



DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2025.2.3>

UDC 338.49

LBC 65.049(2Рос-6Арк)

Submitted: 05.03.2025

Accepted: 15.04.2025

DIFFERENTIATION OF DIGITAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT OF RUSSIAN ARCTIC REGIONS¹

Ekaterina V. Nalivaychenko

Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russian Federation;
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

Alexander D. Volkov

Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russian Federation

Vladislav V. Kirsenko

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

Abstract. The article emphasized the conceptual differences in approaches to definition of regional digital infrastructure and synthesizes the author's interpretation, reflecting both the technical and user components of digital infrastructure. The assessment of the digital infrastructure development of the Arctic regions of Russia was carried out using the suggested technique, which is based on a system of indicators characterizing the quality and accessibility of digital infrastructure, penetration and use of digital technologies, and allows us to identify differentiation not only in comparison with the average Russian level, but also the basic indicators of each region. The regions were grouped according to digital infrastructure development in 2023. The article reflects the dynamics of the sub-indexes and the integrated index for the period 2017–2023. Trends in scaling successful digital practices based on the modern technical and technological level of digital transformation in regions classified as the regions with highly developed digital infrastructure (Republic of Karelia, Murmansk Region, Arkhangelsk Region, Komi Republic) were identified. Also trends in the insufficient level of technological development, shortage of IT equipment and concentration of digital investments in regions classified as a group with an average level of digital infrastructure development (Krasnoyarsk Kray, Nenets Autonomous Okrug, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Chukotka Autonomous Okrug, Sakha (Yakutia) Republic) were presented. Based on the calculated indicators of the digital gap, the key factors determining the differentiation of digital infrastructure development in the Arctic regions of Russia were identified, including critical ones (human capital development in the ICT sector, intensity of digital transformation of organizations). The measures aimed at scaling successful digital practices between regions and reducing socio-economic inequality through digital inclusion are presented. *Authors' contribution.* E.V. Nalivaychenko – substantiation of methodology and development of research concept, systemic presentation of the characteristics of digital infrastructure of a region and identification of development trends of the digital infrastructure of the Arctic regions of Russia, writing the text and general scientific editing of the article; A.D. Volkov – compilation of research algorithm, substantiation of the key factors determining the differentiation of the digital infrastructure of the Arctic regions of Russia; generalization of the research results; V.V. Kirsenko – content analysis of publications on the research topic, collection and analysis of empirical data.

Key words: digital infrastructure, digital transformation, digital gap, regional differentiation, Arctic zone of the Russian Federation.

Citation. Nalivaychenko E.V., Volkov A.D., Kirsenko V.V., 2025. Differentiation of Digital Infrastructure Development of Russian Arctic Regions. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], vol. 13, no. 2, pp. 27-39. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2025.2.3>

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ РОССИИ¹

Екатерина Владимировна Наливайченко

Карельский научный центр РАН, г. Петрозаводск, Российская Федерация;
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Российская Федерация

Александр Дмитриевич Волков

Карельский научный центр РАН, г. Петрозаводск, Российская Федерация

Владислав Владимирович Кирсенко

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Российская Федерация

Аннотация. В статье выделены концептуальные отличия подходов к определению цифровой инфраструктуры региона и синтезировано авторское толкование, отражающее как технические, так и пользовательские составляющие цифровой инфраструктуры. Проведена оценка уровня развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России с применением предложенного методического подхода, который основан на системе показателей, характеризующих качество и доступность цифровой инфраструктуры, проникновение и использование цифровых технологий, и позволяет выявить дифференциацию не только относительно среднероссийского уровня, но и базовых показателей каждого региона. Осуществлена группировка регионов по уровню развития цифровой инфраструктуры в 2023 г. и отражена динамика подындексов и интегрального индекса за 2017–2023 гг., на основании чего установлены тенденции масштабирования успешных цифровых практик на базе современного технико-технологического уровня цифровой трансформации в регионах, которые отнесены к группе с высоким уровнем развития цифровой инфраструктуры (Республика Карелия, Мурманская область, Архангельская область, Республика Коми); тенденции недостаточного уровня технологического развития, дефицита ИТ-оборудования и концентрации цифровых инвестиций в регионах, отнесенных к группе со средним уровнем развития цифровой инфраструктуры (Красноярский край, Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО, Чукотский АО, Республика Саха (Якутия)). На основе рассчитанных показателей цифрового разрыва выделены ключевые факторы, определяющие дифференциацию развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России, в том числе критические (уровень развития человеческого капитала в ИКТ-сфере, уровень интенсивности цифровой трансформации организаций), и очерчены меры, направленные на масштабирование успешных цифровых практик между регионами и снижение социально-экономического неравенства через цифровую инклюзию. *Вклад авторов.* Е.В. Наливайченко – обоснование методологии и разработка концепции исследования, системное представление характеристик цифровой инфраструктуры региона и выявление тенденций развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России, написание текста и общее научное редактирование статьи. А.Д. Волков – составление алгоритма проведения исследования, обоснование ключевых факторов, определяющих дифференциацию развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России, обобщение результатов исследования и формулировка выводов. В.В. Кирсенко – проведение контент-анализа публикаций по теме исследования, сбор и анализ эмпирических данных.

Ключевые слова: цифровая инфраструктура, цифровая трансформация, цифровое неравенство, региональная дифференциация, Арктическая зона Российской Федерации.

Цитирование. Наливайченко Е. В., Волков А. Д., Кирсенко В. В., 2025. Дифференциация развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России // Региональная экономика. Юг России. Т. 13, № 2. С. 27–39. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2025.2.3>

Введение

Цифровая трансформация экономики и общества, отражающая современные технологические, экономические и социальные тренды, невозможна без развитой цифровой инфраструктуры, которая служит ее технической основой.

Модернизацию цифровой инфраструктуры стимулируют запросы бизнеса и граждан, порождая в то же время цифровое неравенство: инвестиции концентрируются в развитых регионах с высокой плотностью населения и наличием платежеспособного спроса, цифровые продукты оптимизируются под высокоскоростной интернет, что

усиливает эффект «цифровой петли» [Сухарев, 2019; Troyan, Kravchenko, Gindes, 2023] и социальную изоляцию [Юдина, 2020; Земцов, Демидова, Кичаев, 2022].

