем показателей размещены в свободном доступе (см. табл. 1-3). <https://docs.google.com/document/d/1a9QMXSkk0Z52eKDTE8V4DcHMS0Cs wTNoKNOKZcqt72M/edit?usp=sharing> (дата обращения: 10.10.2023)

пальных услуг в целом и по сферам: в здравоохранении, в образовании, в социальном обеспечении, в сфере ЖКХ. Эти показатели отражают, насколько население вовлечено в процесс цифровизации в области взаимодействия с органами и получения госуслуг. Чем больше уровень такой вовлеченности, тем более вероятно, что плановые показатели стратегий цифровизации будут выполнены.

Оценка уровня цифровизации бизнеса включает такие показатели, как доля организаций, использующих интернет для взаимодействия с органами управления, доля организаций, использовавших современные ИТ-технологии (те, которые предполагаются к внедрению в ходе реализации стратегий цифровой трансформации регионов): технологии сбора, обработки и анализа больших данных, технологии искусственного интеллекта, технологии интернета вещей, «облачные» сервисы, «сквозные» цифровые технологии в целом. Кроме того, в рамках поддержки политики импорт-замещения мы включили долю организаций, использовавших ПО российского производства для предоставления доступа к базам данных и для обработки и визуализации массивов данных. Наконец, оценка вовлеченности бизнеса в процесс цифровизации дополнена показателем «удельные внутренние затраты организаций на обучение сотрудников, связанное с внедрением и использованием цифровых технологий».

Второй блок входных показателей модели измеряет уровень социально-экономического развития региона по итогам 2022 г. и включает:

- факторы масштабов и эффективности экономики (ВРП на душу населения, индекс промышленного производства, прирост производства электроэнергии, объем жилищного строительства, грузооборот автомобильного транспорта, оборот розничной торговли, инвестиции в основной капитал на душу населения, доля прибыльных предприятий и организаций);

- социальные факторы (отношение среднедушевых денежных доходов населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг, динамика реальных денежных доходов населения, уровень безработицы и уровень бедности);

- демографические факторы (доля населения старше трудоспособного возраста, в % ко всему населению, ожидаемая продолжительность жизни, естественный прирост, младенческая смертность, миграционный прирост);

- факторы бюджетной сферы (отношение госдолга региона к налоговым и ненало-

говым доходам консолидированного бюджета, а также, на душу населения: доходы консолидированного бюджета, профицит / дефицит консолидированного бюджета и расходы на национальную экономику).

Блок показателей выхода модели включает плановые данные из региональных стратегий цифровой трансформации на 2023 г. в области образования и науки, здравоохранения, государственного управления, городской среды, социальной сферы и транспорта. При этом из 135 показателей, перечисленных в распоряжениях Правительства №№ 2998-р, 3144-р, 3427-р, 3744-р, 3883-р, 3980-р и в Методике расчета показателей, входящих в оценку уровня цифровой зрелости, в работу вошло только 43, так как по большинству показателей остальные регионы не предоставили плановых значений.

Далее, мы использовали обобщенный модифицированный метод главных компонент для построения укрупненных индексов цифровизации (рейтинг ИКТ), социально-экономического развития (рейтинг СЭР) и плановых показателей стратегий цифровой трансформации (рейтинг ППЦ) для каждого региона (табл. 1).

При этом построенные нами индексы позволяют провести их декомпозицию, транслировать их «в глубину» задачи. В частности, мы можем провести анализ рейтингов ИКТ, СЭР и ППЦ по компонентам, входящим в их расчет. В результате можно получить субиндексы, которые позволят выявить вклад определенных факторов в итоговый результат рассчитанного интегрального рейтинга.

Далее для исследования надежности построенного рейтинга мы провели анализ чувствительности, оценив, является ли какой-либо из блоков определяющим для построения рейтингов ИКТ, СЭР и ППЦ. Для этого мы рассчитали коэффициенты корреляции Кендалла и Спирмена между рангами по интегральному показателю и по отдельным его блокам. Ранги по интегральному показателю и по отдельным блокам похожи друг на друга, но не коррелируют полностью (1 означает, что ранги полностью коррелируют, 0 — что ранги совсем не коррелируют). Также было рассчитано *P*-значение для проверки гипотезы о том, что ранговый коэффициент равен 0. Во всех случаях данная гипотеза отклоняется. Ранговая корреляционная связь между оценками по двум индексам значимая¹.

¹ Подробнее см. таблицы 4-6, размещенные в свободном доступе. <https://docs.google.com/document/d/1a9QM XSkk0Z52eKDTE8V4DcHMS0CswTNoKNOKZcqt72M/edit?usp=sharing>

Расчет коэффициентов корреляции продемонстрировал, в частности, что показатели развития городской среды в рейтинге ППЦ имеют самое большое значение (ранговый коэффициент корреляции Спирмена близок к 0,8, а коэффициент Кендалла равен 0,6), далее следуют показатели цифровизации здравоохранения и государственного управления (в обоих случаях 0,6 и 0,4 соответственно). Наименее значимая связь между показателями цифровизации социальной сферы и региональным рейтингом по уровню развития ИКТ (0,31 и 0,22 соответственно).

Также отметим, что факторы масштабов и эффективности экономики в рейтинге СЭР хоть и не способны полностью определить позицию в итоговом рейтинге, являются доминирующим фактором. Связь между факторами масштабов и эффективности экономики и позицией региона в рейтинге СЭР прямая и сильная (ранговый коэффициент корреляции Спирмена равен 0,75).

Кроме того выяснилось, что регионы с высокими доходами региональных бюджетов не обязательно являются лидерами социально-экономического развития, то есть достижения в бюджетной сфере не гарантируют и успешность реализации программ цифровой

трансформации в том числе. Аналогичные выводы можно сделать в отношении влияния региональных бюджетов на ИКТ на уровень цифровизации региона (гораздо большее значение имеет уровень цифровизации домохозяйств и бизнеса).

