

Цифровое пространство регионов Российской Федерации: оценка факторов развития и взаимного влияния на социально-экономический рост

В. В. Акбердина  , *И. В. Наумов* , *С. С. Красных* 

*Институт экономики Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург, Россия*

 akberdina.vv@uiec.ru

Аннотация. Неоднородность развития цифрового пространства российских регионов обусловлена действием множества факторов, связанных с общим уровнем социально-экономического благополучия. В свою очередь, формирование и расширение цифрового пространства оказывает воздействие на социально-экономическое развитие регионов. Гипотезой исследования стало предположение о том, что наблюдается двухсторонняя взаимосвязь между сформировавшимся в регионах цифровым пространством и социально-экономическими показателями их развития. Цель исследования – выявить особенности формирования цифрового пространства в регионах, оценить факторы его развития и причинно-следственные взаимосвязи с индикаторами социально-экономического развития территорий. В статье представлен методический подход, особенностью которого является системность использования методов пространственного автокорреляционного анализа, методов регрессионного анализа по панельным данным и тестирования причинно-следственных взаимосвязей по Грэнджеру. В результате проведенного исследования были выделены три группы регионов по уровню развития цифрового пространства и определены ключевые факторы его развития. В первой группе регионов высокий уровень развития цифрового пространства обусловлен активным использованием передовых производственных технологий и значительным объемом ВРП. В регионах второй группы, к которым были отнесены ведущие производственные центры страны, на развитие цифрового пространства оказывает влияние не только экономическое состояние территорий, но и их бюджетная обеспеченность. Развитию цифрового пространства регионов третьей группы, для которых характерен слабый уровень развития цифровой инфраструктуры и ее использования, значительное влияние оказывает не только объем производимого ВРП и бюджетной обеспеченности, но и оборот розничной торговли, активное использование передовых технологий. Исследование причинно-следственных взаимосвязей с использованием теста Грэнджера позволило установить и обратное влияние цифрового пространства на показатели социально-экономического развития трех групп регионов, тем самым подтвердить выдвинутую гипотезу. Использованный методический подход и результаты моделирования были использованы для поиска оптимальных механизмов развития цифрового пространства регионов в целях обеспечения сбалансированного социально-экономического развития.

Ключевые слова: цифровое пространство регионов; пространственная неоднородность; пространственная автокорреляция Морана; тест Грэнджера; платформа RegScienceGRID

1. Введение

Актуальность исследования развития цифрового пространства регионов Российской Федерации обусловлена следующими факторами:

1) в санкционных реалиях необходимы дополнительные стимулы развития экономики, а активное внедрение информационно-коммуникационных технологий обеспечивает снижение транзакционных, логистических, операционных и других издержек;

2) цифровые технологии являются основой развития высокотехнологичной, неоиндустриальной экономики, что соответствует приоритетам социально-экономического развития РФ;

3) необходимостью формирования цифрового суверенитета в условиях формирования нового мирохозяйственного уклада.

Решение данных задач закреплено Указами Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года», «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 г. № 474, федеральными проектами «Информационная инфраструктура», «Информационная безопасность», национальной программе «Цифровая экономика» и др.

Существуют различные трактовки понятий цифровизация, цифровая экономика, цифровое пространство. В данном исследовании авторы будут использовать понятие «цифрового пространства» в широком смысле.

Цифровое пространство – это пространство, интегрирующее цифровые процессы, средства цифрового взаимодействия, информационные ресурсы, а также совокупность цифровых инфраструктур территории, на основе норм регулирования, механизмов организации, управления и использования.

Термин «цифровое пространство» указывает прежде всего на значимость

географических факторов размещения, локализации цифровой инфраструктуры и ресурсов, концентрацию цифровых производственных возможностей и цифровой обеспеченности домохозяйств с привязкой к конкретной территории. Одновременно на первый план выйдут сетевые межтерриториальные взаимодействия и образуемые ими выгоды.

Цифровое пространство как объект исследования обладает такими структурными характеристиками, как дискретность, фрактальность, иерархичность, многоуровневость и многослойность.

Цель исследования – выявление особенностей формирования цифрового пространства в регионах, а также оценка факторов его развития и причинно-следственные взаимосвязи с индикаторами социально-экономического развития территорий.

Для решения данной цели были поставлены следующие *исследовательские вопросы*:

1) какие из существующих методик оценки уровня развития цифровой экономики, цифрового общества и цифрового пространства могут быть и использованы на региональном уровне?

2) может ли методический подход, основанный на пространственной эконометрике, достоверно выявить факторы развития цифрового пространства и точно установить характер влияния цифрового пространства регионов на показатели их социально-экономического развития?

3) могут ли методы пространственной эконометрики провести достоверную группировку регионов по уровню развития цифрового пространства?

4) существуют ли статистически значимые причинно-следственные взаимосвязи между социально-экономическими показателями и уровнем цифрового пространства регионов России.

Основной гипотезой исследования является предположение о том, что наблюдается двухсторонняя взаимосвязь

между сформировавшимся цифровым пространством в регионах и социально-экономическими показателями их развития. Данное исследование поможет реализовать дифференцированный подход к оценке факторов развития цифрового пространства в регионах.

2. Обзор исследований цифрового пространства

Исследование процессов цифровизации различных сфер экономической деятельности в последние десятилетия находится в авангарде отечественной и зарубежной науки. Исследователями развиваются теоретические основы цифровизации, оценивается ее влияние на государство, экономику, различные сферы жизнедеятельности.

В настоящее время используются различные подходы к оценке уровня развития цифрового пространства в территориальных системах и чаще всего применяются методы расчета интегральных показателей.

Садырtdинов [1] использовал интегральный индекс, включающий четыре блока показателей: цифровую мобильность, цифровое равенство, цифровую экономику и цифровое взаимодействие.

Novikova & Strogonova [2] применяли методологию, основанную на расчетах индекса цифровизации бизнеса (Высшей школы экономики), состоящего из 12 индикаторов.

Лысенко и др. [3] использовали методику, оценивающую три элемента цифрового пространства территории: предприятия различных видов экономической деятельности, население и органы государственной власти.

Международный союз электросвязи (МСЭ) разработал индекс развития информационных и коммуникационных технологий [4]. Методика основывается на расчете трех факторов: «Доступ» (количество абонентов, использующих Интернет и связь), «Использование» (процент использования сетей Интернет)

и «Навыки» (доля среднего и высшего образования)¹. Главным ограничением данного индекса является то, что он показывает только базовые параметры внедрения ИКТ в стране [5] и его нельзя масштабировать на региональный уровень.

Среди существующих методических подходов к оценке уровня развития цифрового пространства стоит отметить методический инструментарий Высшей школы экономики, представленный в работе «Индикаторы цифровой экономики в России и в мире». Он оценивает цифровое пространство страны уровнем обеспеченности цифровой экономики кадрами, уровнем развития рынка телекоммуникаций и показателями, характеризующими деятельность сектора ИКТ². Данный индекс достаточно широко характеризует степень развития цифровой инфраструктуры в стране и в меньшей степени оценивает уровень ее использования. Индекс цифровизации бизнеса, предложенный коллективом авторов, характеризует скорость адаптации бизнеса к цифровой трансформации, уровень использования широкополосного Интернета, облачных сервисов, технологий RFID, ERP-систем и вовлеченности бизнеса, организации электронной торговли³. Главным ограничением методического подхода, предложенного Высшей школой экономики, является невозможность его применения на региональном уровне.

Существуют методики расчета индекса развития цифрового пространства,

¹ Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ICT Development Index). URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/rating/indeks-razvitiya-informacionno-kommunikacionnyh-tehnologij-ict-development-index/#tabs|Compare-Place>

² Индикаторы цифровой экономики. ВШЭ. URL: <https://www.hse.ru/data/2018/08/20/1154812142/ICE2018.pdf.pdf>

³ Индекс цифровизации бизнеса. ВШЭ. URL: https://issexhse.ru/data/2019/10/03/1543029709/NTI_N_121_27022019.pdf

использующие и неколичественные показатели, сформированные по результатам социологических опросов и рейтингов. Например, методика оценки Индекса цифровой экономики и общества, разработанная Европейским союзом (DESI). Данный индекс оценивает уровень развития цифрового пространства территорий по нескольким элементам: связь, человеческий капитал, использование интернет-услуг, интеграция цифровых технологий и цифровые государственные услуги¹. Главное ограничение данного индекса заключается в том, что уровень развития цифрового пространства рассчитывается только среди стран Европейского союза.

Рейтинг Digital Evolution Index, разработанный Mastercard и Школой права и дипломатии им. Флетчера, учитывает потенциал развития цифровизации страны, каждое государство оценивается более чем по 170 параметрам. Главный недостаток данного рейтинга заключается в том, что он отражает состояние цифрового пространства страны и не применим на региональном уровне².

Экспертные методы исследования использовались также для разработки Индекса развития электронного правительства ООН (The UN Global E-Government Development Index)³, Индекса сетевой готовности⁴, Глобального индекса сетевого взаимодействия (Global Connectivity Index,

GCI)⁵ и др. Основные ограничения данных индексов заключаются в том, что они используются для оценки определенного элемента цифрового пространства территорий. К тому же использование экспертных методов (рейтингов, социологических опросов) затрудняет оценку развития цифрового пространства территорий, повышая субъективность получаемых результатов. Необходим методический подход, позволяющий объективно, с использованием широкого спектра показателей оценить уровень цифрового развития трех основных элементов цифрового пространства территории, а именно: предприятий различных отраслей, домашних хозяйств и органов власти (сектора государственного управления).

Для выработки механизмов регулирования и развития цифрового пространства регионов России необходимо понимать пространственную специфику его формирования, дифференцированность влияния факторов в территориальных системах с высоким, средним и слабым уровнем его развития и оценивать влияние цифрового пространства регионов на показатели их социально-экономического развития [6].

В настоящее время в научном сообществе ведутся исследования, посвященные разработке данного методического инструментария. Однако в научных работах встречаются лишь отдельные элементы данного системного методического подхода.