Арктическая зона России охватывает 9 субъектов, где из-за экстремальных природных условий, низкой плотности населения и экономической специфики наблюдается глубокая дифференциация в социально-экономической, транспортно-логистической, экологической и культурной сферах. Существующие системные дисбалансы обусловили также дифференциацию развития цифровой инфраструктуры в арктических регионах России, что актуализирует исследование региональных различий в доступности, качестве, уровне проникновения и интенсивности использования цифровых технологий.

Анализ существующих научных работ, раскрывающих специфику развития цифровой инфраструктуры непосредственно северных регионов, включая субъекты, полностью или частично входящие в Арктическую зону Российской Федерации (далее – АЗРФ), показал, что исследователи выделяют урбанизацию как стимулирующий фактор цифровизации северных регионов и географическую изоляцию как фактор значительного цифрового разрыва [Куратова, 2022]; неравномерный доступ к Интернету [Kuratova, 2023; Яхяев, 2023]; отмечают ограниченность цифровой инфраструктуры (нехватка спутниковых и оптоволоконных систем связи), отсутствие комплексного подхода к интеграции логистических и цифровых систем [Levina et al., 2024].

Измерение и оценка процессов цифровой трансформации и ее составляющих представляет важное направление работы для научного сообщества, экспертных центров и органов власти. Предложенный спектр методик и инструментов для комплексной оценки цифрового развития территорий охватывает также показатели развития цифровой инфраструктуры и включает индекс развития информационного общества субъектов Российской Федерации [Методика оценки уровня ... , 2016]; индекс «Цифровая Россия» [Индекс «Цифровая Россия», 2018]; показатель «цифровой зрелости» государственного и муниципального управления, ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, государственной программы Российской Федерации «Информационное общество» [Методика расчета показателя ... , 2024]; индикаторы цифровой экономики Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ [Индикаторы цифровой экономики ... , 2025] и др.

Исследуя специфику развития цифровой инфраструктуры региона, большинство авторов рассматривает системы показателей, включающие динамику обеспеченности домохозяйств и организаций широкополосным доступом к сети Интернет [Яхяев, 2023], использование цифровых технологий организациями [Козлов, 2019], оценку цифровой специализации занятости [Таймасов, Мухаметова, 2023], цифрового потенциала (инфраструктура, кадры, нормативная база) и цифровой активности (внедрение технологий, инновации) [Кулагина, Гавричкова, Купоров, 2022], уровня цифровизации инфраструктурных сетей [Глезман, Федосеева, Баландин, 2022], цифровизации деятельности органов власти [Куратова, 2022].

Таким образом, большинство подходов, основанных на ограниченном количестве показателей, оценивает только отдельные элементы цифровой инфраструктуры (например, распространение сети Интернет или использование цифровых технологий и т. п.), что не дает целостной картины и не учитывает региональной специфики. Подходы, отражающие большую часть или все сферы базиса цифровой трансформации, напротив, охватывают внушительное количество показателей, часть из которых не представлена в регулярно обновляемых открытых статистических данных, что затрудняет расчет характеризующих индексов, оперативный мониторинг и оценку. Также необходимо отметить, что существующие методики основаны на подсчете интегральных показателей на основе нормирования исходных данных относительно максимального (эталонного) либо среднего российского уровня, что не учитывает интенсивность динамики цифрового развития регионов.

Это обусловило цель настоящего исследования, которая заключается в выявлении дифференциации развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России, учитывая доступность, качество, уровень проникновения и интенсивность использования цифровых технологий. Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи: синтезировать толкование цифровой инфраструктуры региона, отражающее как технические, так и пользовательские ее составляющие; представить методический подход к оценке развития цифровой инфраструктуры региона, показывающий на основе ограниченной системы показателей как доступность и качество, так и уровень проникновения и использования цифровых технологий; оценить цифровой разрыв и выделить основные факторы дифференциации развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России.

Методика исследования

Информационную базу исследования составили нормативные акты стратегического планирования Российской Федерации, труды ученых в сфере особенностей оценки развития цифровой инфраструктуры регионов, в том числе арктических регионов России, материалы исследовательских организаций, официальные данные Росстата и Единой межведомственной информационно-статистической системы (далее – ЕМИСС); методологическую основу – методы системного и компаративного анализа, синтеза, эмпирический и экономико-статистический, индексный метод.

Оценивание развития цифровой инфраструктуры субъектов, полностью или частично входящих в АЗРФ, осуществлено с применением методического подхода, который пре-

дусматривает формирование ограниченной системы показателей, регулярно обновляемых и доступных в открытых официальных источниках (Росстат, ЕМИСС). Показатели сгруппированы по двум направлениям: характеризующие качество и доступность цифровой инфраструктуры и характеризующие проникновение и использование цифровых технологий. Определяемые на основе каждого блока подиндексы отражают процесс повышения / снижения качества и доступности цифровой инфраструктуры региона относительно среднероссийского уровня и интенсивность динамики проникновения и использования цифровых технологий населением и организациями региона относительно базового периода; интегральный индекс – комплексно оценивает уровень развития цифровой инфраструктуры региона с учетом вышеназванных тенденций (табл. 1).