Результаты исследования и рейтинг регионов

В результате проведенного анализа мы разбили регионы на пять групп по принципу равномерного убывания значения интегрального показателя с шагом 0,1 до достижения им значения 0,600, и далее оставшиеся 9 регионов сформировали последнюю группу (рис. 1).

Мы получили ранжирование регионов с разными оценками потенциала достижения плановых показателей, поставленных в стратегиях цифровой трансформации. Полученные результаты отражены на карте (рис. 2), на которой представлены 89 субъектов России по состоянию на 1 июля 2023 г. Регионы РФ, не вошедшие в выборку, выделены белым цветом.

Для анализа групп регионов мы рассчитали разницу позиций каждого региона в рейтингах уровня цифровизации (ИКТ) и плановых показателей стратегий цифровой трансформации (ППЦ), а также в рейтингах соци-

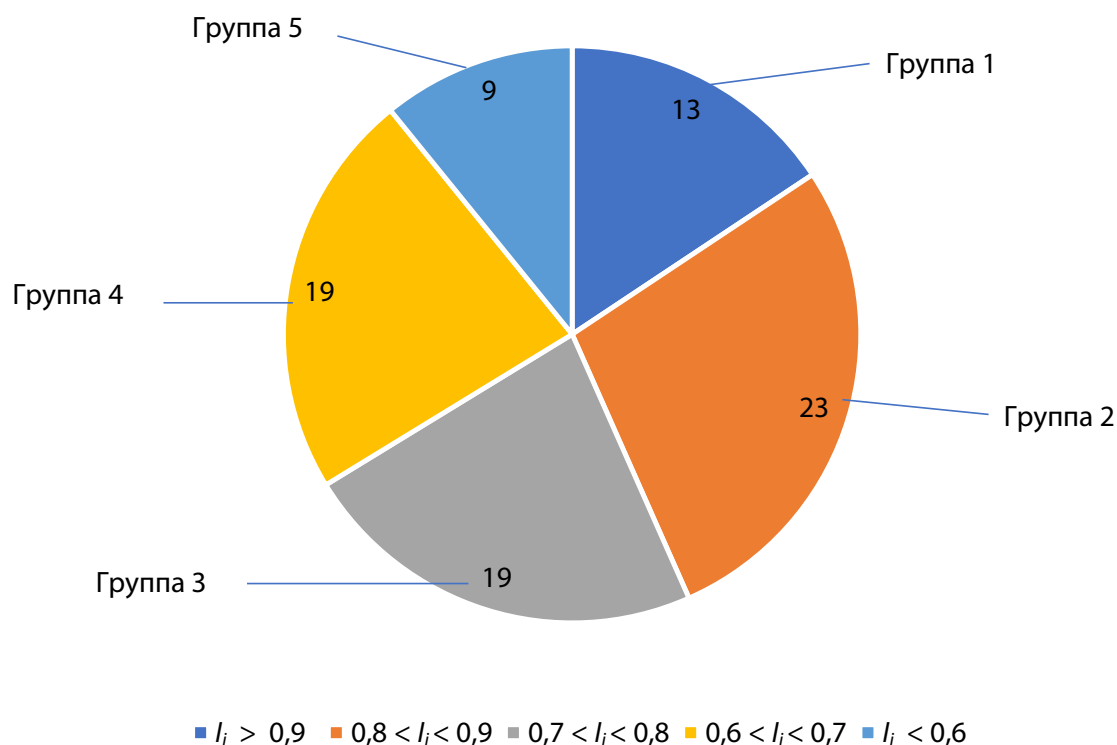


Рис. 1. Распределение регионов по значению интегрального показателя (I_j) по 5 группам и количество регионов в каждой группе (источник: составлено авторами)

Fig. 1. Distribution of regions by integral indicator (I_j) across 5 groups and the number of regions in each group (source: compiled by the authors).

Значение интегрального показателя

от	до
0,422	0,600
0,601	0,700
0,701	0,800
0,801	0,900
0,901	1,000



Рис. 2. Значение интегрального показателя цифровой трансформации по регионам РФ (источник: составлено авторами)

Fig. 2. Value of the integral indicator of digital transformation for Russian regions (source: compiled by the authors).

ально-экономического развития (СЭР) и ППЦ (столбцы 7, 8 в табл.), чтобы оценить, насколько отличаются позиции регионов в соответствующих рейтингах и проследить взаимосвязь между ними. Также мы рассчитали медианные значения для нахождения центрального значения в наборе рейтинговых позиций и среднее квадратическое отклонение (СКО) по значениям соответствующего рейтинга для каждой из 5 групп регионов. Чем больше величина СКО, тем больший разброс значений в представленном множестве значений рейтинга по каждой из 5 групп, а меньшее значение СКО, соответственно, показывает, что значения сгруппированы вокруг среднего.

Итак, 1-я группа регионов со значениями интегрального показателя от 0,92 до 1 представлена регионами, обладающими максимальными шансами достичь указанных в программах цифровой трансформации значений показателей цифровизации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления (Ненецкий и Ханты-Мансийский АО), имея лучшие стартовые возможности, а также регионами, чьи позиции в рейтингах по уровню цифровизации (рейтинг ИКТ) и социально-экономического развития (рейтинг

СЭР) максимально отстают от рейтинга по плановым показателям цифровой трансформации, и при этом данные регионы оказались на высоких позициях в рейтинге плановых показателей (места выше 14-го, медианное значение рейтинга ППЦ по группе равно 7). В частности, Брянская область — 64-е место в рейтинге ИКТ, 42-е в рейтинге СЭР и 8-е по плановым показателям; Калужская область — 25-е место в рейтинге ИКТ, 58-е в рейтинге СЭР и 2-е по плановым показателям; Ярославская область — 41-е в рейтинге ИКТ, 37-е в рейтинге СЭР и 3-е по плановым показателям; Астраханская область — 51-е в рейтинге ИКТ, 67-е в рейтинге СЭР и 6-е по плановым показателям; Псковская область — 80-е в рейтинге ИКТ, 83-е в рейтинге СЭР и 14-е по плановым показателям и т. д. (табл.).