В частности, Abendin & Duan [7] оценивают только влияние цифрового пространства стран Африки на их экономический рост и не оценивают факторы, способствующие развитию их цифрового пространства. В данной работе использовались объединенный метод

¹ The Digital Economy and Society Index (DESI). European Commission. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

² Mastercard и Школа права и дипломатии им. Флетчера представили рейтинг Digital Evolution Index 2017. URL: <https://newsroom.mastercard.com/ru/press-releases/mastercard-и-школа-права-и-дипломатии-им-флетче/>

³ Исследование ООН : электронное правительство 2018. URL: <https://publicadministration.un.org/publications/content/PDFs/UN%20E-Government%20Survey%202018%20Russian.pdf>

⁴ Индекс сетевой готовности. Центр гуманитарных технологий. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index>

⁵ Глобальный индекс связности – Global Connectivity. URL: https://ru.abc-def.wiki/wiki/Global_Connectivity_Index_a/2019/10/03/1543029709/NTI_N_121_27022019.pdf

наименьших квадратов, модели с фиксированными и случайными эффектами на основе панельных данных 53 стран за период 2000–2018 гг. Недостатком данного методического подхода является использование ограниченного набора показателей, характеризующих влияние цифрового пространства на социально-экономическое развитие территориальных систем.

В исследованиях, посвященных оценке влияния цифрового пространства территорий на их социально-экономическое развитие, отмечается, что цифровое пространство положительно влияет на экономический рост развитых и развивающихся стран [8], в частности Китая [9], Российской Федерации [10]; ИКТ-торговлю [11], торговлю «зелеными» товарами [12], производительность труда [13], способно повышать качество жизни [14], сокращает трудовые, посреднические издержки [15], а также обеспечивает финансовое развитие территориальных систем [16]. Благодаря цифровизации трансграничные предприятия могут повысить свою операционную эффективность, предоставить новые инвестиционные возможности для международных инвесторов, а также расширяться и выйти на новые рынки. Цифровизация повышает эффективность финансовых услуг за счет снижения стоимости экономической деятельности и повышения конкурентоспособности товаров и услуг.

Андреева и др. [17] использовали индекс внедрения цифровых технологий в бизнес региона, а также регрессионный анализ для оценки влияния цифровизации на объем экспорта высокотехнологичной продукции региона.

Влияние факторов социально-экономического развития на формирование и расширение цифрового пространства рассматривалось в работах Mubarak et al. [18] и других исследователей. Ими было показано, что доход и образование населения положительно

влияют на развитие цифрового пространства в регионах [19], в то время как бедность является одной из главных причин цифрового разрыва в мире [20]. Кроме того, уровень ВВП положительно влияет на распространение Интернета в стране [21].

Евтюшин и др. [22] рассматривали показатели, характеризующие факторы развития информационного общества, а также различные аспекты использования ИКТ для развития основных сфер жизнедеятельности общества, и проблемы использования ИКТ домохозяйствами и населением.

Браккер и др. [23] проводили сравнительный анализ регионов России, факторов использования ИКТ, а также использования ИКТ для здравоохранения, культуры, образования, государственного управления.

Дмитрик и др. [24] провели детальный анализ текущего состояния развития цифровой экономики в России.

Шапошник и др. [25] оценивали факторы развития цифровой экономики страны посредством расчета и детализации национального индекса развития цифровой экономики.

Обзор работ в данной области позволил нам сделать вывод о слабой изученности факторов, способствующих развитию цифрового пространства на региональном уровне.

Актуальность необходимости разработки методического инструментария, учитывающего дифференцированность цифрового разрыва, в региональном контексте подтверждает исследование Vartanova et al. [26], уровня развития цифрового пространства в регионах – исследование Ivanenko et al. [27], а актуальность структурной трансформации целых отраслей – исследование Dyatlov et al. [28].

Важность оценки пространственной специфики развития цифрового пространства подтверждается рядом исследований. Так, неоднородность

цифрового пространства регионов России исследовалась в работах Селищевой и Асалхановой [29], пространственная неравномерность развития информационно-коммуникационных технологий в стране оценивалась Чугреевым [30], а приоритеты цифровизации российских регионов рассматривались Чернышевой и Калыгиной [31].

Исследование пространственной специфики формирования цифрового пространства необходимо для корректной оценки факторов, оказывающих влияние на его развитие [32] и выработки соответствующих механизмов его дальнейшего расширения [33, 34].

Таким образом, теоретический обзор работ показывает необходимость разработки системного методического подхода, оценивающего пространственные особенности размещения цифрового пространства, факторы развития цифрового пространства в различных территориальных системах, его влияние на показатели социально-экономического развития данных территорий.

3. Методология исследования

3.1. Оценка уровня развития цифрового пространства регионов

Для оценки уровня развития цифрового пространства регионов России нами предложен индекс (1), состоящий из трех элементов, характеризующих уровень цифровизации предприятий (2), домашних хозяйств (3) и государственного управления (4). Показатели, входящие в субиндексы, представлены в табл. 1.

$$ИЦ = \sqrt[3]{ИЦП \cdot ИЦДХ \cdot ИЦГУ}, \quad (1)$$

где ИЦ – индекс цифрового пространства региона; ИЦП – индекс цифровизации предприятий; ИЦДХ – индекс цифровизации домашних хозяйств; ИЦГУ – индекс цифровизации государственного управления.

$$ИЦП = \sqrt[11]{П1 \cdot П2 \cdot П3 \cdot П4 \cdot П5 \times \times П6 \cdot П7 \cdot П8 \cdot П9 \cdot П10 \cdot П11} \quad (2)$$

$$ИЦДХ = \sqrt[4]{П1 \cdot П2 \cdot П3 \cdot П4} \quad (3)$$

$$ИЦГУ = \sqrt[3]{П1 \cdot П2 \cdot П3} \quad (4)$$

Не во всех исследованиях, посвященных данной проблематике, проводится оценка уровня цифровизации государственного управления, а в тех, что проводится, используются не официальные статистические данные, а результаты социологических опросов и рейтингов. В данном же исследовании была сделана попытка оценки уровня цифровизации государственного управления при помощи официально доступных количественных данных.

Использование нормированных значений по показателям, характеризующим три элемента индекса цифрового пространства, дает возможность объективной и многоаспектной оценки его уровня развития в регионах России, сопоставления данных территориальных систем.

Значение интегрального показателя развития цифрового пространства в регионе, стремящееся к единице, будет свидетельствовать о его высоком уровне развития, а значение, стремящееся к нулю, наоборот, о недостаточном развитии цифрового пространства в регионе.

При использовании нормированных показателей оптимальным методом расчета интегрального индекса цифрового пространства является геометрическая средняя, которая не требует введение весовых коэффициентов для его элементов. Если при расчете индекса развития цифрового пространства требуется подчеркнуть более важное значение того или иного элемента, то вполне может использоваться и арифметическая взвешенная.

Таблица 1. Методика индексной оценки уровня развития цифрового пространства региона
 Table 1. Methodology of the index evaluation of the level of development of the digital space of the region

Субиндексы	Показатели
ИЦП – индекс цифровизации предприятий	<p>П1 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших серверы, %;</p> <p>П2 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших локальные вычислительные сети, %;</p> <p>П3 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших «облачные» сервисы, %;</p> <p>П4 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших широкополосный доступ к сети Интернет, %;</p> <p>П5 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших специальные программные средства для научных исследований, %;</p> <p>П6 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших специальные программные средства для проектирования, %;</p> <p>П7 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших специальные программные средства для управления автоматизированным производством и/или отдельными техническими средствами и технологическими процессами, %;</p> <p>П8 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших специальные программные средства для CRM, ERP, SCM систем;</p> <p>П9 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших системы электронного документооборота, %;</p> <p>П10 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших электронный обмен данными между информационными системами по форматам обмена, %;</p> <p>П11 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших RFID технологии, %</p>
ИЦДХ – индекс цифровизации домашних хозяйств	<p>П1 – нормированное значение удельного веса домашних хозяйств, использовавших персональный компьютер, %;</p> <p>П2 – нормированное значение удельного веса домашних хозяйств, имевших доступ к сети Интернет, %;</p> <p>П3 – нормированное значение удельного веса домашних хозяйств, использовавших сеть Интернет, %;</p> <p>П4 – нормированное значение численности активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет, чел.</p>
ИЦГУ – индекс цифровизации государственного управления	<p>П1 – нормированное значение удельного веса домашних хозяйств, использовавших официальные сайты государственных и муниципальных услуг, %;</p> <p>П2 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших специальные программные средства – электронные справочно-правовые системы, %;</p> <p>П3 – нормированное значение удельного веса организаций, использовавших специальные программные средства для предоставления доступа к базам данных через глобальные информационные сети, включая Интернет, %</p>

3.2. Дифференциация регионов по уровню развития цифрового пространства

На этом этапе исследования для оценки дифференциации регионов по уровню развития цифрового пространства по каждому региону предполагается расчет его средневзвешенного значения за последние 5–6 лет, который позволит исключить не характерные для его динамики высокие и низкие значения. Такой подход поможет установить регионы, которые на протяжении длительного периода, а не в определенный момент времени отличались высоким, средним и низким уровнем развития цифрового пространства.

Для группировки регионов предлагается использовать метод расчета средней величины по значениям исследуемого индекса и стандартного отклонения от нее (5).

$$ИЦ_{\max} = \overline{ИЦ}_i + \sqrt{\frac{\sum(ИЦ_i - \overline{ИЦ}_i)^2}{n}}, \quad (5)$$

где $ИЦ_{\max}$ – верхняя граница разброса значений по уровню развития цифрового пространства в регионах; $ИЦ_i$ – уровень развития цифрового пространства в отдельном регионе; $\overline{ИЦ}_i$ – средний объем уровня развития цифрового пространства в регионах России; n – количество регионов России.

Таким образом, мы сможем выделить три группы регионов:

- с высоким уровнем развития цифрового пространства, превышающим верхнюю границу разброса данных по регионам – стандартное отклонение от средней ($ИЦ_i > ИЦ_{\max}$) (зеленый цвет заливки геополигонов на рис. 1);

- со средним уровнем развития цифрового пространства, превышающим среднее значение по регионам ($ИЦ_i \geq \overline{ИЦ}_i$) (желтый цвет заливки геополигонов на рис. 1);

- с низким уровнем развития цифрового пространства – ниже среднего

уровня по регионам ($ИЦ_i < \overline{ИЦ}_i$) (красный цвет заливки геополигонов на рис. 1).

Такая группировка позволит в дальнейшем установить факторы, способствующие развитию их цифрового пространства в разных группах регионов и получить более достоверные и надежные результаты моделирования, которое будет осуществляться на следующем этапе исследования.