Таблица 1

Система показателей оценки развития цифровой инфраструктуры региона

Шифр	Показатели, характеризующие качество и доступность цифровой инфраструктуры	Шифр	Показатели, характеризующие проникновение и использование цифровых технологий
КД ₁	Уровень цифровизации местной телефонной сети, %	ПИ ₁	Доля населения, использовавшего сеть Интернет для заказа товаров (услуг), в общей численности населения, %
КД ₂	Проникновение подвижной радиотелефонной (сотовой) связи на 100 человек населения, на конец года, ед.	ПИ ₂	Доля населения, использовавшего сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, в общей численности населения, получившего государственные и муниципальные услуги, %
КД ₃	Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 чел. населения, на конец года, ед.	ПИ ₃	Доля организаций, размещавших заказы на товары (работы, услуги) в Интернете, в общем числе обследованных организаций, %
КД ₄	Число абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет на 100 чел. населения, на конец года, ед.	ПИ ₄	Доля организаций, получавших заказы на выпускаемые товары (работы, услуги) по Интернету, в общем числе обследованных организаций, %
КД ₅	Доля домашних хозяйств, имеющих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе домашних хозяйств, %	ПИ ₅	Доля населения, использующего средства защиты информации, в общей численности населения, использующего сеть Интернет, %
КД ₆	Доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, в общем числе организаций, %	ПИ ₆	Доля организаций, использовавших средства защиты информации, передаваемой по глобальным сетям, в общем числе обследованных организаций, %
КД ₇	Число персональных компьютеров на 100 домашних хозяйств, ед.	ПИ ₇	Доля продаж через Интернет в общем объеме оборота розничной торговли, %
КД ₈	Число персональных компьютеров в расчете на 100 работников организаций, ед.	ПИ ₈	Удельный вес организаций, осуществляющих деятельность в области информации и связи, в общем количестве организаций по данным государственной регистрации, %
КД ₉	Доля инвестиций в основной капитал, направленных на приобретение ИКТ оборудования, в общем объеме инвестиций в основной капитал, %	ПИ ₉	Удельный вес занятых в секторе ИКТ в общей численности занятого населения, %
И _{кд}	Индекс качества и доступности	И _{пи}	Индекс проникновения и использования
И _{рци}	Интегральный индекс развития цифровой инфраструктуры региона		

Примечание. Разработано авторами.

Для расчета подындеков показатели каждого блока нормируются с применением следующей нелинейной функции (1):

$$y = 2^{-\frac{\alpha}{x}}, \quad (1)$$

где y – нормируемое значение показателя; x – фактическое значение показателя, $x > 0$; α – значение параметра x по Российской Федерации (при расчете $I_{\text{кд}}$); значение базового периода 2017 г. по соответствующему региону / субъекту (при расчете $I_{\text{пи}}$), $\alpha \geq 0$.

При расчете индекса качества и доступности ($I_{\text{кд}}$) параметр α выбирается как значение параметра x в целом по Российской Федерации соответствующего периода для сравнения достигнутого уровня показателей отдельного региона (субъекта) со среднероссийским. Таким образом, значение $x = \alpha$ ($y = 0,5$) соответствует равенству исследуемого параметра отдельного региона среднероссийскому уровню; при $x > \alpha$ ($y > 0,5$) параметр имеет значение выше среднероссийского; при $x < \alpha$ ($y < 0,5$) – ниже среднероссийского.

При расчете индекса проникновения и использования ($I_{\text{пи}}$) параметр α выбирается как

значение параметра x базового периода (2017 г.) соответствующего региона (субъекта), что обеспечивает определение степени саморазвития системы. В этом случае значение $x = \alpha$ ($y = 0,5$) означает отсутствие изменений; значение $x > \alpha$ ($y > 0,5$) свидетельствует о положительной динамике, значение $x < \alpha$ ($y < 0,5$) – об отрицательной [Митяков, Корнилов, 2011]. В качестве базового периода выбран 2017 г., так как в рамках Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг., утвержденной Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203, реализация национального проекта «Цифровая экономика» началась 1 октября 2018 года.

Для агрегирования нормированных показателей в подындексы использован метод среднего арифметического, интегральный индекс развития цифровой инфраструктуры региона определен сложением подындеков. Таким образом, подындексы и интегральный индекс могут принимать значения в следующих интервалах: $0 \leq I_{\text{кд}} \leq 1$; $0 \leq I_{\text{пи}} \leq 1$; $0 \leq I_{\text{рци}} \leq 2$. Полученные итоговые значения интерпретируются следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Система интерпретирования подиндексов и интегрального индекса развития цифровой инфраструктуры региона

Показатель	Интервал значений	Интерпретация
Индекс качества и доступности ($I_{\text{кд}}$)	0–0,2500	Критическое качество и доступность (показатели региона на 50 % и более отстают от среднероссийских)
	0,2501–0,3969	Низкое качество и доступность (показатели региона на 25–49 % отстают от среднероссийских)
	0,3970–0,5000	Среднее качество и доступность (показатели региона менее чем на 25 % отстают от среднероссийских)
	0,5001–0,5743	Высокое качество и доступность (показатели региона до 25 % превышают среднероссийские)
	0,5744–1	Эталонное качество и доступность (показатели региона превышают среднероссийские более чем на 25 %)
Индекс проникновения и использования ($I_{\text{пи}}$)	0–0,2500	Депрессивная динамика (показатели региона сократились на 50 % и более базового уровня)
	0,2501–0,3969	Рецессивная динамика (показатели региона сократились на 25–49 % базового уровня)
	0,3970–0,5000	Относительная стагнация (показатели региона сократились менее чем на 25 % базового уровня)
	0,5001–0,5743	Поступательное развитие (показатели региона выросли до 25 % базового уровня)
	0,5744–1	Интенсивное развитие (показатели региона выросли более чем на 25 % базового уровня)
Интегральный индекс развития цифровой инфраструктуры региона ($I_{\text{рци}}$)	0–0,5000	Дегрессия развития (регресс)
	0,5002–0,7938	Низкий уровень развития
	0,7940–1,000	Средний уровень развития
	1,002–1,1486	Высокий уровень развития
	1,1488–2	Передовой уровень развития

Примечание. Разработано авторами.

На основе рассчитанных интегральных индексов оценка цифрового разрыва (Π_p) может быть осуществлена индексным методом по следующей формуле (2):

$$\Pi_p = \frac{I_{pц1} - I_{pц2}}{I_{pц}} \times 100\%, \quad (2)$$

где $I_{pц1}$ – индекс развития цифровой инфраструктуры региона-лидера; $I_{pц2}$ – индекс развития цифровой инфраструктуры наиболее отстающего региона; $I_{pц}$ – среднее значение индекса развития цифровой инфраструктуры по макрорегиону.

Результаты исследования

Определение цифровой инфраструктуры региона

Анализ сложившихся в научной и специализированной литературе подходов к определению цифровой инфраструктуры региона показал, что отличия интерпретаций обусловлены акцентированием на различных аспектах цифровой инфраструктуры (табл. 3).