Казалось бы, данные регионы планируют совершить некий прорыв в цифровой трансформации, имея при этом скромные стартовые возможности. Обратим внимание, на то что среди этих регионов только Ненецкий АО и Ханты-Мансийский АО отличаются высоким уровнем цифровизации и социально-экономического развития, остальные регионы просто включили в свои программы все показатели, рекомендуемые регуляторами.

Таблица

Рейтинг регионов по потенциалу достижения плановых показателей стратегий цифровой трансформации и анализ пяти подгрупп рейтинга

Table

Ranking of regions by potential to achieve planned indicators of digital transformation strategies and analysis of five subgroups of the ranking

Группа	Регион РФ	Значение интегрального показателя	Место в рейтинге ИКТ	Место в рейтинге СЭР	Место в рейтинге ППЦ	<i>D</i>	<i>D</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ненецкий АО	1,000	2	2	1	-1	-1
1	Калужская область	1,000	25	58	2	-23	-56
1	Псковская область	1,000	80	83	14	-66	-69
1	Ярославская область	0,991	41	37	3	-38	-34
1	Липецкая область	0,988	52	30	5	-47	-25
1	Брянская область	0,984	64	42	8	-56	-34
1	Астраханская область	0,980	51	67	6	-45	-61
1	Хабаровский край	0,959	67	46	12	-55	-34
1	Нижегородская область	0,950	43	44	9	-34	-35
1	Республика Башкортостан	0,937	42	21	11	-31	-10
1	Красноярский край	0,933	23	65	10	-13	-55
1	Курская область	0,930	15	49	7	-8	-42
1	Ханты-Мансийский АО – Югра	0,928	9	3	4	-5	1
<i>Медиана, группа 1</i>			42	44	7	-34	-34
<i>Среднее квадратическое отклонение, группа 1</i>			23,7	24,0	4,0	21,2	22,2
2	Рязанская область	0,900	74	56	20	-54	-36
2	Самарская область	0,898	54	24	19	-35	-5
2	г. Севастополь	0,898	77	32	28	-49	-4
2	Калининградская область	0,898	81	75	29	-52	-46
2	Владимирская область	0,895	31	43	15	-16	-28
2	Томская область	0,893	20	9	13	-7	4
2	Оренбургская область	0,877	11	64	17	6	-47
2	Челябинская область	0,870	49	36	23	-26	-13
2	Республика Мордовия	0,868	35	69	21	-14	-48
2	Омская область	0,867	53	45	26	-27	-19
2	Чувашская Республика	0,860	61	26	27	-34	1
2	Тверская область	0,851	83	79	49	-34	-30
2	Московская область	0,848	7	12	16	9	4
2	г. Санкт-Петербург	0,844	14	8	18	4	10
2	Новгородская область	0,835	12	61	24	12	-37
2	Республика Бурятия	0,825	6	19	22	16	3

Продолжение табл. на след. стр.

Продолжение табл.

2	Курганская область	0,825	30	76	30	0	-46
2	Кировская область	0,817	59	63	32	-27	-31
2	Приморский край	0,813	68	40	34	-34	-6
2	Республика Марий Эл	0,812	48	68	31	-17	-37
2	Свердловская область	0,808	70	31	37	-33	6
2	Сахалинская область	0,807	8	10	25	17	15
2	Ивановская область	0,801	40	74	33	-7	-41
<i>Медиана, группа 2</i>			48	43	25	-17	-19
<i>Среднее квадратическое отклонение, группа 2</i>			26,1	24,3	8,3	21,9	21,4
3	Республика Карелия	0,798	78	73	41	-37	-32
3	Ульяновская область	0,781	32	72	36	4	-36
3	Еврейская автономная область	0,781	27	82	48	21	-34
3	Тюменская область	0,775	47	7	38	-9	31
3	Амурская область	0,775	39	33	35	-4	2
3	Иркутская область	0,773	69	27	44	-25	17
3	Смоленская область	0,762	75	80	51	-24	-29
3	Республика Северная Осетия-Алания	0,759	60	60	45	-15	-15
3	Кабардино-Балкарская Республика	0,746	44	29	42	-2	13
3	Республика Саха (Якутия)	0,739	58	35	50	-8	15
3	Камчатский край	0,738	73	14	54	-19	40
3	Республика Хакасия	0,736	63	66	52	-11	-14
3	Республика Крым	0,732	72	71	55	-15	-14
3	Ставропольский край	0,722	21	34	40	19	6
3	Мурманская область	0,721	16	18	39	23	21
3	Тамбовская область	0,719	18	57	43	25	-14
3	Удмуртская Республика	0,703	56	47	59	3	12
3	Республика Тыва	0,702	37	81	65	28	-16
3	Республика Алтай	0,701	19	51	46	27	-5
<i>Медиана, группа 3</i>			47	51	45	-4	-5
<i>Среднее квадратическое отклонение, группа 3</i>			21,4	24,3	8,1	19,9	22,5
4	Забайкальский край	0,700	62	38	61	-1	23
4	Республика Адыгея	0,691	10	20	47	37	27
4	Белгородская область	0,691	45	16	60	15	44
4	Магаданская область	0,689	57	11	62	5	51
4	Ленинградская область	0,688	33	13	58	25	45
4	Тульская область	0,682	28	54	57	27	1
4	Воронежская область	0,681	17	17	53	36	36
4	Республика Дагестан	0,656	82	6	73	-9	67
4	Орловская область	0,655	76	59	71	-5	12
4	Алтайский край	0,655	79	25	72	-7	47
4	Кемеровская область	0,651	22	28	63	41	35
4	Новосибирская область	0,646	65	52	69	4	17

Окончание табл. на след. стр.