3.3. Пространственная кластеризация регионов по уровню развития цифрового пространства

Для обоснования корректности осуществленной группировки регионов по уровню развития цифрового пространства предлагается провести пространственный автокорреляционный анализ по методике П. Морана с использованием различных матриц пространственных весов. Данный анализ позволит установить полюса роста – регионы с высоким уровнем развития цифрового пространства, потенциальные пространственные кластеры регионов, которые можно объединить по схожему уровню его развития, зоны их влияния (перспективные пространственные направления дальнейшего его развития), а также тесные взаимосвязи между регионами по развитию цифрового пространства в России.

Использование системы матриц пространственных весов позволит получить не случайные результаты, характерные для определенной матрицы [35], а обобщенные по всем матрицам, что позволит получить более надежные результаты, проявившиеся не в отдельном случае, при определенной матрице пространственных весов [36].

3.4. Пространственная кластеризация регионов по уровню развития цифрового пространства

Для выявления факторов, способствующих развитию цифрового

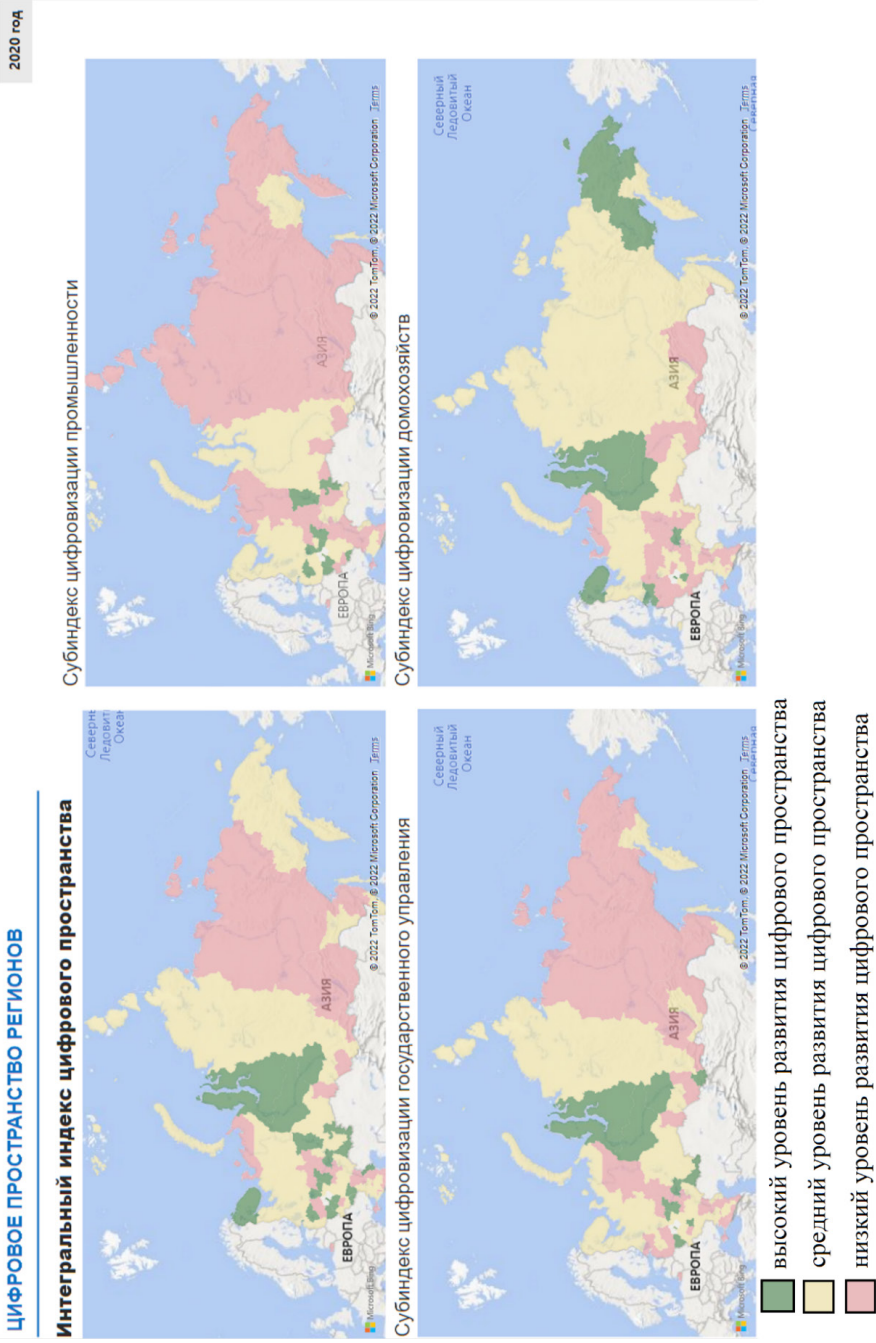


Рис. 1. Интерфейс ГИС-визуализации индексной оценки уровня развития цифрового пространства регионов России на платформе распределенных региональных исследований RegScienceGRID

Fig. 1. Interface of GIS-visualization of the index evaluation of the development level of digital space of Russian regions on the platform of distributed regional research RegScienceGRID

пространства в территориальных системах, на следующем этапе исследования по каждой группе регионов будет построена регрессионная модель с использованием панельных данных.

В ходе моделирования будет тестироваться влияние таких факторов, как объем валового регионального продукта субъектов РФ, среднедушевые денежные доходы населения, уровень занятости населения, индекс промышленного производства, объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг в обрабатывающем производстве, объем разработанных и используемых передовых производственных технологий, объем отгруженных инновационных товаров, работ и услуг, степень износа основных фондов и объем инвестиции в основной капитал по обрабатывающим производствам, оборот розничной торговли в фактически действовавших ценах, доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ, удельный вес убыточных организаций, численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, выпуск бакалавров, специалистов и магистров, объем оказанных телекоммуникационных услуг населению.

Выбор оптимальной модели будет осуществляться по результатам панельной диагностики, оценки статистической значимости параметров регрессии, информационных критериев Шварца, Акаике и Хеннана – Куинна, по результатам исследования модели на наличие мультиколлинеарности, автокорреляции остатков, гетероскедастичности и нормальности распределения ошибок по Гауссу.

Для подтверждения установленных в ходе регрессионного моделирования взаимосвязей и оценки влияния цифрового пространства регионов на показатели социально-экономического развития их институциональных секторов (предприятий обрабатывающих производств, домашних хозяйств и государственного

управления) на заключительном этапе исследования предполагается тестирование причинно-следственных взаимосвязей по методу Гренджера.

Данный метод позволит выявить прямые и обратные взаимосвязи между индексом развития цифрового пространства регионов и исследуемыми факторами. В результате использования такого методического подхода в каждой группе регионов будут установлены факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на развитие цифрового пространства территориальных систем и индикаторы развития предприятий обрабатывающих производств, домашних хозяйств и государственного управления, которое обеспечивается за счет расширения цифрового пространства.

3.5. Источники данных

Источником данных выступает разрабатываемая платформа-агрегатор распределенных региональных исследований RegScienceGRID, которая аккумулирует данные из открытых источников, имеет встроенные сервисы моделирования и ГИС-визуализации. В настоящее время платформа RegScienceGRID проходит тестовые испытания.

4. Результаты исследования

4.1. Группировка регионов по индексу развития цифрового пространства

Цифровое пространство регионов, оцениваемое нами как уровень цифровизации предприятий различных видов экономической деятельности, домашних хозяйств, сектора государственного управления и уровень развития цифровой инфраструктуры в регионах, обладает незначительной пространственной неоднородностью. Можно выделить регионы с более высоким уровнем развития цифрового пространства – первая группа (табл. 2).

Таблица 2. Группировка регионов России по интегральному индексу развития цифрового пространства

Table 2. Grouping of Russian regions by integral index of digital space development

Группы регионов	Регионы	Средний уровень ИЦ за период 2015–2020 гг.
Первая группа регионов – с высоким уровнем развития цифрового пространства	г. Москва	0,87
	Московская область	0,80
	Тульская область	0,73
	ЯНАО	0,81
	ХМАО	0,81
	Республика Татарстан	0,80
	г. Санкт-Петербург	0,78
	Тюменская область без АО	0,75
	Республика Башкортостан	0,73
Вторая группа регионов – со средним уровнем развития цифрового пространства	<i>Области:</i> Нижегородская, Ярославская, Воронежская, Свердловская, Астраханская, Липецкая, Челябинская, Белгородская, Ленинградская, Новгородская, Ростовская, Мурманская, Сахалинская, Смоленская, Калининградская, Томская, Оренбургская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Архангельская, Пензенская, Кемеровская, Самарская. <i>Края:</i> Пермский, Камчатский, Ставропольский, Краснодарский, Хабаровский, Приморский, Красноярский. <i>Республики:</i> Коми, Алтай, Карелия, Чувашия, Удмуртия	$0,65 \leq \text{ИЦ} < 0,73$
Третья группа регионов – с уровнем развития цифрового пространства ниже среднего	Все остальные регионы	ИЦ < 0,65

В данных регионах индекс цифрового пространства превышает одно стандартное отклонение от среднего уровня – выше 0,73. Значительная часть предприятий и домашних хозяйств имели доступ к цифровым технологиям и активно их применяли. Данные регионы

отличались высоким уровнем цифровизации домашних хозяйств и сектора государственного управления.

Высокий уровень цифровизации предприятий, домашних хозяйств и сектора государственного управления был характерен для данных регионов

не только в 2020 г., а наблюдался на протяжении последних шести лет. Такая динамика индекса развития цифрового пространства подтверждает результаты осуществленной группировки регионов. Значения данного индекса по всем регионам, формирующим первую группу, не менялись существенно и превышали одно стандартное отклонение от средне-русского значения.

Регионы данной группы отличаются и высокими темпами социально-экономического развития, значительным объемом валового регионального продукта, приходящимся на душу населения, объемом отгруженных товаров собственного производства в области обрабатывающих производств. Данные регионы обладают и значительными финансовыми возможностями для прогрессивного социально-экономического развития. Все это, по нашему мнению, способствует активному развитию цифрового пространства в данных регионах.