На основе синтеза выделенных подходов предлагается следующее толкование, отражающее как технические, так и пользовательские составляющие цифровой инфраструктуры. Цифровая инфраструктура региона – это интегрированная система технологических решений и сервисов, обеспечивающая качество жизни населения и устойчивое развитие территории через техническую базу, пользовательскую ценность и адаптивность к региональным условиям.

Динамика уровня развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России

В результате апробации предложенного методического подхода получены следующие значения подындексов и интегрального индекса развития цифровой инфраструктуры регионов, полностью или частично входящих в Арктическую зону России. Регионы сгруппированы по уровню значений интегрального индекса в 2023 г. (табл. 4).

Динамика подындексов и интегрального индекса за период 2017–2023 гг. представлена на рисунке 1.

Как видно из представленных данных, позиции в группе с высоким уровнем развития цифровой инфраструктуры обеспечены в первую очередь углублением проникновения и интенсификацией использования цифровых технологий в регионах, что свидетельствует о росте цифровой зрелости, развитии цифровых навыков, повышении цифровой грамотности и цифрового доверия населения и организаций. Так, Архангельская область (3-е место) и Республика Коми (4-е место), имеющие показатели качества и доступности цифровой инфраструктуры ниже среднероссийских, более других регионов нарастили значение индекса проникновения и использования. Республика Карелия (1-е место) и Мурманская область (2-е место) занимают лидирующие позиции благодаря динамике данного подындеса (интерпретируемой как интенсивное развитие), несмотря на снижение с 2021 г. уровня

Таблица 3

Концептуальные отличия подходов к определению цифровой инфраструктуры региона

Подход	Критерий		
	Фокус	Ключевые элементы	Цели развития
Технико-технологический [OECD ... , 2020; Яхяев, 2023; Measuring Digital Development ... , 2024]	Физическое оборудование и сети	5G, дата-центры	Надежность и скорость
Социально-экономический [World Development Report, 2019; Таймасов, Мухаметова, 2023; Индикаторы цифровой экономики, 2025]	Услуги для населения	Электронные сервисы	Инклюзивность и доступ
Инновационно-экосистемный [Hybrid Infrastructure ... , 2022; Кулагина, Гавричкова, Купоров, 2022; Levina et al., 2024]	Инновации и данные	Искусственный интеллект, блокчейн, стартапы	Конкурентное преимущество
Регионально-ориентированный [Глезман, Федосеева, Баландин, 2022; Куратова, 2022]	Локализация решений	Региональные центры обработки данных, нормативы	Устойчивость и суверенитет

Примечание. Составлено авторами.

опережения показателей качества и доступности цифровой инфраструктуры данных регионов в сравнении со среднероссийскими показателями. Такую тенденцию можно объяснить тем, что в регионах достигнут достаточный, соответствующий современным критериям, уровень развития технико-технологической базы цифровой трансформации и в настоящее время происходит масштабирование успешных цифровых практик.

В то же время регионы с поступательными тенденциями развития согласно значениям индекса проникновения и использования имеют средний уровень развития цифровой инфраструктуры из-за растущего разрыва со среднероссийскими показателями качества и доступности (кроме Ненецкого АО). Это свидетельствует о недостаточном развитии телекоммуникационных сетей (особенно в удаленных районах), дефиците современного высокопро-

Таблица 4

Группы арктических регионов России по уровню развития цифровой инфраструктуры (по значению $I_{рци}$ в 2023 г.)

Регион / показатель	Год						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Регионы с высоким уровнем развития цифровой инфраструктуры							
Республика Карелия:							
$I_{рци}$	1,0247	1,0663	1,0690	1,0717	1,0652	1,0731	1,0834
$I_{кд}$	0,5247	0,5361	0,5372	0,5379	0,5246	0,5001	0,5076
$I_{пи}$	0,5000	0,5302	0,5319	0,5338	0,5406	0,5731	0,5757
Мурманская область:							
$I_{рци}$	1,0378	1,0455	1,0586	1,0422	1,0590	1,0748	1,0816
$I_{кд}$	0,5378	0,5232	0,5176	0,5157	0,5066	0,5077	0,5028
$I_{пи}$	0,5000	0,5223	0,5411	0,5265	0,5525	0,5671	0,5788
Архангельская область:							
$I_{рци}$	0,9949	1,0334	1,0581	1,0220	1,0828	1,0740	1,0766
$I_{кд}$	0,4949	0,4899	0,4982	0,5012	0,5010	0,4981	0,5025
$I_{пи}$	0,5000	0,5435	0,5598	0,5208	0,5818	0,5759	0,5741
Республика Коми:							
$I_{рци}$	0,9856	1,0186	1,0059	1,0376	1,0461	1,0329	1,0523
$I_{кд}$	0,4856	0,4917	0,4793	0,4923	0,4798	0,4862	0,4959
$I_{пи}$	0,5000	0,5269	0,5266	0,5453	0,5663	0,5467	0,5564
Регионы со средним уровнем развития цифровой инфраструктуры							
Красноярский край:							
$I_{рци}$	0,9673	0,9868	0,9708	0,9487	0,9555	0,9809	0,9988
$I_{кд}$	0,4673	0,4673	0,4566	0,4545	0,4513	0,4518	0,4433
$I_{пи}$	0,5000	0,5195	0,5142	0,4941	0,5042	0,5292	0,5555
Ненецкий автономный округ:							
$I_{рци}$	0,8799	0,9595	0,9549	1,0011	0,9976	0,9623	0,9816
$I_{кд}$	0,3799	0,4309	0,4331	0,4403	0,4442	0,4300	0,4317
$I_{пи}$	0,5000	0,5286	0,5218	0,5609	0,5533	0,5324	0,5499
Ямало-Ненецкий автономный округ:							
$I_{рци}$	0,9696	0,9936	1,0128	1,0103	1,0130	1,0158	0,9789
$I_{кд}$	0,4696	0,4759	0,4770	0,4745	0,4660	0,4612	0,4467
$I_{пи}$	0,5000	0,5177	0,5357	0,5358	0,5470	0,5546	0,5322
Чукотский автономный округ:							
$I_{рци}$	0,9490	1,0058	1,0168	0,9546	0,9752	0,9433	0,9659
$I_{кд}$	0,4490	0,4581	0,4292	0,4207	0,4133	0,4094	0,4438
$I_{пи}$	0,5000	0,5477	0,5875	0,5339	0,5619	0,5339	0,5222
Республика Саха (Якутия):							
$I_{рци}$	0,9298	0,9315	0,9402	1,0021	0,9780	0,9957	0,9655
$I_{кд}$	0,4298	0,4181	0,4284	0,4397	0,4137	0,4161	0,4067
$I_{пи}$	0,5000	0,5134	0,5118	0,5624	0,5643	0,5796	0,5588

Примечание. Рассчитано авторами по данным Росстата, ЕМИСС.