Окончание табл.

4	Республика Ингушетия	0,643	50	39	68	18	29
4	Архангельская область	0,643	38	48	66	28	18
4	Пермский край	0,641	24	22	64	40	42
4	Ямало–Ненецкий автономный округ	0,640	1	1	56	55	55
4	Вологодская область	0,633	34	41	67	33	26
4	Ростовская область	0,626	46	23	70	24	47
4	Костромская область	0,601	66	77	74	8	–3
<i>Медиана, группа 4</i>			45	25	64	24	35
<i>Среднее квадратическое отклонение, группа 4</i>			23,9	20,2	7,3	18,6	18,5
5	Республика Коми	0,564	55	62	77	22	15
5	Краснодарский край	0,564	29	15	76	47	61
5	Республика Калмыкия	0,562	3	78	78	75	0
5	Республика Татарстан	0,550	13	4	75	62	71
5	Пензенская область	0,544	71	55	79	8	24
5	Волгоградская область	0,479	5	50	80	75	30
5	Карачаево–Черкесская Республика	0,447	36	53	82	46	29
5	Чеченская Республика	0,431	4	5	81	77	76
5	Саратовская область	0,422	26	70	83	57	13
<i>Медиана, группа 5</i>			26	53	79	57	29
<i>Среднее квадратическое отклонение, группа 5</i>			24,0	28,2	2,7	24,3	27,3

Примечание: рейтинг ППЦ – рейтинг плановых показателей стратегий цифровой трансформации, рейтинг ИКТ – рейтинг цифровизации регионов, рейтинг СЭР – рейтинг социально-экономического развития регионов.

Источник: рассчитано авторами

2-я группа регионов самая многочисленная, со значениями интегрального показателя от 0,8 до 0,9, представлена регионами, обладающими значительными шансами достичь указанных в программах цифровой трансформации значений показателей цифровизации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления (Томская, Московская области, г. Санкт-Петербург, Республика Бурятия и др.). В эту группу вошли регионы, обладающие высокими стартовыми возможностями, а также те, чьи позиции в рейтингах по уровню цифровизации (рейтинг ИКТ) и социально-экономического развития (рейтинг СЭР) значительно отстают от рейтинга по плановым показателям цифровой трансформации (рейтинг ППЦ), и при этом данные регионы занимают позиции выше среднего в рейтинге ППЦ (места от 13-го до 55-го, медианное значение рейтинга ППЦ равно 25). Недостаточно высокая позиция регионов в рейтинге свидетельствует о неполном соответствии базовых и планируемых показателей цифровизации из-за пробелов в планировании (табл.).

3-я группа регионов – со значениями интегрального показателя от 0,7 до 0,8, состоит из регионов, чьи позиции в рейтинге достижения плановых показателей цифровой трансформации (ППЦ) находятся ниже среднего (медианное значение рейтинга ППЦ составляет 45), при этом эти регионы занимают места ниже среднего по уровню социально-экономического развития и места выше среднего по уровню развития ИКТ (Мурманская, Амурская и Ульяновская области, Ставропольский край). При этом позиции регионов 3-й группы в рейтингах по уровню цифровизации (ИКТ) и социально-экономического развития (СЭР) незначительно отстают от рейтинга по плановым показателям цифровой трансформации (ППЦ), медианные значения составляют – 4 и – 5 соответственно, что является минимальной разницей из всех групп рейтинга. Таким образом, данные регионы обладают достаточными возможностями воплотить в жизнь указанные в программах цифровой трансформации показатели цифровизации отраслей экономики, социальной сферы

и государственного управления, так как места в рейтингах ИКТ и СЭР близки к позициям в рейтинге достижения плановых показателей (табл.).

4-я группа регионов, со значениями интегрального показателя от 0,60 до 0,70, представлена регионами, обладающими достаточными высокими позициями в рейтинге ИКТ (медианное значение рейтинга ИКТ равно 25, максимальное значение из всех групп регионов). Кроме того, данная группа представлена регионами, чьи позиции в рейтингах ИКТ и СЭР находятся значительно выше, чем в рейтинге по плановым показателям цифровой трансформации (Удмуртская Республика, Орловская область, Новосибирская область, Костромская область). Данные регионы преимущественно оказались на низких позициях в рейтинге плановых показателей (места от 46 до 74). В частности, Воронежская область — 17-е место в рейтинге ИКТ, 17-е в рейтинге СЭР и 53-е по плановым показателям, Кемеровская область — 22-е место в рейтинге ИКТ, 28-е в рейтинге СЭР и 63-е по плановым показателям, Ленинградская область — 33-е в рейтинге ИКТ, 13-е в рейтинге СЭР и 58-е по плановым показателям, Пермский край — 24-е в рейтинге ИКТ, 22-е в рейтинге СЭР и 64 по плановым показателям и т. д. (табл.). Низкие позиции регионов в итоговом рейтинге и в рейтинге плановых показателей свидетельствуют о низком соответствии базовых и планируемых показателей цифровизации из-за пробелов в планировании. При этом данные регионы, занимающие достаточно высокие позиции в рейтинге ИКТ, могли бы занять более высокие позиции в итоговом рейтинге, если бы тщательнее подошли к планированию.