Вторую группу сформировали регионы, индекс развития цифрового пространства в которых близок к среднему значению (0,65) и незначительно его превышает (табл. 2). Индекс развития их цифрового пространства существенно отличается от регионов первой группы. В третью группу с низким уровнем развития цифрового пространства (ниже среднероссийского значения) вошло подавляющее большинство регионов.

На рис. 1 представлены картограммы с интегральным индексом и субиндексами цифрового пространства регионов. Анализ показал, что по субиндексу цифровизации промышленности наблюдается значительная дифференциация регионов, причем доля регионов, имеющих высокое значение субиндекса, крайне мала. Практически все регионы Сибири, Дальнего Востока, Поволжья и юга России находятся в красной зоне значений. Анализ субиндекса цифровизации домохозяйств показывает некоторое смещение значений, при котором

наиболее высокие значения имеют регионы с низкой плотностью расселения.

4.2. Пространственная кластеризация регионов по уровню развития цифрового пространства

Пространственный автокорреляционный анализ по модифицированной нами методике П. Морана показал, что в России наблюдается пространственная кластеризация регионов по уровню развития цифрового пространства, то есть можно выделить группы похожих по данному показателю регионов. Возможность их кластеризации подтверждаются положительными значениями глобального индекса Морана, рассчитанными по различным матрицам пространственных весов (табл. 3).

Рассчитанные значения глобального индекса Морана по матрицам обратных расстояний между административными центрами субъектов РФ и их стандартизированным (нормированным) значениям являются статистически значимыми, их *p-value* находится в пределах допустимых значений, а стандартные ошибки рассчитанных индексов почти равны нулю. Сформированная диаграмма рассеивания Морана по различным матрицам пространственных весов также подтвердила выводы о возможной кластеризации регионов по уровню развития цифрового пространства (табл. 4).

В результате обобщения результатов пространственного автокорреляционного анализа, полученных по указанным ранее матрицам, были выделены два кластера похожих регионов: с высокими и низкими значениями индекса развития цифрового пространства.

Квадрант НН данной диаграммы объединяет регионы с более высокими значениями анализируемого индекса – выше среднего уровня, то есть регионы первой и второй групп, выделенных ранее по уровню развития цифрового пространства. При этом в данном квадранте

Таблица 3. Сводные результаты пространственного автокорреляционного анализа Морана уровня развития цифрового пространства в регионах России в 2020 г.

Table 3. Summary results of the spatial autocorrelation analysis of the Moran level of development of digital space in the regions of Russia in 2020

Показатель	Матрица расстояний по дорогам	Матрица расстояний по дорогам (норм)	Матрица линейных расстояний	Матрица линейных расстояний (норм)	Матрица смежных границ	Матрица смежных границ (норм)
Индекс Морана	0,1728	0,1730	0,1783	0,1907	0,2032	0,1718
sd (Ii)	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005
E (Ii)	0,000024	0,000024	0,000025	0,000026	0,000028	0,000024
Z-оценка	452,073	452,642	425,250	409,110	387,257	340,538
p-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

выделяются две подгруппы регионов: с высоким уровнем пространственного взаимовлияния, которые уже сформировали пространственный кластер с тесными межрегиональными взаимосвязями (регионы, окружающие г. Москва и г. Санкт-Петербург), а также с низким уровнем пространственного взаимовлияния, с формирующимися межрегиональными взаимосвязями, которые удалены от центров развития цифровых технологий.

Квадрант LL, наоборот, объединяет регионы с очень низким уровнем развития цифрового пространства, ниже среднероссийского уровня (регионы третьей группы), такие как Забайкальский, Камчатский край, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская и Чеченская республики, Республику Адыгея, Бурятия, Дагестан, Ингушетия, Северная Осетия, Калмыкия, Саха, Тыва и др. Часть регионов третьей группы вошли в квадрант LH и стали зоной влияния пространственных кластеров с более высоким уровнем развития цифрового пространства (табл. 4).

Наиболее значительное их влияние испытывали Кировская, Костромская,

Орловская, Тверская и Ульяновская области, Республика Мордовия, регионы с наиболее высоким уровнем пространственного взаимовлияния (с локальным индексом пространственной автокорреляции выше среднего значения). Данные регионы в будущем за счет более тесных межрегиональных взаимосвязей и пространственной близости к регионам с развитой цифровой инфраструктурой, таким как г. Москва, г. Санкт-Петербург и Республика Татарстан, могут значительно повысить уровень развития своего цифрового пространства.

Остальные регионы третьей группы, входящие в квадрант LH и обладающие более низким уровнем пространственного взаимовлияния, такие как Псковская, Омская, Курганская, Брянская, Курская и Волгоградская области, Алтайский край, Республика Марий Эл и Коми, а также Ненецкий автономный округ, имеют меньше возможностей для развития своего цифрового пространства, поскольку пространственно удалены от центров развития цифровой инфраструктуры.

Таблица 4. Обобщенная диаграмма рассеивания П. Морана по уровню развития цифрового пространства в регионах России в 2020 г.

Table 4. Generalized scatter diagram of P. Moran on the level of development of digital space in the regions of Russia in 2020

ЛН – зоны влияния		НН – пространственные кластеры	
Высокий уровень пространственно-взаимовлияния	Низкий уровень пространственного взаимовлияния	Высокий уровень пространственного взаимовлияния	Низкий уровень пространственного взаимовлияния
<ul style="list-style-type: none"> – Кировская, Костромская, Орловская, Тверская, Ульяновская области; – Республика Мордовия, Чувашия 	<ul style="list-style-type: none"> – Калининградская, Псковская, Омская, Курганская, Брянская, Курская, Волгоградская области; – Алтайский, Красноярский край; – Республика Марий Эл, Удмуртия, Коми; – Ненецкий АО 	<ul style="list-style-type: none"> – г. Москва, г. Санкт-Петербург; – Тульская, Владимирская, Калужская, Ленинградская, Московская, Нижегородская, Новгородская, Рязанская, Смоленская, области 	<ul style="list-style-type: none"> – Тюменская, Архангельская, Белгородская, Вологодская, Воронежская, Ивановская, Кемеровская, Липецкая, Мурманская, Новосибирская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Свердловская, Тамбовская, Томская, Челябинская, Ярославская области; – Пермский край; – Республика Татарстан, Башкортостан, Карелия; – ХМАО, ЯНАО
LL – Регионы с низким уровнем развития цифрового пространства		НН – Регионы с более высоким относительно окружающих уровнем развития цифрового пространства	
Остальные регионы России		<ul style="list-style-type: none"> – Астраханская, Ростовская, Сахалинская области; – Приморский, Ставропольский край; – Республика Хакасия, Алтай; – Краснодарский край 	

4.3. Оценка факторов развития цифрового пространства в группах регионов

Для исследования факторов, способствующих развитию цифрового пространства отмеченных групп регионов, было проведено регрессионное моделирование с использованием панельных данных. Анализ исходных данных показал, что наиболее подходящей функциональной зависимостью, описывающей взаимосвязь индекса цифрового

пространства регионов и тестируемых факторов, является экспоненциальная функция. В ходе исследования были построены модели со случайными и фиксированными эффектами, по объединенному методу наименьших квадратов, с поправкой на гетероскедастичность.

В результате оценки статистической значимости параметров модели, информационных критериев и коэффициента детерминации, а также по результатам теста Хаусмана оптимальной моделью

по всем группам регионов была признана регрессионная модель с фиксированными эффектами.

Регрессионный анализ позволил установить, что на развитие цифрового пространства регионов первой группы значительное влияние оказывает объем используемых в них передовых производственных технологий и объем их валового регионального продукта:

$$ИЦ_1 = -1,646 + 0,081 \cdot Ln(ВРП) + 0,143 \cdot Ln(ИТ), \quad (6)$$

где ИЦ₁ – индекс цифрового пространства регионов первой группы, принимающий значения от 0 до 1; ВРП – объем валового регионального продукта в субъекте РФ, млн руб.; ИТ – объем используемых в регионе передовых производственных технологий, шт.

Основные параметры модели и результаты проведенных тестов на их достоверность представлены в табл. 5. Коэффициент детерминации в модели имеет невысокое, но достаточное значение для признания наличия тесной взаимосвязи между переменными. Коэффициенты регрессии являются

Таблица 5. Результаты регрессионного моделирования факторов, оказывающих влияние на развитие цифрового пространства регионов первой группы (с фиксированными эффектами)

Table 5. Results of regression modeling of the factors affecting the development of the digital space of the regions of the first group (with fixed effects)

Показатель	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
const	-1,646	0,528	-3,116	0,0033***
ВРП	0,081	0,036	2,206	0,0328**
ИТ	0,143	0,034	4,234	0,0001***
LSDV R-squared		0,688	В пределах R-квадрат	0,424
LSDV F (10, 43)		9,502	P-значение (F)	4,33e-08***
Лог. правдоподобие		104,7	Крит. Акаике	-187,4
Крит. Шварца		-165,6	Крит. Хеннана – Куинна	-179,1
Параметр rho		0,361	Стат. Дарбина – Вотсона	1,459
Wald test for heteroskedasticity (нулевая гипотеза – наблюдается гомоскедастичность – наблюдения имеют общую дисперсию ошибки)			Хи-квадрат (9) = 234,4	0,928
Тест по критерию Хи-квадрат (нулевая гипотеза – нормальное распределение остатков)			Хи-квадрат (2) = 4,977	0,083
Wooldridge test (нулевая гипотеза – наличие автокорреляции остатков)			Тестовая статистика: F (1, 8) = 35,2	0,345
Hausman test statistic: $H = 5,234$; $p\text{-value} = 0,0004$ (низкое p -значение указывает на оптимальность модели с фиксированными эффектами)				
Pesaran CD test for cross-sectional dependence (нулевая гипотеза: отсутствие cross-sectional зависимости): Асимптотическая тестовая статистика: $z = 1,082$; $p\text{-value} = 0,279$				

Примечание: составлено авторами; * – статистическая значимость на уровне 10%; ** – статистическая значимость на уровне 5%; *** – статистическая значимость на уровне 1%.

