

В.А. Якимова

Амурский государственный университет, Благовещенск

С.В. Хмура

Амурский государственный университет, Благовещенск

Измерение цифровых экономических разрывов в бизнес-секторе региональной экономики¹

Аннотация. Статья посвящена проблеме измерения цифровых экономических разрывов, образующихся при неоднородности территориального размещения капитала и производств. Для определения цифровых разрывов предлагается методика, основанная на перечне агрегированных и частных показателей, характеризующих сферу производства, потребления цифровых технологий бизнес-сектором, обеспечения региона инвестиционным, инфраструктурным, человеческим капиталом. Для исследования использованы методы оценки расстояний иерархического кластерного анализа. Для измерения цифровых разрывов методика апробирована на примере 87 регионов России и проведена группировка, распределяющая регионы по типам: лидеры цифрового развития, развивающиеся, перспективные, слаборазвитые регионы и регионы-реципиенты. Установлено, что самые большие межкластерные разрывы наблюдаются от лидера (г. Москва) до остальных региональных кластеров. Наибольшее влияние на несбалансированное развитие цифровой экономики оказывает неравномерность формирования человеческого капитала для цифровой экономики. Причины межрегиональных различий заключаются в разной специализации предпринимательских секторов и доступных цифровых технологий для внедрения в производство и сферу услуг. Развивающиеся и перспективные регионы имеют преимущество в наличии технопарков и особых экономических зон, в которых широко привлекаются высококвалифицированные кадры и концентрируются цифровые продукты, имеющие высокую оценку на территории России. Полученные результаты исследования могут быть использованы для развития программ поддержки отстающих и перспективных регионов, механизмов сокращения разрывов и сбалансированного размещения капитала по территории страны.

Ключевые слова: цифровые экономические разрывы, цифровой капитал, индекс цифрового развития бизнес-сектора региона, цифровое производство, цифровая капиталоемкость, цифровые трансформации, модель «центр – периферия».

Классификация JEL: R12, R13, O18, O33.

Для цитирования: Якимова В.А., Хмура С.В. (2023). Измерение цифровых экономических разрывов в бизнес-секторе региональной экономики // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 4 (61). С. 70–92.

DOI: 10.31737/22212264_2023_4_70-92

EDN: YXPAAI

1. Проблема измерения уровня развития цифровой экономики

В условиях цифровых трансформаций проблема поляризации экономического развития отдельных территорий и его бизнес-сектора становится весьма острой, поскольку экономическую выгоду получают те регионы, в которых ускоряются темпы роста за счет цифровых инноваций. Регион – это та территория, на которой формируется деловая среда бизнеса, научно-техническая и цифровая политика, реализуются инвестиционные программы приоритетных направлений

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 23-28-00044) по теме: «Концептуальная модель региональной предпринимательской экосистемы в условиях цифровой среды» (<https://rscf.ru/project/23-28-00044/>).

общегосударственного значения. Наиболее успешные региональные предприятия повышают производительность труда за счет цифровизации и формируют высокотехнологичные рабочие места, привлекая в регион кадры для цифровой экономики. Научеёмкие производства и IT-компании объединяются в цифровые экосистемы, концентрируясь на территориях, где существуют технопарки, особые экономические зоны и иные льготные условия для развития бизнеса. В то же время ряд регионов с низким уровнем экономического развития и цифрового потенциала становится аутсайдером. Структурные изменения, вызванные цифровизацией, приводят к неоднородности территориального распределения цифровых производств и вызывают неравенства, усиливают существующие дисбалансы. Нарастание цифровых разрывов между развитыми и инновационно активными территориями выступает фактором, сдерживающим экономический рост.