изводительного ИТ-оборудования, нехватке частных инвестиций в региональную цифровую инфраструктуру, что является следствием низкой рентабельности цифровых проектов в регионах с малой плотностью населения и концентрации цифровых инвестиций в наиболее развитых территориях. Усиление данных тенденций может оказать влияние на снижение конкурентоспособности регионального бизнеса, ограничение доступа жителей к цифровым госуслугам и сервисам, повышение рисков технологического и цифрового неравенства между регионами.

Ненецкому автономному округу, показатели качества и доступности цифровой инфраструктуры которого в 2017 г. на 25–49 % отставали от среднероссийских ($I_{\text{кд}}$ 2017 г. – 0,3799), удалось сократить цифровой разрыв в большей мере, чем другим регионам, его имеющим (остальные регионы со средним уровнем развития цифровой инфраструктуры и Республика Коми) – динамика индекса качества и доступности за 2017–2023 гг. составила 0,05 пункта. Также субъект более остальных арктических регионов улучшил свою динамику по интегральному индексу (+0,102 пункта) за счет совместного роста подындексов и переместился с последнего места в 2017 г. на 6-е в 2023 году.

Наименьшего уровня в 2023 г. достигла Республика Саха (Якутия): несмотря на поступательную динамику индекса проникновения и использования цифровых технологий, уровень качества и доступности цифровой инфраструктуры региона все больше снижается относительно среднероссийского (снижение $I_{\text{кд}}$ за 2017–2023 гг. составило 0,023 пункта).

Факторы дифференциации развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России

Рассчитанные показатели цифрового разрыва свидетельствуют о позитивной тенденции его снижения за рассматриваемый период на 4,7 % пункта, что создает предпосылки масштабирования успешных цифровых практик между регионами и снижения социально-экономического неравенства через цифровую инклюзию (см. рис. 2).

На основе расчета цифрового разрыва по отдельным показателям выделены ключевые факторы, определяющие дифференциацию развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России (приведены в порядке возрастания цифрового разрыва) (см. табл. 5): уровень развития инфраструктуры мобильной связи ($KД_2$); уровень развития сектора цифровых технологий

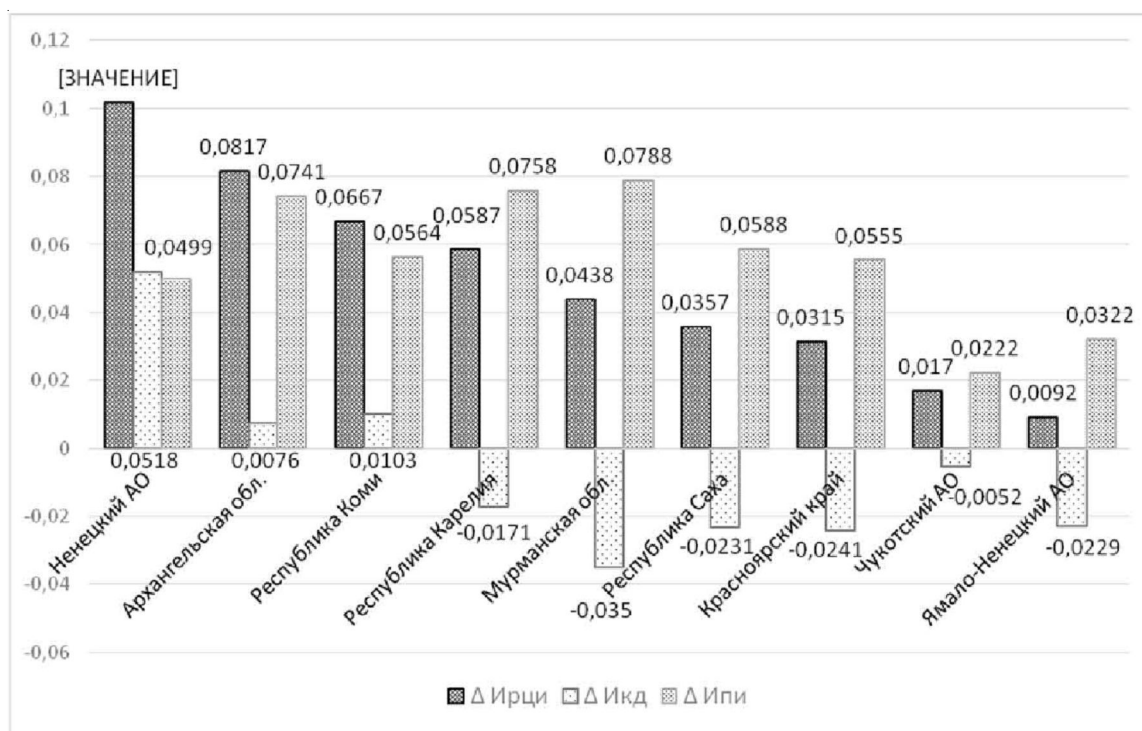


Рис. 1. Динамика подындексов и индекса развития цифровой инфраструктуры арктических регионов России (изменение за период 2017–2023 гг., пп.)

Примечание. Рассчитано авторами.

(ПИ₈); уровень информатизации населения и наличие современной ИК-техники (КД₇); уровень цифровой гигиены населения (ПИ₅); уровень распространенности онлайн-покупок (ПИ₁); уровень доступности интернета в обществе (КД₃); уровень инфраструктурной готовности и зрелости цифрового потребительского поведения (ПИ₇); в том числе критические факторы: уровень развития человеческого капитала в ИКТ-сфере (ПИ₉); уровень интенсивности цифровой трансформации организаций (КД₉).