Таблица 6. Результаты тестирования причинно-следственных взаимосвязей между уровнем развития цифрового пространства в регионах первой группы и факторами, способствующими его развитию методом Гранджера

Table 6. The results of testing the causal relationships between the level of development of the digital space in the regions of the first group and the factors contributing to its development by the Granger method

Нулевая гипотеза о том, что:	F-Statistic	Prob.	Вывод
ИЦ ₁ не оказывает влияние на объем ВРП субъектов РФ	2,719	0,081*	Оказывает влияние
ИЦ ₁ не оказывает влияние на уровень занятости населения	3,56	0,041**	Оказывает влияние
ИЦ ₁ не оказывает влияние на оборот розничной торговли	5,333	0,011**	Оказывает влияние
ИЦ ₁ не оказывает влияние на объем отгруженных товаров, выполненных работ и услуг в обрабатывающих производствах	3,968	0,029**	Оказывает влияние
Объем ВРП субъектов РФ не оказывает влияние на ИЦ ₁	9,003	0,0008**	Оказывает влияние
Среднедушевые денежные доходы населения не оказывают влияние на ИЦ ₁	4,423	0,021**	Оказывает влияние
Уровень занятости населения не оказывает влияние на ИЦ ₁	7,189	0,003***	Оказывает влияние
Объем телекоммуникационных услуг населению не оказывает влияние на ИЦ ₁	4,229	0,024**	Оказывает влияние

Примечание: уровень значимости коэффициентов, при котором отвергается нулевая гипотеза теста об отсутствии причинности: * – $0,05 < p < 0,1$; ** – $0,01 < p < 0,05$; *** – $p < 0,01$

статистически значимыми, в модели отсутствуют мультиколлинеарность, автокорреляция ошибок и гетероскедастичность, наблюдается нормальное распределение ошибок.

Во второй группе регионов, как показало исследование, развитию цифрового пространства способствует не только экономическое состояние территорий (объем валового регионального продукта), но и их бюджетная обеспеченность – доходы консолидированного бюджета субъектов РФ:

$$\text{ИЦ}_2 = -2,429 + 0,178 \cdot \text{Ln}(\text{ВРП}) + 0,064 \cdot \text{Ln}(\text{ДБ}), \quad (7)$$

где ИЦ₂ – индекс цифрового пространства регионов второй группы, принимающий значения от 0 до 1; ВРП – объем валового регионального продукта в субъекте РФ, млн руб.; ДБ – доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ, млн руб.

Построенная модель, результаты которой представлены в табл. 7, обладает статистически значимыми параметрами, в ней отсутствует мультиколлинеарность и гетероскедастичность, автокорреляция ошибок, наблюдается их нормальное распределение. Надежность построенной модели подтверждается и тестом Песарана.

Таблица 7. Результаты регрессионного моделирования факторов, оказывающих влияние на развитие цифрового пространства регионов второй группы (с фиксированными эффектами)

Table 7. Results of regression modeling of the factors affecting the development of the digital space of the regions of the second group (with fixed effects)

Показатель	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
const	-2,429	0,251	-9,688	4,29e-018***
ВРП	0,178	0,036	4,928	1,89e-06***
ДБ	0,064	0,028	2,273	0,024**
LSDV R-squared		0,621	В пределах R-квадрат	0,549
LSDV F (37, 178)		7,883	P-значение (F)	4,09e-22***
Лог. правдоподобие		441,6	Крит. Акаике	-807,3
Крит. Шварца		-679,1	Крит. Хеннана – Куинна	-755,5
Параметр rho		0,214	Стат. Дарбина – Вотсона	1,338
Wald test for heteroskedasticity (нулевая гипотеза – наблюдается гомоскедастичность – наблюдения имеют общую дисперсию ошибки)			Хи-квадрат (36) = 1454,1	0,273
Тест по критерию Хи-квадрат (нулевая гипотеза – нормальное распределение остатков)			Хи-квадрат (2) = 2,267	0,322
Wooldridge test (нулевая гипотеза – наличие автокорреляции остатков)			Тестовая статистика: F (1, 35) = 14,756	0,493
Hausman test statistic: $H = 3,153$; $p\text{-value} = 4,56e-007$ (низкое p -значение указывает на оптимальность модели с фиксированными эффектами)				
Pesaran CD test for cross-sectional dependence (нулевая гипотеза: отсутствие cross-sectional зависимости): Асимптотическая тестовая статистика: $z = 4,88$; $p\text{-value} = 0,061$				

Примечание: составлено авторами; * – статистическая значимость на уровне 10%; ** – статистическая значимость на уровне 5%; *** – статистическая значимость на уровне 1%.

Регрессионный анализ с использованием панельных данных показал, что на развитие цифрового пространства регионов третьей группы оказывает значительное число факторов:

$$\text{ИЦ}_3 = -3,659 + 0,097 \cdot \text{Ln}(\text{ВРП}) + 0,251 \cdot \text{Ln}(\text{ОТ}) + 0,017 \cdot \text{Ln}(\text{ИТ}), \quad (8)$$

где ИЦ₃ – индекс цифрового пространства регионов третьей группы, принимающий значения от 0 до 1; ВРП – объем валового регионального продукта в субъекте РФ,

млн руб.; ДБ – доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ, млн руб.; ОТ – оборот розничной торговли в фактически действовавших ценах, млн руб.; ИТ – объем используемых в регионе передовых производственных технологий, шт.

Основные параметры данной модели и оценка их статистической значимости представлены в табл. 9 и 10.

5. Обсуждение результатов

5.1. Регионы первой группы

Необходимо отметить, что исследуемые регионы являются основными

Таблица 8. Результаты тестирования причинно-следственных взаимосвязей между уровнем развития цифрового пространства в регионах второй группы и факторами, способствующими его развитию методом Грэнджера

Table 8. Test results of causal relationships between the level of development of digital space in the regions of the second group and the factors contributing to its development by the Granger method

Нулевая гипотеза о том, что:	F-Statistic	Prob.	Вывод
ИЦ ₂ не оказывает влияние на объем ВРП субъектов РФ	9.46335	0.0001 ***	Оказывает влияние
ИЦ ₂ не оказывает влияние на доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ	3.66660	0.0281 **	Оказывает влияние
ИЦ ₂ не оказывает влияние на уровень занятости населения	22.9106	3.E-09 ***	Оказывает влияние
ИЦ ₂ не оказывает влияние на выпуск бакалавров, специалистов, магистров	13.2164	6.E-06 ***	Оказывает влияние
ИЦ ₂ не оказывает влияние на оборот розничной торговли	7.15342	0.0011***	Оказывает влияние
ИЦ ₂ не оказывает влияние на индекс промышленного производства в обрабатывающем производстве	6.75213	0.0016 ***	Оказывает влияние
Объем разработанных передовых производственных технологий в регионе не оказывает влияние на ИЦ ₂	4.82146	0.0095 ***	Оказывает влияние

Примечание: уровень значимости коэффициентов, при котором отвергается нулевая гипотеза теста об отсутствии причинности: * $-0,05 < p < 0,1$; ** $-0,01 < p < 0,05$; *** $-p < 0,01$

центрами экономического роста в стране, обладают развитым промышленным комплексом, поэтому вполне закономерно, что данные факторы являются определяющими для расширения их цифрового пространства. Данные регионы обладают мощным финансовым потенциалом, привлекают значительный объем инвестиций в технологическое обновление основных фондов, располагают интеллектуальным, научным потенциалом, поэтому для развития их цифрового пространства определяющим является не разработка новых передовых производственных технологий, а их использование.

Тест Грэнджера на причинно-следственные взаимосвязи между

исследуемыми показателями позволил подтвердить влияние объема валового регионального продукта на уровень развития цифрового пространства регионов данной группы (табл. 6).

Помимо этого, было установлено и положительное влияние других факторов, таких как среднедушевые денежные доходы населения, уровень занятости населения, объем оказываемых населению телекоммуникационных услуг.

Можно сделать вывод о том, что уровень развития цифрового пространства регионов данной группы обусловлен не только активным развитием производственного сектора экономики, но и характерным для них высоким социально-экономическим состоянием

Таблица 9. **Результаты регрессионного моделирования факторов, оказывающих влияние на развитие цифрового пространства регионов третьей группы (с фиксированными эффектами)**

Table 9. **Results of regression modeling of factors affecting the development of the digital space of the regions of the third group (with fixed effects)**

Показатель	Коэффициент	Ст. ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -значение
const	-3,659	0,351	-10,43	1,51e-20***
ВРП	0,097	0,034	2,868	0,005***
ОТ	0,251	0,055	4,539	9,82e-06***
ИТ	0,017	0,008	2,021	0,045**
LSDV R-squared		0,805	В пределах <i>R</i> -квадрат	0,549
LSDV F (42, 197)		19,39	<i>P</i> -значение (<i>F</i>)	3,21e-50***
Лог. правдоподобие		464,1	Крит. Акаике	-842,1
Крит. Шварца		-692,5	Крит. Хеннана –Куинна	-781,8
Параметр rho		0,042	Стат. Дарбина –Вотсона	1,439
Wald test for heteroskedasticity (нулевая гипотеза – наблюдается гомоскедастичность – наблюдения имеют общую дисперсию ошибки)			Хи-квадрат (40) = 551,4	0,868
Тест по критерию Хи-квадрат (нулевая гипотеза – нормальное распределение остатков)			Хи-квадрат (2) = 3,222	0,199
Wooldridge test (нулевая гипотеза – наличие автокорреляции остатков)			Тестовая статистика: <i>F</i> (1, 39) = 32,9	0,202

Hausman test statistic: $H = 95,049$; p -value = $2,91e-013$ (Низкое p -значение указывает на оптимальность модели с фиксированными эффектами)

Pesaran CD test for cross-sectional dependence (Нулевая гипотеза: отсутствие cross-sectional зависимости): Асимптотическая тестовая статистика: $z = 11,38$; p -value = $0,329$

Примечание: составлено авторами; * – статистическая значимость на уровне 10%; ** – статистическая значимость на уровне 5%; *** – статистическая значимость на уровне 1%.

домашних хозяйств, их финансовой обеспеченностью.

Исследование причинно-следственных взаимосвязей с использованием теста Грэнджера позволило установить и обратное влияние индекса развития цифрового пространства на объем валового регионального продукта территориальных систем, оборот розничной торговли, объем отгруженных товаров предприятий обрабатывающих производств, а также уровень занятости населения.

Таким образом, развитие цифрового пространства г. Москва и г. Санкт-Петербург, Московской, Тульской и Тюменской областей, республик Татарстан и Башкортостан, ХМАО и ЯНАО способствует не только прогрессивному развитию их промышленности, но и обеспечивает их социально-экономический рост.