5-я группа регионов, со значениями интегрального показателя от 0,42 до 0,56, представлена регионами, чьи шансы на достижение плановых показателей цифровизации оценить затруднительно из-за халатного отношения региональных властей к заполнению седьмого раздела «Показатели развития отрасли» стратегий в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления. При этом в последнюю группу попали Татарстан, обладающий 13-й позицией в рейтинге ИКТ и 4-й в рейтинге СЭР, и при этом занявший 75-е место в рейтинге плановых показателей и, как результат, лишь 78-ю позицию в интегральном рейтинге, а также Краснодарский край, обладающий 29-й позицией в рейтинге ИКТ и 15-й в рейтинге СЭР,

и при этом занявший 76-е место в рейтинге плановых показателей и, как результат, лишь 76-е в интегральном рейтинге (табл.).

Выделим основные пробелы с запланированными показателями в стратегиях цифровой трансформации в четвертой группе регионов:

1) Республика Коми — имеются данные только по 3 показателям из 13 по блоку «Городская среда»; отсутствуют данные по показателям З.3, З.8, З.9, У.2;

2) Краснодарский край — отсутствуют данные по показателям З.2, Г.6, Г.9, Г.10, Т.3, низкие значения показателей З.8, У.3, У.5, У.6, У.9, Г.7, Г.4, Г.5, Г.8, Т.1, Т.2;

3) Республика Калмыкия — низкие значения показателей О.1-О.4, З.8-З.10, У.5, У.6, У.10, Г.1, Г.6-Г.10, С.1, Т.1, Т.3, отсутствуют данные по показателю С.4;

4) Республика Татарстан — отсутствуют данные по показателю З.1, имеются данные только по 2 показателям из 13 по блоку «Городская среда», низкие значения показателей З.8, З.10, С.4, У.6;

5) Пензенская область — отсутствуют данные по показателям О.6, З.1, З.10, У.4-У.8, Г.9, Г.10, С.1-С.4, низкие значения показателей З.5, У.9, Г.4, Г.5-Г.8, Т.3;

6) Волгоградская область — отсутствуют данные по показателям З.4, З.8, У.4, Г.3, Г.4, С.4, низкие значения показателей З.5-З.7, З.9, Г.1, Г.5, Г.6, Г.9, Г.10, С.1, С.2, Т.1-Т.3;

7) Карачаево-Черкесская Республика — отсутствуют данные по показателям З.3, З.4, З.10, Г.9, Г.10, низкие значения показателей З.6-З.9, У.3-У.5, У.9, Г.3-Г.6, С.1-С.3, С.5;

8) Чеченская Республика — отсутствуют данные по показателям О.6, З.1-З.4, У.2-У.9, С.1, С.2, С.3, имеются данные только по 3 показателям из 13 по блоку «Городская среда», низкие значения показателей З.5 и З.10;

9) Саратовская область — отсутствуют данные по показателям З.2, З.4, З.6, З.8, З.10, Г.9, Г.10, С.1, С.2, низкие значения показателей У.5, У.9, Г.5-Г.8, С.3, С.5.

Также следует отметить, что периодически встречаются отклонения планируемых регионами показателей от рекомендуемых профильными министерствами (см. распоряжения Правительства №№ 2998-р, 3144-р, 3427-р, 3744-р, 3883-р, 3980-р). Например, Смоленская область, Тверская область, Мурманская область и Ханты-Мансийский АО заложили значение показателя О.1 (доля обучающихся, родителей (законных представителей) и педагогических работников, которым обеспечен равный доступ на безвозмездной основе к верифицирован-

ному цифровому образовательному контенту) в размерах от 70 до 80 % при рекомендуемом Минпросвещения в размере 40 % (стратегическое направление в области цифровой трансформации образования, утверждено распоряжением Правительства РФ от 2 декабря 2021 г. № 3427-р). Аналогично, значение показателя 0.6 (доля образовательных организаций, введение электронного документооборота в которых позволит снизить уровень бюрократизации образовательной деятельности, даст возможность принимать управленческие решения на основе анализа больших данных с помощью интеллектуальных алгоритмов) при рекомендуемых 10 % у Республики Крым и Тюменской области составляет 100 %, у Смоленской области — 70 %, у Республики Ингушетия — 50 %, у Ханты-Мансийского АО — 25 %. Похожая ситуация наблюдается с показателями 3.2-3.4, 3.9, 3.10, У.1, У.2 и др. Таким образом, вероятно, имеет место некоторое искажение в планировании, а значит и в расчетах индекса достижения плановых показателей.

Выводы

В исследовании была поставлена и успешно реализована задача оценить, насколько существующий уровень социального, экономического и демографического развития, а также накопленный опыт цифровизации региональной экономики способствуют поставленным задачам цифровой трансформации регионов РФ.

При этом авторская гипотеза, предполагающая, что регионы с высоким уровнем развития ИКТ и социально-экономического развития потенциально будут являться лидерами программ региональной цифровой трансформации, не подтвердилась полностью, так как некоторые лидирующие регионы недостаточно ответственно отнеслись к планированию показателей стратегий цифровой трансформации. Имеет смысл в дальнейшем, когда появятся отчеты регионов о достижении плановых показателей, провести анализ результативности планирования. Возможно, к этому времени стратегии будут актуализированы и данные верифицированы, и при наличии соответствующих отчетных данных можно будет повторно проверить гипотезу.

Научная новизна результатов проведенного исследования заключается в том, что авторы впервые проанализировали достижимость планируемых параметров цифровизации при заданных исходных значениях развития цифровой и социально-экономической сферы, используя при этом модель

PCA-DEA, которая пока не нашла широкого применения в отечественной эконометрике, но при этом прекрасно зарекомендовала себя в зарубежных научных исследованиях. С помощью обобщенного модифицированного метода главных компонент мы получили укрупненное значение индексов цифровизации, социально-экономического развития (по итогам 2022 г.) и плановых показателей стратегий цифровой трансформации (на 2023 г.) для каждого региона. Далее в качестве входов DEA модели мы использовали индексы цифровизации и социально-экономического развития, а плановые показатели стратегий цифровой трансформации — в качестве выхода модели.