Соотношение с результатами предшествующих исследований

Соотнесение полученных результатов с результатами других исследователей показало следующее. В качестве наиболее цифровизированных регионов Севера России выделены Ямало-Ненецкий автономный округ, Мурманская область, республики Карелия и Коми [Куратова, 2022; Kuratova, 2023], которые в настоящем исследовании также отнесены к группе регионов с высоким уровнем развития цифровой инфраструктуры (кроме Ямало-

Ненецкого АО). Архангельская область, для которой был определен средний уровень цифровизации, в настоящем исследовании вошла в группу с высоким уровнем за счет динамичного проникновения и использования цифровых технологий. В исследовании ученых [Таймазов, Мухаметова, 2023] Республика Карелия и Мурманская область, в отличие от настоящего исследования, отнесены к регионам с низким и (или) ниже среднего уровнем цифровизации, однако оценка по цифровой специализации занятости для них определена как высокая и (или) выше среднего. В этом же ряду стоит Республика Саха (Якутия), для которой и в настоящем исследовании и в других [Куратова, 2022; Kuratova, 2023] определено последнее место.

Ямало-Ненецкий автономный округ, выделенный в качестве лидера цифровизации среди регионов Севера России за 2014–2020 гг. [Куратова, 2022; Kuratova, 2023], в настоящем исследовании позиционирован на 7-м месте из 9-ти. Чукотский автономный округ всеми авторами отнесен к группам с более низким уровнем цифрового развития.

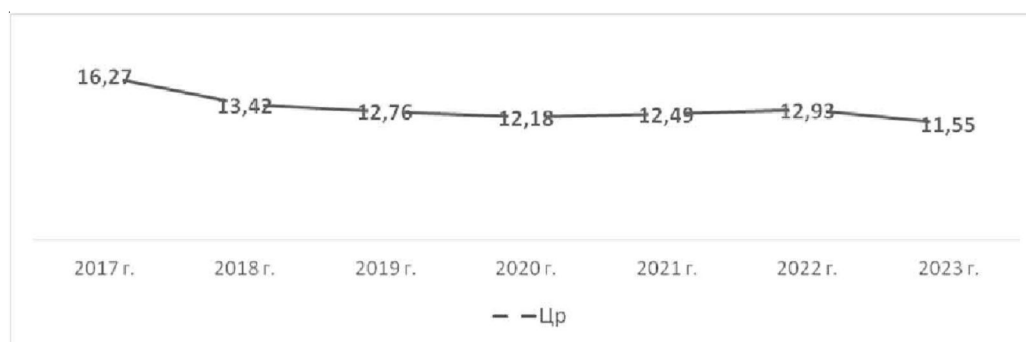


Рис. 2. Показатели цифрового разрыва арктических регионов России в 2017–2023 гг., %

Примечание. Рассчитано авторами.

Таблица 5

Цифровой разрыв арктических регионов России по отдельным показателям (2023 г.)

Показатели, характеризующие качество и доступность цифровой инфраструктуры		Показатели, характеризующие проникновение и использование цифровых технологий	
Шифр	Цифровой разрыв, %	Шифр	Цифровой разрыв, %
КД ₁	2,21	ПИ ₁	69,11
КД ₂	52,71	ПИ ₂	25,03
КД ₃	92,60	ПИ ₃	28,32
КД ₄	21,77	ПИ ₄	36,83
КД ₅	23,28	ПИ ₅	69,10
КД ₆	16,15	ПИ ₆	8,56
КД ₇	62,59	ПИ ₇	92,86
КД ₈	43,93	ПИ ₈	52,72
КД ₉	159,09	ПИ ₉	150,91

Примечание. Рассчитано авторами по данным Росстата, ЕМИСС.

Заключение

Исследование вносит вклад в региональную экономику, позволяя осуществлять оперативный мониторинг тенденций и выявление факторов дифференциации развития цифровой инфраструктуры в регионах. Представленный методический подход к оценке развития цифровой инфраструктуры региона отличается учетом не только относительно регионального уровня развития в сравнении со среднероссийским, но и его интеграцией с динамикой саморазвития региона в цифровой сфере.

Оценка развития цифровой инфраструктуры регионов, полностью или частично входящих в Арктическую зону России, отразила тенденции формирования цифрового разрыва между регионами-лидерами и регионами со средними показателями. Выявленная динамика указывает на необходимость разработки дифференцированных программ цифровизации для регионов, стимулирования межрегионального трансфера технологий, усиления мер поддержки цифровой инфраструктуры в «отстающих» регионах, развития региональных цифровых компетенций через образовательные программы.

Перспективой дальнейших исследований является идентификация взаимосвязей дифференциации развития цифровой инфраструктуры с дифференциацией в других сферах экономики регионов и определение степени влияния цифрового разрыва на качество и уровень жизни населения в регионах АЗРФ.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-78-10192 (<https://rscf.ru/project/23-78-10192/>).

The research was funded by the Russian Science Foundation, project number 23-78-10192 (<https://rscf.ru/project/23-78-10192/>).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Глезман Л. В., Федосеева С. С., Баландин Д. А., 2022. Оценка развития цифровой инфраструктуры пространства региона (на примере Пермского края) // Вопросы инновационной экономики. Т. 12, № 1. С. 571–594. DOI: 10.18334/vines.12.1.114437
Земцов С.П., Демидова К.В., Кичаев Д.Ю., 2022. Распространение Интернета и межрегиональное цифровое неравенство в России: тенденции, факторы