5.2. Регионы второй группы

Высокий размер константы свидетельствует о том, что, помимо

Таблица 10. Результаты тестирования причинно-следственных взаимосвязей между уровнем развития цифрового пространства в регионах третьей группы и факторами, способствующими его развитию методом Грэнджера

Table 10. Test results of causal relationships between the level of development of digital space in the regions of the third group and the factors contributing to its development by the Granger method

Нулевая гипотеза о том, что:	F-Statistic	Prob.	Вывод
ИЦ ₃ не оказывает влияние на среднедушевые денежные доходы населения	2,578	0,079	Оказывает влияние
ИЦ ₃ не оказывает влияние на уровень занятости населения	6,963	0,001	Оказывает влияние
ИЦ ₃ не оказывает влияние на численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками	2,472	0,088	Оказывает влияние
Уровень занятости населения не оказывает влияние на ИЦ ₃	4,154	0,018	Оказывает влияние

Примечание: уровень значимости коэффициентов, при котором отвергается нулевая гипотеза теста об отсутствии причинности: * – $0,05 < p < 0,1$; ** – $0,01 < p < 0,05$; *** – $p < 0,01$

включенных в модель факторов, наблюдаются и другие факторы и условия, которые могут оказывать влияние на развитие цифрового пространства регионов. Тест Грэнджера показал, что таким фактором является объем разрабатываемых передовых производственных технологий (табл. 8).

Если в первой группе регионов важным фактором развития цифрового пространства является активное внедрение уже имеющихся передовых производственных технологий, то во второй группе регионов – их разработка. То есть для развития цифрового пространства регионов данной группы прежде всего необходимо воспроизводство интеллектуального, научно-технического потенциала.

Тестирование причинно-следственных взаимосвязей с помощью теста Грэнджера показало, что развитие цифрового пространства регионов второй группы также оказывает значительное положительное влияние на показатели социально-экономического развития данных

территорий. Его развитие обеспечивает рост валового регионального продукта субъектов РФ, входящих во вторую группу, оборота розничной торговли, индекса промышленного производства в обрабатывающих производствах, способствует повышению доходов их консолидированных бюджетов, уровня занятости населения и уровня их образования (оказывает влияние на количество выпускаемых в регионах бакалавров и магистров).

Регионы данной группы обладают мощным научным и производственным потенциалом, а для его воспроизводства и активного использования необходимо развитие цифрового пространства.

5.3. Регионы третьей группы

Помимо экономического состояния региона, который можно оценить по динамике объема валового регионального продукта, развитие цифрового пространства регионов третьей группы обеспечивает рост оборота розничной торговли, их бюджетной обеспеченности, а также

активное использование передовых производственных технологий. Не все регионы, входящие в данную группу, обладают мощным научно-техническим потенциалом, необходимым для активного развития обрабатывающих производств, поэтому для развития цифрового пространства данных территориальных систем важным является активное внедрение уже имеющихся передовых производственных технологий. В отдельных регионах данной группы, таких как Республика Дагестан, Ингушетия, Северная Осетия, Адыгея, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская и Чеченская республики, наиболее важным фактором развития цифрового пространства является розничная торговля. Активное внедрение автоматизированных систем учета и других цифровых технологий в данной сфере необходимо для его расширения и развития.

Тестирование причинно-следственных взаимосвязей с помощью Грэнджера показало, что на развитие цифрового пространства регионов данной группы оказывает влияние и уровень занятости населения (табл. 10).

Экономическая активность и занятость населения способствует развитию цифровой инфраструктуры в регионах и расширению их цифрового пространства. В свою очередь, как показало исследование причинно-следственных взаимосвязей, его развитие в регионах третьей группы способствует повышению уровня занятости населения, росту уровня их среднедушевых денежных доходов, а также положительно влияет на развитие кадрового научно-исследовательского потенциала территорий.

Также стоит отметить, что исследование причинно-следственных взаимосвязей с использованием теста Грэнджера позволило установить и обратное влияние цифрового пространства на показатели социально-экономического развития трех групп регионов, тем самым подтвердить выдвинутую гипотезу.

6. Заключение

Предложенный в исследовании методический подход к оценке цифрового пространства регионов, моделированию факторов, способствующих его развитию и оценке его воздействия на социально-экономическое развитие данных территориальных систем, позволил установить незначительную пространственную неоднородность сформированного в России цифрового пространства.

Отчетливо выделяются пространственные центры с развитым цифровым пространством, его активным использованием как предприятиями обрабатывающих производств, так и домашними хозяйствами, сектором государственного управления (г. Москва и Санкт-Петербург, Московская, Тульская и Тюменская области, республик Татарстан и Башкортостан, ХМАО и ЯНАО). Регрессионный анализ позволил установить, что на развитие цифрового пространства регионов данной группы значительное влияние оказывает объем используемых в них передовых производственных технологий и объем их валового регионального продукта. Исследуемые регионы являются основными центрами экономического роста в стране, обладают развитым промышленным комплексом, поэтому вполне закономерно что данные факторы являются определяющими для расширения их цифрового пространства. Данные регионы обладают мощным финансовым потенциалом, привлекают значительный объем инвестиций в технологическое обновление основных фондов, располагают интеллектуальным, научным потенциалом, поэтому для развития их цифрового пространства определяющим является не разработка новых передовых производственных технологий, а их использование.

Исследование причинно-следственных взаимосвязей с использованием теста Грэнджера позволило установить и обратное влияние цифрового

пространства на объем валового регионального продукта, оборот розничной торговли, объем отгруженных товаров предприятий обрабатывающих производств, а также уровень занятости населения в регионах первой группы. Исследование показало, что развитие цифрового пространства в данных территориальных системах способствует не только прогрессивному развитию их промышленности, но и обеспечивает их социально-экономический рост.

Регионы со средним уровнем развития цифрового пространства, близким к среднероссийскому значению 0,65 и незначительно его превышающим (Нижегородская, Свердловская, Челябинская, Ленинградская, Новгородская, Ростовская, Томская области, Пермский край и другие регионы), обладают достаточно высоким технологическим потенциалом, являются производственными центрами России. Регрессионный анализ панельных данных позволит установить, что на развитие их цифрового пространства оказывает влияние не только экономическое состояние территорий (объем валового регионального продукта), но и их бюджетная обеспеченность – доходы консолидированного бюджета субъектов РФ. Если в первой группе регионов важным фактором развития цифрового пространства является активное внедрение уже имеющихся передовых производственных технологий, то во второй группе регионов – их разработка, необходимо воспроизводство интеллектуального, научно-технического потенциала.

Тестирование причинно-следственных взаимосвязей с помощью теста Грэнджера показало, что развитие цифрового пространства регионов данной группы обеспечивает рост валового регионального продукта субъектов РФ, оборота розничной торговли, индекса промышленного производства в обрабатывающих производствах, способствует повышению доходов их

консолидированных бюджетов, уровня занятости населения и уровня их образования (оказывает влияние на количество выпускаемых в регионах бакалавров и магистров).

Регионы с низким уровнем развития цифрового пространства обладают слабым уровнем развития инфраструктуры цифровых технологий и низкими показателями ее использования. Регрессионный анализ позволил установить, что на развитие цифрового пространства регионов данной группы значительное влияние оказывает валовый региональный продукт, оборот розничной торговли, бюджетная обеспеченность и активное использование передовых технологий.

Тестирование причинно-следственных взаимосвязей с помощью Грэнджера показало, что развитие цифрового пространства регионов данной группы способствует повышению уровня занятости населения, росту уровня их среднедушевых денежных доходов, а также положительно влияет на развитие кадрового научно-исследовательского потенциала территорий.

Таким образом, в процессе исследования мы подтвердили выдвинутую гипотезу о влиянии цифрового пространства на показатели социально-экономического развития трех групп регионов, а также реализовать поставленную цель, которая состояла в выявлении особенностей формирования цифрового пространства в регионах, оценке факторов его развития и причинно-следственных взаимосвязей с индикаторами социально-экономического развития территорий.

Методический инструментарий к оценке факторов развития цифрового пространства, представленный авторами, может быть использован для обоснования мер и механизмов повышения уровня социально-экономического развития регионов в условиях цифровой трансформации экономики.

Теоретическая и практическая значимость данного исследования

заключается в том, что отдельные его положения могут быть полезны органам власти для реализации государственных программ, направленных на развитие и поддержку цифровой экономики регионов Российской Федерации.

Список использованных источников

1. Садырtdинов П.Р. Уровень цифровизации регионов России // Вестник Челябинского государственного университета. 2020. № 10 (444). С. 230–235. <https://doi.org/10.47475/1994-2796-2020-11029>
2. Novikova N.V., Strogonova E.V. Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers // Journal of New Economy. 2020. Vol. 21, No. 2. Pp. 76–93. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-2-5>
3. Лысенко А.Н., Афанасьева Н.А., Рахмеева И.И. Оценка уровня цифровизации регионов Центрального федерального округа // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2021. № 3. С. 171–182. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2021.3.12>
4. Карышев М.Ю. Социально-экономическая эффективность сферы информационно-коммуникационных технологий: методология международных статистических сопоставлений: монография. М.: Финансы и статистика, 2011. 160 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21326645>
5. Dobrota M., Jeremic V., Markovic A. A new perspective on the ICT Development Index // Information Development. 2013. Vol. 28, Issue 4. Pp. 271–280. <https://doi.org/10.1177/0266666912446497>
6. Akberdina V.V. Digitalization of industrial markets: Regional characteristics // The Manager. 2018. Vol. 9, No. 6. Pp. 78–87. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2018-9-6-8>
7. Abendin S., Duan P. International trade and economic growth in Africa: The role of the digital economy // Cogent Economics & Finance. 2021. Vol. 9, Issue 1. P. 1911767. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1911767>
8. Niebel T. ICT and economic growth—comparing developing, emerging and developed countries // World Development. 2018. Vol. 104. Pp. 197–211. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.024>
9. Li Z., Liu Y. Research on the spatial distribution pattern and influencing factors of digital economy development in China // IEEE Access. 2021. Vol. 9. Pp. 63094–63106. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3075249>
10. Sidorov A., Senchenko P. Regional digital economy: Assessment of development levels // Mathematics. 2020. Vol. 8, Issue 12. P. 2143. <https://doi.org/10.3390/math8122143>
11. Adeleye B.N., Adedoyin F., Nathaniel S. The criticality of ICT-trade nexus on economic and inclusive growth // Information Technology for Development. 2021. Vol. 27, Issue 2. Pp. 293–313. <https://doi.org/10.1080/02681102.2020.1840323>
12. Ha L.T., Thanh T.T. Effects of digital public services on trades in green goods: does institutional quality matter? // Journal of Innovation & Knowledge. 2022. Vol. 7, Issue 1. P. 100168. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100168>
13. Cardona M., Kretschmer T., Strobel T. ICT and productivity: conclusions from the empirical literature // Information Economics and Policy. 2013. Vol. 25, Issue 3. Pp. 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.12.002>
14. Charykova O.G., Markova E.S. Regional clustering in the digital economy // Economy of Region. 2019. Vol. 15, No. 2. Pp. 409–419. <https://doi.org/10.17059/2019-2-8>
15. Herzog K., Winter G., Kurka G., Ankermann K., Binder R., Ringhofer M., Maierhofer A., Flick A. The digitalization of steel production // BHM Berg- Und Hüttenmännische Monatshefte. 2017. Vol. 162, Issue 11. Pp. 504–513. <https://doi.org/10.1007/s00501-017-0673-9>
16. Pop L.D. Digitalization of the system of data analysis and collection in an automotive company // Procedia Manufacturing. 2020. Vol. 46. Pp. 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.035>