В результате проведенного анализа мы получили пять групп регионов с разными оценками потенциала достижения плановых показателей. Место в рейтинге зависит не только от уровня цифровизации и социально-экономического развития, но и от полноты включения в программу цифровой трансформации показателей цифровизации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления, в соответствии с распоряжениями Правительства №№ 2998-р, 3144-р, 3427-р, 3744-р, 3883-р, 3980-р и Методикой расчета показателей, входящих в оценку уровня цифровой зрелости.

При этом имеют место быть отклонения планируемых регионами показателей от рекомендуемых профильными министерствами, как в сторону существенного занижения (что объяснимо скромными стартовыми позициями региона), так и в сторону существенного завышения (при этом десятикратное превышение значений плановых показателей наводит на мысли о недобросовестном отношении к планированию).

Используя декомпозицию интегрального показателя и посредством расчета коэффициентов корреляции Кенделла и Спирмена мы выяснили следующее:

- связь между масштабами и эффективностью экономики и уровнем цифровизации прямая и сильная;
- показатели развития городской среды являются значимым фактором, существенно влияющим на позицию региона в интегральном рейтинге;
- регионы с высокими доходами региональных бюджетов не обязательно являются лидерами социально-экономического развития, т. е. достижения в бюджетной сфере не гарантируют и успешность реализации программ цифровой трансформации в том числе;

— влияние региональных затрат на информационные технологии на уровень цифровизации региона является менее значимым, чем уровень цифровизации домохозяйств и бизнеса.

Разработанная методология позволила нам учесть как структуру данных, так и эффективность планирования в политике цифровизации, что способствует определению наиболее эффективных стратегий и принятию правильных решений для дальнейшего развития и оптимизации цифровой экономики.

Для углубленного анализа в дальнейшем потребуется подобрать качественные прокси-

показатели и построить эконометрическую модель для каждого федерального округа, что, по мнению авторов, позволит учесть региональную специфику и выявить дополнительные факторы, препятствующие получению преимуществ от цифровизации.

Также важным направлением для дальнейшего исследования является изучение влияния цифровизации на социально-экономическое развитие регионов, что включает построение эконометрических моделей, учитывающих и другие значимые показатели, кроме анализируемых в настоящем исследовании.

Список источников

Абрамов, В. И., Андреев, В. Д. (2023). Анализ стратегий цифровой трансформации регионов России в контексте достижения национальных целей. *Вопросы государственного и муниципального управления*, (1), 89–119. <https://doi.org/10.17323/1999-5431-2023-0-1-89-119>

Баннх, Г. А., Баранова, М. Е., Режецкая, А. И. (2022). Оценка цифровой зрелости регионов как инструмент цифровой трансформации государственного управления. *Сборник докладов XVI Международной конференции «Российские регионы в фокусе перемен». Том 2* (с. 554-560). https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/108788/1/978-5-91256-543-4_113.pdf?ysclid=lm2e4wgowt331345638 (дата обращения: 20.10.2023)

Батракова, Л. Г. (2022). Выявление и оценка факторов, влияющих на цифровую зрелость регионов. *Теоретическая экономика*, (3(87)), 97-110. https://doi.org/10.52957/22213260_2022_3_97

Бочкарева, Т. Н., Гапсаламов, А. Р., Васильев, В. Л. (2021). Цифровая зрелость системы отечественного образования как показатель успешного преодоления новых экзогенных факторов. *Педагогическое образование: новые вызовы и цели: VII Международный форум по педагогическому образованию: сборник научных трудов. Казань, 25–28 мая 2021 года. Том V* (с. 304-309). <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/166559> (дата обращения: 08.08.2023)

Вереникин, А. О., Маханькова, Н. А., Вереникина, А. Ю. (2021). Измерение устойчивости развития крупных российских компаний. *Российский журнал менеджмента*, 19(3), 237–287. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2021.301>

Дериземля, В. Е., Тер-Григорьянц, А. А. (2021). Методические положения оценки цифровой зрелости экономической систем. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*, 29(1), 39–55. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2021-29-1-39-55>

Каурова, О. В., Малолетко, А. Н., Матраева, Л. В., Королькова, Н. А. (2020). Определение состава показателей оценки уровня развития цифровой экономики в регионе (региональной цифровой среды). *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*, (1), 138-149.

Лысенко, А. Н. Афанасьева, Н. А., Рахмеева, И. И. (2021). Оценка уровня цифровизации регионов центрального федерального округа. *Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки*, (3), 171-182. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2021.3.12>

Меланьина, М. В., Ахмед, Н. Н. А., Пономарева, В. С. (2022). Теоретические подходы к определению понятий «цифровая экономика» и «цифровизация». *Горизонты экономики*, (5(71)), 82-87.

Миролюбова, Т. В., Карлина, Т. В., Николаев, Р. С. (2020). Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике. *Экономика региона*. 16(2), 377-390. <http://doi.org/10.17059/2020-2-4>

Миролюбова, Т. В., Радионова, М. В. (2023). Цифровая трансформация и ее влияние на социально-экономическое развитие российских регионов. *Экономика региона*, 19(3), 697-710. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-7>

Никитина, Л. М., Куркин, В. А. (2020). Применение кластерного анализа для оценки развития цифровой экономики регионов России. *Регион: системы, экономика, управление*, (3(50)), 28-38.

Ратнер, С. В. (2023). *Практические приложения анализа среды функционирования (Data Envelopment Analysis) к решению задач экологического менеджмента*. Москва: НИЦ Инфра-М, 231. <https://doi.org/10.12737/1022304>

Худов, А. М. (2022). Методические аспекты оценки уровня цифровой трансформации регионов: критический анализ и исследование современных тенденций. *Управленческий учет*, (8-2), 274–281.