и влияние пандемии // Балтийский регион. Т. 14, № 4. С. 57–78. DOI: 10.5922/2079-8555-2022-4-4
Индекс «Цифровая Россия», 2018 // Сайт Московской школы управления СКОЛКОВО. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/00436d13-c75c-46cf-9e78-89375a6b4918/SKOLKOVO_Digital_Russia_Report_Full_2019-04_ru.pdf
Индикаторы цифровой экономики: 2025 : стат. сб., 2025 / В. Л. Абашкин [и др.]. М. : НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf>
Козлов А. В., 2019. Определение уровня развития цифровой инфраструктуры в регионе: методика и сравнительный анализ на примере территорий российской Арктики // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. № 2 (58). URL: <https://eee-region.ru/article/5813/?ysclid=m92reugw5m636133668>
Кулагина Н. А., Гавричкова Я. В., Купоров Ю. Ю., 2022. Индикаторы оценки цифрового развития региональных хозяйственных систем: методические аспекты и практика применения // Экономические науки. № 6 (211). С. 80–87. DOI: 10.14451/1.211.80
Куратова Л. А., 2022. Оценка развития цифровой инфраструктуры пространства северных регионов России // Север и рынок: формирование экономического порядка. № 3. С. 36–55. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2022.77.003
Методика оценки уровня развития информационного общества в субъектах Российской Федерации, 2016 // Сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/metodika-otsenki-urovnyarazvitiya-informatsionnogo-obschestva-v-subektah-rf-proekt.pdf>
Методика расчета показателя «Достижение “цифровой зрелости” государственного и муниципального управления, ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, предполагающей автоматизацию большей части транзакций в рамках единых отраслевых цифровых платформ и модели управления на основе данных с учетом ускоренного внедрения технологий обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта» государственной программы Российской Федерации «Информационное общество», 2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_496735/5012634284e36ca09a99d67278aacb35da26875e/
Митяков Е. С., Корнилов Д. А., 2011. К вопросу о выборе весов при нахождении интегральных показателей экономической динамики // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. № 3. С. 290–300.
Сухарев М. В., 2019. Типы цифрового неравенства // Креативная экономика. Т. 13, № 12. С. 2361–2370. DOI: 10.18334/ce.13.12.41524
Таймасов А. Р., Мухаметова А. Д., 2023. Методический подход к оценке уровня цифрового региональ-

- ного развития // Экономика и управление: научно-практический журнал. № 6. С. 18–21. DOI: 10.34773/EU.2023.6.3
- Юдина М. А., 2020. Влияние цифровизации на социальное неравенство // Уровень жизни населения регионов России. Т. 16, № 1 (126). С. 97–108. DOI: 10.19181/lsprr.2020.16.1.10
- Яхьяев Д. Б., 2023. Цифровая инфраструктура северных регионов России // Вопросы экономики и права. № 11 (185). С. 128–131. DOI: 10.14451/2.185.128
- Hybrid Infrastructure as the Foundation for Digital Ecosystems, 2022. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/4008113>
- Kuratova L., 2023. Features of Digitalization of the Arctic Regions of Russia // Arctic and North. № 50. P. 154–174. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.50.154
- Levina A. I., Dubgorn A. S., Fadeev A. M., Kalyazina S. E., 2024. Digital and Logistical Infrastructures of the Arctic Zone: Current State of Research and Ways of Development // Arctic and North. № 56. P. 128–145. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2024.56.128
- Measuring Digital Development: Facts and Figures, 2024. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx>
- OECD Digital Economy Outlook, 2020. URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook-2020_bb167041-en.html
- Troyan I. A., Kravchenko L., Gindes E. 2023. Digital Inequality and Directions for Overcoming It in the Context of Human Capital Development // Population. Vol. 26, iss. 2. P. 114–126. DOI: 10.19181/population.2023.26.2.10
- World Development Report, 2019. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2019>
- SKOLKOVO_Digital_Russia_Report_Full_2019-04_ru.pdf
- Abashkin V.L., Abdrahmanova G.I., Vishnevskij K.O., Gohberg L.M. et al. *Indikatory cifrovoj ekonomiki: 2025: stat. sb.* [Indicators of the Digital Economy: 2025. Statistical Collection], 2025. Moscow, NIU VShE. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1026726402.pdf>
- Kozlov A. V., 2019. Opredelenie urovnja razvitiya cifrovoj infrastruktury v regione: metodika i sravnitelnyj analiz na primere territorij rossijskoj Arktiki [Determining the Level of Digital Infrastructure Development in the Region: Method and Comparative Analysis on the Example of the Territories of the Russian Arctic]. *Regionalnaja ekonomika i upravlenie: elektronnyj nauchnyj zhurnal* [Regional Economy and Management: Electronic Scientific Journal], no. 2 (58). URL: <https://eee-region.ru/article/5813/?ysclid=m92reugw5m636133668>
- Kulagina N.A., Gavrichkova Ja. V., Kuporov Ju. Ju., 2022. Indikatory ocenki cifrovogo razvitiya regionalnyh hozjajstvennyh sistem: metodicheskie aspekty i praktika primeneniya [Indicators for Assessing the Digital Development of Regional Economic Systems: Methodological Aspects and Application Practice]. *Ekonomicheskie nauki* [Economic Sciences], no. 6 (211), pp. 80-87. DOI: 10.14451/1.211.80
- Kuratova L.A., 2022. Ocenka razvitiya cifrovoj infrastruktury prostranstva severnyh regionov Rossii [Development Assessment of the Digital Infrastructure of Russia's Northern Regions]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo porjadka* [North and the Market: Shaping the Economic Order], no. 3, pp. 36-55. DOI: 10.37614/2220-802X.3.2022.77.003
- Metodika ocenki urovnja razvitiya informacionnogo obshchestva v subyektah Rossijskoj Federacii [Methodology for Assessing the Level of Information Society Development in the Constituent Entities of the Russian Federation], 2016. *Sajt Ministerstva cifrovogo razvitiya, svyazi i massovyh kommunikacij Rossijskoj Federacii* [Website of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation]. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/metodika-otsenki-urovnyarazvitiya-informatsionnogo-obschestva-v-subektah-rf-proekt.pdf>
- Metodika rascheta pokazatelya «Dostizhenie “cifrovoj zrelosti” gosudarstvennogo i municipalnogo upravleniya, ključevykh otraslej ekonomiki i socialnoj sfery, v tom chisle zdoravoohraneniya i obrazovanija, predpolagajushhej avtomatizaciju bolshej chasti tranzakcij v ramkah edinykh otraslevykh cifrovych platform i modeli upravleniya na osnove dannyh s uchetom uskorennogo vnedreniya tehnologij obrabotki bolshih obyemov dannyh, mashinnogo obuchenija i iskusstvennogo intellekta» gosudarstvennoj programmy Rossijskoj