17. Андреева Е.Л., Глухих П.Л., Красных С.С. Оценка влияния процессов цифровизации на развитие технологического экспорта регионов России // Экономика региона. 2020. Т. 16, № 2. С. 612–624. <https://doi.org/10.17059/2020-2-21>
18. Mubarak F., Suomi R., Kantola S.-P. Confirming the links between socio-economic variables and digitalization worldwide: the unsettled debate on digital divide // Journal of Information, Communication and Ethics in Society. 2020. Vol. 18, No. 3. Pp. 415–430. <https://doi.org/10.1108/JICES-02-2019-0021>
19. Lucendo-Monedero A.L., Ruiz-Rodríguez F., González-Relaño R. Measuring the digital divide at regional level. A spatial analysis of the inequalities in digital development of households and individuals in Europe // Telematics and Informatics. 2019. Vol. 41. Pp. 197–217. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.05.002>
20. Bessonova E., Kelesh Y., Babichev A. Shaping an effective ecosystem of the regional digital economy in the context of uneven digital development // In: International Conference on Comprehensible Science. Edited by T. Antipova. Springer, 2021. Pp. 207–218. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-85799-8_18
21. Zhang X. Income disparity and digital divide: the internet consumption model and cross-country empirical research // Telecommunications Policy. 2013. Vol. 37, Issue 6-7. Pp. 515–529. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.12.011>
22. Евтюшкин А.В., Елизаров А.М., Елизарова Р.У. и др. Индекс готовности регионов России к информационному обществу 2013-2014: Анализ информационного неравенства субъектов Российской Федерации. М.: Институт развития информационного общества, 2015. 536 с.
23. Браккер Н.В., Дунаев Д.Ю., Ершов П.С. и др. Анализ развития и использования информационно-коммуникационных технологий в субъектах Российской Федерации. Аналитический доклад. М.: Институт развития информационного общества, 2008. 240 с.
24. Дмитрик Н.А., Днепровская Н.В., Добрынин А.П. и др. Анализ текущего состояния развития цифровой экономики в России. М.: Институт развития информационного общества, 2018. 166 с.
25. Шапошник С.Б., Андреев А.И., Елизаров А.М. и др. Национальный индекс развития цифровой экономики: пилотная реализация. М.: Росатом, 2018. 92 с.
26. Vartanova E., Gladkova A., Lapin D., Samorodova E., Vikhrova O. Theorizing Russian model of the digital divide // World of Media. Journal of Russian Media and Journalism Studies. 2021. Vol. 1. Pp. 5–40. <https://doi.org/10.30547/worldofmedia.1.2021.1>
27. Ivanenko L.V., Karaseva E.A., Solodova E.P. Clusters, Digital Economy and Smart City // In: Digital Transformation of the Economy: Challenges, Trends and New Opportunities. Edited by S. Ashmarina, A. Mesquita, M. Vochozka. Springer, 2020. Pp. 291–295. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_28
28. Dyatlov S.A., Lobanov O.S., Zhou W.B. The management of regional information space in the conditions of digital economy // Economy of Region. 2018. Vol. 14, No. 4. Pp. 1194–1206. <https://doi.org/10.17059/2018-4-11>
29. Селищева Т.А., Асалханова С.А. Проблемы цифрового неравенства регионов России // Проблемы современной экономики. 2019. № 3 (71). С. 230–234. URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=6721>
30. Чугреев А.С. Роль человеческого капитала в условиях развития цифровой экономики региона // Московский экономический журнал. 2020. № 7. С. 153–162. <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2020-10512>
31. Чернышева А.М., Калыгина В.В. Развитие цифровизации регионов Российской Федерации // Вестник Академии знаний. 2019. № 4 (33). С. 235–238. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39422745>
32. Свистунов В.М., Лобачев В.В., Антонов В.Г., Аникин Б.А., Траченко М.Б. Оценка развития цифровой экономики в регионах Российской Федерации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. № 11А С. 32–41. <https://doi.org/10.34670/AR.2020.93.11.002>

33. *Vilken V., Kalinina O., Barykin S., Zotova E.* Logistic methodology of development of the regional digital economy // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing. 2019. Vol. 497, Issue 1. P. 012037. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012037>

34. *Akberdina V., Kalinina A., Vlasov A.* Transformation stages of the Russian industrial complex in the context of economy digitization // Problems and Perspectives in Management. 2018. Vol. 16, Issue 4. Pp. 201–211. [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.16\(4\).2018.17](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.16(4).2018.17)

35. *Наумов И.В., Отмахова Ю.С., Красных С.С.* Методологический подход к моделированию и прогнозированию воздействия пространственной неоднородности процессов распространения COVID-19 на экономическое развитие регионов России // Компьютерные исследования и моделирование. 2021. Т. 13, № 3. С. 629–648. <https://doi.org/10.20537/2076-7633-2021-13-3-629-648>

36. *Naumov I.V., Krasnykh S.S., Otmakhova Yu.S.* Scenario forecasting of the socio-economic consequences of the COVID-19 pandemic in Russian regions // R-Economy. 2022. Vol. 8, Issue 1. Pp. 5–20. <https://doi.org/10.15826/recon.2022.8.1.001>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Акбердина Виктория Викторовна

Член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор РАН, заместитель директора, руководитель отдела региональной промышленной политики и экономической безопасности Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6463-4008> e-mail: akberdina.vv@uieec.ru

Наумов Илья Викторович

Кандидат экономических наук, доцент, заведующий лабораторией моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2464-6266> e-mail: naumov.iv@uieec.ru

Красных Сергей Сергеевич

Кандидат экономических наук, младший научный сотрудник лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2692-5656> e-mail: krasnykh.ss@uieec.ru

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-01674, <https://rscf.ru/project/22-28-01674/>





ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

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

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 8 декабря 2022 г.; дата поступления после рецензирования 30 января 2023 г.; дата принятия к печати 23 марта 2023 г.

Digital Space of Regions: Assessment of Development Factors and Influence on Socio-Economic Growth

Viktoria V. Akberdina  , Ilya V. Naumov , Sergey S. Krasnykh 

*Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russia*

 akberdina.vv@uiec.ru

Abstract. The heterogeneity in the development of the digital space of Russian regions is due to the action of many factors related to the overall level of socio-economic well-being. The formation and expansion of digital space, too, has an impact on the socio-economic development of regions. The hypothesis of the study is an assumption that there is a two-way relationship between the digital space formed in the regions and the socio-economic indicators of their development. The purpose of the study is to identify the specifics of the formation of digital space in the regions, to assess the factors of its development and the cause-and-effect relationship with the indicators of socio-economic development of the territories. The article presents a methodological approach, the feature of which is the systematic use of methods of spatial autocorrelation analysis, methods of regression analysis on panel data and Granger causal relationship testing. As a result of this study, three groups of regions were identified according to the level of the development of digital space and the key factors of its development were identified. In the first group of regions, the high level of digital space development is due to the active use of advanced production technologies and a significant volume of GRP. In the regions of the second group, which included the leading production centers of the country, the development of the digital space is influenced not only by the economic condition of the territories, but also by their fiscal security. The development of the digital space in the regions of the third group, which are characterized by a weak level of the development of digital infrastructure and its use, is significantly influenced not only by the volume of the GRP produced and the budgetary provision, but also by the turnover of retail trade and the active use of advanced technologies. The study of cause-effect relationships using the Granger test allowed us to establish an inverse impact of the digital space on the socio-economic development indicators of the three groups of regions, thus confirming the hypothesis put forward. The used methodological approach and modeling results can be used to find optimal mechanisms for the development of the regions' digital space in order to ensure balanced socio-economic development.

Key words: regional digital space; spatial heterogeneity; Moran spatial autocorrelation; Granger test; RegScienceGRID platform.