Adler, N. & Golany, B. (2001). Evaluation of Deregulated Airline Networks Using Data Envelopment Analysis Combined with Principal Component Analysis with an Application to Western Europe. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 260-273. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00150-8)

Ashrafi, A., Jaafar, A. B., & Lee, L. S. (2012). An enhanced Russell measure of efficiency in the presence of non-discretionary factors in data envelopment analysis. *Proceedings of the Romanian Academy Series A-Mathematics Physics*

Technical Sciences Information Science, 13 (2), 91-96. https://www.researchgate.net/publication/288716205_An_enhanced_Russell_measure_of_efficiency_in_the_presence_of_non-discretionary_factors_in_data_envelopment_analysis (дата обращения: 11.08.2023)

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*. New York: Springer, 354.

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2017). *Achieving Digital Maturity*. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press, 31.

Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Ghobadi, S. (2014). Using enhanced Russell model to solve inverse data envelopment analysis problems. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 571896. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/571896>

Pastor, J. T., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (1999). An enhanced DEA Russell graph efficiency measure. *European journal of operational research*, 115(3), 596-607.

Ratner, S. V., Shaposhnikov, A. M., & Lychev, A. V. (2023). Network DEA and its applications (2017–2022): A systematic literature review. *Mathematics*, 11(9), 2141. <https://doi.org/10.3390/math11092141>

Taletović, M., & Sremac, S. (2023). PCA-DEA model for efficiency assessment of transportation company. *International Journal of Management and Decision Making*, 2(1), 11-20. <https://doi.org/10.56578/jimd020102>

Ueda, T., & Hoshiai, Y. (1997). Application of principal component analysis for parsimonious summarization of DEA inputs and/or outputs. *Journal of the Operations Research society of Japan*, 40(4), 466-478. <https://doi.org/10.15807/jorsj.40.466>

Verenikina, A., Finley, J., Verenikin, A., & Melanina, M. (2022). Business Innovation Activity and the Fourth Industrial Revolution in Russia. *Economic Studies*, 31(5), 130-144.

Wu, L. R., & Chen, W. (2023). Technological achievements in regional economic development: An econometrics analysis based on DEA. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17023>

Yanovskaya, O., Kulagina, N., & Logacheva, N. (2022). Digital inequality of Russian regions. *Sustainable Development and Engineering Economics*, (1), 77-98. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2022.1.5>

Zenzerović, R., Rabar, D., & Černe, K. (2023). A Longitudinal Analysis of Economic Activities' Relative Efficiency Using the DEA Approach. *Economies*, 11(11), 281. <https://doi.org/10.3390/economies11110281>

References

Abramov, V. I. & Andreev, V. D. (2023). Analysis of strategies for digital transformation of Russian regions in the context of achieving national goals. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsionnogo upravleniya [Public Administration Issues]*, (1), 89–119. <https://doi.org/10.17323/1999-5431-2023-0-1-89-119> (In Russ.)

Adler, N. & Golany, B. (2001). Evaluation of Deregulated Airline Networks Using Data Envelopment Analysis Combined with Principal Component Analysis with an Application to Western Europe. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 260-273. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00150-8)

Ashrafi, A., Jaafar, A. B., & Lee, L. S. (2012). An enhanced Russell measure of efficiency in the presence of non-discretionary factors in data envelopment analysis. *Proceedings of the Romanian Academy Series A-Mathematics Physics Technical Sciences Information Science*, 13(2), 91-96. https://www.researchgate.net/publication/288716205_An_enhanced_Russell_measure_of_efficiency_in_the_presence_of_non-discretionary_factors_in_data_envelopment_analysis (date of access: 11.08.2023)

Bannykh, G. A., Baranova, M. E., & Rezhetskaya, A. I. (2022). Assessment of the digital maturity of the regions as a tool for digital transformation of public administration. *Sbornik dokladov XVI Mezhdunarodnoy konferentsii «Rossiyskie regiony v fokuse peremenn». Tom 2 [Collection of reports of the XVI International Conference “Russian Regions in the Focus of Change”. Vol. 2]* (pp. 554-560). https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/108788/1/978-5-91256-543-4_113.pdf?ysclid=lm2e4wgowt331345638 (date of access: 20.10.2023). (In Russ.)

Batrakova, L. G. (2022). Identification and assessment of factors affecting the digital maturity of regions. *Teoreticheskaya ekonomika [Theoretical Economics]*, (3(87)), 97-110. https://doi.org/10.52957/22213260_2022_3_97 (In Russ.)

Bochkareva, T. N., Gapsalamov, A. R., & Vasiliev, V. L. (2021). Digital maturity of the Russian education system as an indicator of successful overcoming of new exogenous factors. *Pedagogicheskoe obrazovanie: novye vyzovy i tseli: VII Mezhdunarodnyy forum po pedagogicheskomu obrazovaniyu: sbornik nauchnykh trudov. Kazan', 25-28 maya 2021 goda. Tom V [Pedagogical education: new challenges and goals: VII International Forum on Teacher Education: collection of scientific papers, Kazan, May 25-28, 2021. Volume V.]* (pp. 304-309). <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/166559> (date of access: 08.08.2023) (In Russ.)

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*. Springer.

Deryzemlya, V. E., & Ter-Grigoryants, A. A. (2021). Methodological provisions for assessing the digital maturity of economic systems. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Economics]*, 29(1), 39–55. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2021-29-1-39-55> (In Russ.)

Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Ghobadi, S. (2014). Using enhanced Russell model to solve inverse data envelopment analysis problems. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 571896. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/571896>

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2017). *Achieving Digital Maturity*. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press.

Kaurova, O. V., Maloletko, A. N., Matraeva, L. V., & Korolkova, N. A. (2020). Determining the composition of indicators assessment of the level of digital economy development in the region (regional digital environment). *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki [Fundamental and applied research studies of the economics cooperative sector]*, (1), 138-149. (In Russ.)