REFERENCES

- Glezman L. V., Fedoseeva S. S., Balandin D. A., 2022. Ocenka razvitiya cifrovoj infrastruktury prostranstva regiona (na primere Permskogo kraja) [Assessing the Development of the Regional Digital Infrastructure (On the Example of the Perm Territory)]. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki* [Russian Journal of Innovation Economics], vol. 12, iss. 1, pp. 571-594. DOI: 10.18334/vinec.12.1.114437
- Zemtsov S. P., Demidova K. V., Kichaev D. Yu., 2022. Rasprostraneniye Interneta i mezhregionalnoye tsifrovoye neravenstvo v Rossii: tendentsii, faktory i vliyaniye pandemii [Internet Diffusion and Interregional Digital Divide in Russia: Trends, Factors, and the Influence of the Pandemic]. *Baltiyskij region* [Baltic Region], vol. 14, no. 4, pp. 57-78. DOI: 10.5922/2079-8555-2022-4-4
- Indeks «Cifrovaja Rossija» [Digital Russia Index], 2018. *Sajt Moskovskoy shkoly upravleniya SKOLKOVO*. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/00436d13-c75c-46cf-9e78-89375a6b4918/

- Federacii «Informacionnoe obshchestvo»* [Methodology for Calculating the Indicator “Achieving ‘Digital Maturity’ of State and Municipal Government, Key Sectors of the Economy and the Social Sphere, Including Healthcare and Education, Involving the Automation of Most Transactions Within the Framework of Unified Industry Digital Platforms and a Data-Based Management Model, Taking into Account the Accelerated Introduction of Technologies for Processing Large Amounts of Data, Machine Learning and Artificial Intelligence” the State Program of the Russian Federation “Information Society”], 2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_496735/5012634284e36ca09a99d67278aacb35da26875e/
- Mitjakov E.S., Kornilov D.A., 2011. K voprosu o vybore vesov pri nahozhdenii integralnyh pokazatelej ekonomicheskoy dinamiki [On the Question of Choosing Weights When Finding Integral Indicators of Economic Dynamics]. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva* [Proceedings of the R.E. Alekseev NSTU], no. 3, pp. 290-300.
- Sukharev M.V., 2019. Tipy cifrovogo neravenstva [Types of Digital Inequality]. *Kreativnaja ekonomika* [Creative Economy], vol. 13, iss. 12, pp. 2361-2370. DOI: 10.18334/ce.13.12.41524
- Tajmasov A.R., Muhametova A.D., 2023. Metodicheskij podhod k ocenke urovnja cifrovogo regionalnogo razvitija [Methodological Approach to Assessing the Level of Digital Regional Development]. *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskij zhurnal* [Economics and Management: Scientific and Practical Journal], no. 6, pp. 18-21. DOI: 10.34773/EU.2023.6.3
- Judina M.A., 2020. Vlijanie cifrovizacii na socialnoe neravenstvo [Impact of Digitalization on Social Inequality]. *Uroven zhizni naselenija regionov Rossii* [Living Standards of the Population in the Regions of Russia], vol. 16, iss. 1 (126), pp. 97-108. DOI: 10.19181/lsprr.2020.16.1.10
- Jahjaev D.B., 2023. Cifrovaja infrastruktura severnyh regionov Rossii [Digital Infrastructure of the Northern Regions of Russia]. *Voprosy ekonomiki i prava* [Issues of Economics and Law], no. 11 (185), pp. 128-131. DOI: 10.14451/2.185.128
- Hybrid Infrastructure as the Foundation for Digital Ecosystems*, 2022. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/4008113>
- Kuratova L., 2023. Features of Digitalization of the Arctic Regions of Russia. *Arctic and North*, no. 50, pp. 154-174. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.50.154
- Levina A.I., Dubgorn A.S., Fadeev A.M., Kalyazina S.E., 2024. Digital and Logistical Infrastructures of the Arctic Zone: Current State of Research and Ways of Development. *Arctic and North*, no. 56, pp. 128-145. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2024.56.128
- Measuring Digital Development: Facts and Figures*, 2024. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx>
- OECD Digital Economy Outlook*, 2020. URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook-2020_bb167041-en.html
- Troyan I.A., Kravchenko L., Gindes E., 2023. Digital Inequality and Directions for Overcoming It in the Context of Human Capital Development. *Population*, vol. 26, iss. 2, pp. 114-126. DOI: 10.19181/population.2023.26.2.10
- World Development Report*, 2019. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2019>

Information About the Authors

Ekaterina V. Nalivaychenko, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Department of Integrated Scientific Research, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya St, 11, 185910 Petrozavodsk, Russian Federation; Professor, Department of Enterprise Economics, Institute of Economics and Management, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Prosp. Akademika Vernadskogo, 4, 295015 Simferopol, Russian Federation, katnaliv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0578-5997>

Alexander D. Volkov, Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Department of Integrated Scientific Research, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya St, 11, 185910 Petrozavodsk, Russian Federation, kov8vol@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0451-8483>

Vladislav V. Kirsenko, Postgraduate Student, Department of Enterprise Economics, Institute of Economics and Management, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Prosp. Akademika Vernadskogo, 4, 295015 Simferopol, Russian Federation, v.kirsenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1977-3500>

Информация об авторах

Екатерина Владимировна Наливайченко, доктор экономических наук, профессор, старший научный сотрудник Отдела комплексных научных исследований, Карельский научный центр РАН, ул. Пушкинская, 11, 185910 г. Петрозаводск, Российская Федерация; профессор кафедры экономики предприятия Института экономики и управления, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, просп. Академика Вернадского, 4, 295015 г. Симферополь, Российская Федерация, katnaliv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0578-5997>

Александр Дмитриевич Волков, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Отдела комплексных научных исследований, Карельский научный центр РАН, ул. Пушкинская, 11, 185910 г. Петрозаводск, Российская Федерация, kov8vol@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0451-8483>

Владислав Владимирович Кирсенко, аспирант кафедры экономики предприятия Института экономики и управления, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, просп. Академика Вернадского, 4, 295015 г. Симферополь, Российская Федерация, v.kirsenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1977-3500>