JEL O14, O33

References

1. Sadyrtidinov, R.R. (2020). Uroven tsifrovizatsii regionov Rossii (The level of digitalization of the regions of Russia). *Vestnik Cheliabinskogo gosudarstvennogo universiteta (Bulletin of Chelyabinsk State University)*, No. 10 (444), 230–235. (In Russ.). <https://doi.org/10.47475/1994-2796-2020-11029>
2. Novikova, N.V., Strogonova, E.V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, Vol. 21, No. 2, 76–93. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-2-5>
3. Lysenko, A.N., Afanasyeva, N.A., Rakhmeeva, I.I. (2021). Otsenka urovnia tsifrovizatsii regionov Tsentralnogo federalnogo okruga (Assessment of digitalization progress in the regions of

- the Central Federal District (Russia). *Vestnik PNIPU. Sotsialno-ekonomicheskie nauki (PNRPU Sociology and Economics Bulletin)*, No. 3, 171–182. (In Russ.). <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2021.3.12>
4. Karyshev, M.Iu. (2011). *Sotsialno-ekonomicheskaiia effektivnost sfery informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii: metodologiya mezhdunarodnykh statisticheskikh sopostavlenii [Socio-economic efficiency in ICT: A methodology of international statistical comparisons]*. Moscow, Finansy i statistika. (In Russ.).
5. Dobrota, M., Jeremic, V., Markovic, A. (2013). A new perspective on the ICT Development Index. *Information Development*, Vol. 28, Issue 4, 271–280. <https://doi.org/10.1177/0266666912446497>
6. Akberdina, V.V. (2018). Digitalization of industrial markets: Regional characteristics. *The Manager*, Vol. 9, No. 6, 78–87. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2018-9-6-8>
7. Abendin, S., Duan, P. (2021). International trade and economic growth in Africa: The role of the digital economy. *Cogent Economics & Finance*, Vol. 9, Issue 1, 1911767. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1911767>
8. Niebel, T. (2018). ICT and economic growth—comparing developing, emerging and developed countries. *World Development*, Vol. 104, 197–211. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.024>
9. Li, Z., Liu, Y. (2021). Research on the spatial distribution pattern and influencing factors of digital economy development in China. *IEEE Access*, Vol. 9, 63094–63106. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3075249>
10. Sidorov, A., Senchenko, P. (2020). Regional digital economy: Assessment of development levels. *Mathematics*, Vol. 8, Issue 12, 2143. <https://doi.org/10.3390/math8122143>
11. Adeleye, B.N., Adedoyin, F., Nathaniel, S. (2021). The criticality of ICT-trade nexus on economic and inclusive growth. *Information Technology for Development*, Vol. 27, Issue 2, 293–313. <https://doi.org/10.1080/02681102.2020.1840323>
12. Ha, L.T., Thanh, T.T. (2022). Effects of digital public services on trades in green goods: does institutional quality matter? *Journal of Innovation & Knowledge*, Vol. 7, Issue 1, 100168. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100168>
13. Cardona, M., Kretschmer, T., Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, Vol. 25, Issue 3, 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.12.002>
14. Charykova, O.G., Markova, E.S. (2019). Regional clustering in the digital economy. *Economy of Region*, Vol. 15, No. 2, 409–419. <https://doi.org/10.17059/2019-2-8>
15. Herzog, K., Winter, G., Kurka, G., Ankermann, K., Binder, R., Ringhofer, M., Maierhofer, A., Flick, A. (2017). The digitalization of steel production. *BHM Berg- Und Hüttenmännische Monatshefte*, Vol. 162, Issue 11, 504–513. <https://doi.org/10.1007/s00501-017-0673-9>
16. Pop, L.D. (2020). Digitalization of the system of data analysis and collection in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, Vol. 46, 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.035>
17. Andreeva, E.L., Glukhikh, P.L., Krasnykh, S.S. (2020). Otsenka vliianiia protsessov tsifrovizatsii na razvitie tekhnologicheskogo eksporta regionov Rossii (Assessing the impact of the digitalization processes on technological export in the Russian regions). *Ekonomika regiona (Economy of Regions)*, Vol. 16, No. 2, 612–624. (In Russ.). <https://doi.org/10.17059/2020-2-21>
18. Mubarak, F., Suomi, R., Kantola, S.-P. (2020). Confirming the links between socio-economic variables and digitalization worldwide: the unsettled debate on digital divide. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, Vol. 18, No. 3, 415–430. <https://doi.org/10.1108/JICES-02-2019-0021>
19. Lucendo-Monedero, A.L., Ruiz-Rodríguez, F., González-Relaño, R. (2019). Measuring the digital divide at regional level. A spatial analysis of the inequalities in digital development of households and individuals in Europe. *Telematics and Informatics*, Vol. 41, 197–217. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.05.002>

20. Bessonova, E., Kelesh, Y., Babichev, A. (2021). Shaping an effective ecosystem of the regional digital economy in the context of uneven digital development. *In: International Conference on Comprehensible Science*. Edited by T. Antipova. Springer, 207–218. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-85799-8_18
21. Zhang, X. (2013). Income disparity and digital divide: the internet consumption model and cross-country empirical research. *Telecommunications Policy*, Vol. 37, Issue 6-7, 515–529. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.12.011>
22. Evtiushkin, A.V., Elizarov, A.M., Elizarova, R.U. et al. (2015). *Indeks gotovnosti regionov Rossii k informatsionnomu obshchestvu 2013-2014: Analiz informatsionnogo neravenstva subyektov Rossiiskoi Federatsii [The index of Russian regions' preparedness for embracing information society 2013-14. Analysis of the information inequality of Russia's regions]*. Moscow, Institute of the Information Society. (In Russ.).
23. Brakker, N.V., Dunaev, D.Iu., Ershov, P.S. et al. (2008). *Analiz razvitiia i ispolzovaniia informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii v subyektakh Rossiiskoi Federatsii. Analiticheskii doklad [Analysis of the development and use of information and communications technologies in Russia's regions]*. Moscow, Institute of the Information Society. (In Russ.).
24. Dmitrik, N.A., Dneprovskaya, N.V., Dobrynin, A.P. et al. (2018). *Analiz tekushchego sostoianiia razvitiia tsifrovoi ekonomiki v Rossii [Analysis of the current state of development of the digital economy in Russia]*. Moscow, Institute of the Information Society. (In Russ.).
25. Shaposhnik, S.B., Andreev, A.I., Elizarov, A.M. et al. (2018). *Natsionalnyi indeks razvitiia tsifrovoi ekonomiki: pilotnaia realizatsiia [A national index of digital economic development: A pilot project]*. Moscow, Rosatom. (In Russ.).
26. Vartanova, E., Gladkova, A., Lapin, D., Samorodova, E., Vikhrova, O. (2021). Theorizing Russian model of the digital divide. *World of Media. Journal of Russian Media and Journalism Studies*, Vol. 1, 5–40. <https://doi.org/10.30547/worldofmedia.1.2021.1>
27. Ivanenko, L.V., Karaseva, E.A., Solodova, E.P. (2020). Clusters, Digital Economy and Smart City. *In: Digital Transformation of the Economy: Challenges, Trends and New Opportunities*. Edited by S. Ashmarina, A. Mesquita, M. Vochozka. Springer, 291–295. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_28
28. Dyatlov, S.A., Lobanov, O.S., Zhou, W.B. (2018). The management of regional information space in the conditions of digital economy. *Economy of Region*, Vol. 14, No. 4, 1194–1206. <https://doi.org/10.17059/2018-4-11>
29. Selishcheva, T.A., Asalkhanova, S.A. (2019). Problemy tsifrovogo neravenstva regionov Rossii (Problems of digital inequality of Russia's regions (Russia, St. Petersburg)). *Problemy sovremennoi ekonomiki (Problems of modern economics)*, No. 3 (71), 230–234. (In Russ.). Available at: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=6721>
30. Chugreev, A.S. (2020). Rol chelovecheskogo kapitala v usloviakh razvitiia tsifrovoi ekonomiki regiona (The role of human capital in the development of the region's digital economy). *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal (Moscow Economic Journal)*, No. 7, 153–162. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2413-046Kh-2020-10512>
31. Chernysheva, A.M., Kalygina, V.V. (2019). Razvitie tsifrovizatsii regionov Rossiiskoi Federatsii (The development of digitalization of the regions of the Russian Federation). *Vestnik Akademii Znaniy (Bulletin of the Academy of Knowledge)*, No. 4 (33), 235–238. (In Russ.). Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39422745>
32. Svistunov, V.M., Lobachev, V.V., Antonov, V.G., Anikin, B.A., Trachenko, M.B. (2019). Otsenka razvitiia tsifrovoi ekonomiki v regionakh Rossiiskoi Federatsii (Assessment of the development of the digital economy in the regions of the Russian Federation). *Ekonomika: vchera, segodnia, zavtra (Economics: Yesterday, Today and Tomorrow)*, No. 11A, 32–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.34670/AR.2020.93.11.002>
33. Vilken, V., Kalinina, O., Barykin, S., Zotova, E. (2019). Logistic methodology of development of the regional digital economy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing*, Vol. 497, Issue 1, 012037. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012037>

34. Akberdina, V., Kalinina, A., Vlasov, A. (2018). Transformation stages of the Russian industrial complex in the context of economy digitization. *Problems and Perspectives in Management*, Vol. 16, Issue 4, 201–211. [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.16\(4\).2018.17](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.16(4).2018.17)

35. Naumov, I.V., Otmakhova, Iu.S., Krasnykh, S.S. (2021). Metodologicheskii podkhod k modelirovaniu i prognozirovaniu vozdeistviia prostranstvennoi neodnorodnosti protsessov rasprostraneniia COVID-19 na ekonomicheskoe razvitie regionov Rossii (Methodological approach to modeling and forecasting the impact of the spatial heterogeneity of the COVID-19 spread on the economic development of Russian regions). *Kompyuternye issledovaniia i modelirovanie (Computer Research and Modeling)*, Vol. 13, No. 3, 629–648. (In Russ.). <https://doi.org/10.20537/2076-7633-2021-13-3-629-648>

36. Naumov, I.V., Krasnykh, S.S. Otmakhova, Yu.S. (2022). Scenario forecasting of the socio-economic consequences of the COVID-19 pandemic in Russian regions. *R-Economy*, Vol. 8, Issue 1, 5–20. <https://doi.org/10.15826/recon.2022.8.1.001>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Viktoriya Viktorovna Akberdina

Corresponding Member of RAS, Doctor of Economics, Professor of RAS, Deputy Director, Head of the Department of Regional Industrial Policy and Economic Security, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6463-4008> e-mail: akberdina.vv@uiec.ru

Ilya Viktorovich Naumov

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Modeling of Spatial Development of Territories, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2464-6266> e-mail: naumov.iv@uiec.ru

Sergey Sergeevich Krasnykh

Candidate of Economic Sciences, Researcher, Laboratory of Modeling of Spatial Development of Territories, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2692-5656> e-mail: krasnykh.ss@uiec.ru

ACKNOWLEDGMENTS

The research was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 22-28-01674, <https://rscf.ru/project/22-28-01674/>

FOR CITATION

Akberdina, V.V., Naumov, I.V., Krasnykh, S.S. (2023). Digital Space of Regions: Assessment of Development Factors and Influence on Socio-Economic Growth. *Journal of Applied Economic Research*, Vol. 22, No. 2, 294–322. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.2.013>

ARTICLE INFO

Received December 8, 2022; Revised January 30, 2023; Accepted March 23, 2023.