Khudov, A. M. (2022). Methodological aspects of assessing the level of digital transformation of regions: critical analysis and research of modern trends. *Upravlencheskiy uchet [Management Accounting]*, (8-2), 274-281. (In Russ.)

Lysenko, A. N., Afanasyeva, N. A., & Rakhmeyeva, I. I. (2021). Assessment of digitalization progress in the regions of the central federal district (Russia). *Vestnik PNIPU. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki [PNRPU Sociology and Economics Bulletin]*, (3), 171-182. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2021.3.12> (In Russ.)

Melanina, M. V., Ahmad, N. N. A., & Ponomareva, V. S. (2022). Theoretical approaches to the definition of the concepts of "digital economy" and "digitalization". *Gorizonty ekonomiki [Horizons of Economics]*, (5(71)), 82-87. (In Russ.)

Mirolubova, T. V., & Radionova, M. V. (2023). Digital Transformation and its Impact on the Socio-Economic Development of Russian Regions. *Ekonomika Regiona [Economy of Regions]*, 19(3), 697-710. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-3-7> (In Russ.)

Mirolubova, T. V., Karlina, T. V., & Nikolaev, R. S. (2020). Digital Economy: Identification and Measurements Problems in Regional Economy. *Ekonomika Regiona [Economy of Region]*, 16(2), 377-390. <http://doi.org/10.17059/2020-2-4> (In Russ.)

Nikitina, L. M., & Kurkin, V. A. (2020). Application of cluster analysis to assess the development of the digital economy in Russian regions. *REGION: sistemy, ekonomika, upravlenie [REGION: Systems, Economics, Management]*, (3(50)), 28-38. (In Russ.)

Pastor, J. T., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (1999). An enhanced DEA Russell graph efficiency measure. *European journal of operational research*, 115(3), 596-607.

Ratner, S. V. (2023). *Prakticheskie prilozheniya analiza sredy funktsionirovaniya (Data Envelopment Analysis) k resheniyu zadach ekologicheskogo menedzhmenta [Practical applications of the analysis of the environment of functioning (Data envelope Analysis) to the solution of problems of ecological management]*. Moscow: INFRA-M, 231. <https://doi.org/10.12737/1022304> (In Russ.)

Ratner, S. V., Shaposhnikov, A. M., & Lychev, A. V. (2023). Network DEA and its applications (2017-2022): A systematic literature review. *Mathematics*, 11(9), 2141. <https://doi.org/10.3390/math11092141>

Taletović, M., & Sremac, S. (2023). PCA-DEA model for efficiency assessment of transportation company. *International Journal of Management and Decision Making*, 2(1), 11-20. <https://doi.org/10.56578/jimd020102>

Ueda, T., & Hoshiai, Y. (1997). Application of principal component analysis for parsimonious summarization of DEA inputs and/or outputs. *Journal of the Operations Research society of Japan*, 40(4), 466-478. <https://doi.org/10.15807/jorsj.40.466>

Verenikin, A. O., Makhankova, N. A., & Verenikina, A. Y. (2021). Measuring sustainability of Russian largest companies. *Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta [Russian Management Journal]*, 19(3), 237-287. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2021.301> (In Russ.)

Verenikina, A., Finley, J., Verenikin, A., & Melanina, M. (2022). Business Innovation Activity and the Fourth Industrial Revolution in Russia. *Economic Studies*, 31(5), 130-144.

Wu, L. R., & Chen, W. (2023). Technological achievements in regional economic development: An econometrics analysis based on DEA. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17023>

Yanovskaya, O., Kulagina, N., & Logacheva, N. (2022). Digital inequality of Russian regions. *Sustainable Development and Engineering Economics*, (1), 77-98. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2022.1.5>

Zenzerović, R., Rabar, D., & Černe, K. (2023). A Longitudinal Analysis of Economic Activities' Relative Efficiency Using the DEA Approach. *Economies*, 11(11), 281. <https://doi.org/10.3390/economies11110281>

Информация об авторах

Вереникин Алексей Олегович – доктор экономических наук, профессор, кафедра микро- и макроэкономического анализа экономического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; <https://orcid.org/0000-0002-8293-3431>; Scopus Author ID: 57209144424, Researcher ID: AAB-4436-2021 (Российская Федерация, 119991, г. Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 46; e-mail: verenikin@mail.ru).

Вереникина Анна Юрьевна — кандидат экономических наук, доцент кафедры политической экономики им. В. Ф. Станиса экономического факультета, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Scopus Author ID: 57209142825, Researcher ID: AAI-5737-2021, <https://orcid.org/0000-0003-0400-0799> (Российская Федерация, 117198, г. Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 46; e-mail: verenikina_ayu@rudn.ru).

About the authors

Alexey O. Verenikin — Dr. Sci. (Economics), Professor, Department of Micro - and Macroeconomic Analysis, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University; <https://orcid.org/0000-0002-8293-3431>; Scopus Author ID: 57209144424, ResearcherID: AAB-4436-2021 (1/46, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics; e-mail: verenikin@mail.ru)

Anna Y. Verenikina — Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Political Economy named after V. F. Stanis, Faculty of Economics, RUDN University; <https://orcid.org/0000-0003-0400-0799>; Scopus Author ID: 57209142825, ResearcherID: AAI-5737-2021 (6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: verenikina_ayu@rudn.ru).

Конфликт интересов

Авторы не имеют конкурирующих интересов, о которых они могли бы заявить и которые имеют отношение к содержанию данной статьи.

Conflict of interests

The authors have no competing interests to declare that are relevant to the content of this article.

Дата поступления рукописи: 16.11.2023.

Прошла рецензирование: 17.01.2024.

Принято решение о публикации: 27.09.2024.

Received: 16 Nov 2023.

Reviewed: 17 Jan 2024.

Accepted: 27 Sep 2024.