Концепции поляризации экономики, сформированные как основоположниками (Ф. Перру, П. Кругман, П. Потье, А.Г. Гранберг), так и современными исследователями (Hinings, Gegenhuber, Greenwood, 2018; Миролюбова, Карлина, Николаев, 2020; Vartista et al., 2020; Tortora et al., 2021; Губанова, Клещ, 2017), закладывают понятийный аппарат («дифференциация», «диспропорция», «поляризация» и др.), определяют методы и инструменты изучения стадий поляризации и полярности экономики. Оценка цифровых эффектов в бизнес-секторе становится приоритетным научным направлением, затронута в работах (Крамин, Климанова, 2019; Niebel, 2018; Chou, 2020). В то же время теории недостаточно полно объясняют современные проблемы развития экономики регионов в контексте цифровых трансформаций и не формируют методологической базы для измерения разрывов и иных эффектов поляризации. На важность исследования неравенств, вызванных цифровыми трансформациями, указывают в (Наумов, Дубровская, Козоногова, 2020), подчеркивая, что присутствие «полюсов цифрового развития» приводит к опустыниванию соседних территорий и истощению их экономического потенциала». Регионы, в которых широко внедряются цифровые технологии, становятся привлекательными для инвестиций и кадров, что приводит к усилению иных негативных проявлений на других территориях – миграции, безработицы, снижению благосостояния населения. В работе (Вартанова, 2021) используется особый тип неравенств – цифровое, которое характеризуется цифровыми разрывами, информационной бедностью, барьерами и ограничениями. М.Р. Желес (Szeles, 2018) и Е.Г. Киселева (Киселева, 2020) отмечают, что разрывы сдерживают синергетический эффект от внедрения механизмов цифровой политики. В работе (Zhang et al., 2021) авторы ввели понятие «*цифровой экономической разрыв*», под которым понимается «несбалансированное развитие и цифровизация промышленного сектора, трансформация традиционного сектора экономики путем широкого проникновения цифровых технологий и накопление цифровой бедности в отсталых провинциях». Р. Аделек (Adeleke, 2020) указывает на причины различий: большая готовность крупного бизнеса к цифровизации по сравнению с малыми фирмами, а в (Mossberger, LaCombe, Tolbert, 2021; Bhanu Murthy, Kalsi, Shankar, 2021) – уровень доходов, ВВП, цифровая инфраструктура развитых территорий и по сравнению с депрессивными.

При этом для измерения уровня полярности и дифференциации требуется методика и комплекс показателей, характеризующих причины проявлений разрывов. Ряд исследований вводят специальные показатели (индекс цифровой жизни московской школы управления Сколково (Коровкин, 2020)) и применяют методы ранжирования, расчета индекса Морана (Наумов, Дубровская, Козоногова, 2020).

Для оценки цифровизации бизнес-сектора необходим подход с точки зрения теории воспроизводства и возможности оценки добавленной стоимости, которая возникает в сфере производства цифровых продуктов, потребления и накопления капитала. Такой подход на мезоуровне соответствует методике (Миролюбова, Карлина, Николаев, 2020). Ученые для оценки уровня цифровизации регионов разделяют бизнес на сектор ИКТ (компании, предоставляющие услуги связи, создатели программных продуктов), предприятия сопряженных отраслей (производители и продавцы комплектующей продукции, электронного оборудования и т.п.) и остальные предприятия, которые используют в своей деятельности ИКТ и осуществляют собственные разработки.

Цифровизация бизнеса приводит к технологической модернизации, когда национальные производства переоснащаются, их уровень доводится до соответствия «международным критериям высокотехнологичного и наукоемкого производства на всех этапах технологического цикла с целью укрепления конкурентных позиций субъектов хозяйствования и отраслей в целом» (Дорошенко, Малыгина, Сомина, 2020). Цифровые трансформации бизнеса вызваны вводом цифровых двойников, формированием усовершенствованных бизнес-моделей с ориентацией на клиентоориентированность и сервитизацию², техническое сопровождение, глубокую цифровизацию цепочек создания стоимости и партнерских взаимоотношений с контрагентами. Цифровые бизнес-платформы компаний позволяют продавать продукцию в других регионах и занимать региональные ниши. Для бизнеса внедрение цифровизации рассматривается с позиции повышения эффективности работы – как инструмента инновационной и инвестиционной политики – поиска конкурентных преимуществ. Существуют успешные практики цифровизации бизнеса за пределами сектора ИКТ. Компания МТС разрабатывает бизнес-решения для образования, здравоохранения; в «Газпром нефть» действуют программы по цифровой трансформации геолого-разведочных работ, проектов капитального строительства, бизнес-цепочек поставок. Приоритетом цифровых программ «Черкизово» является роботизация, анализ больших данных, онлайн-система производительности, в РЖД – цифровые платформы для мультимодальных пассажирских и грузовых перевозок, транспортно-логистических систем.

Процессы воспроизводства цифровой экономики происходят при использовании ресурсов, которые обеспечивают экономический рост путем конвертации в различные формы. Включение в исследование показателей капитала позволяет оценить производственную функцию с возрастающей отдачей от масштаба. При этом состав капитала в научных работах образует человеческий и интеллектуальный капиталы (Дорошенко и др., 2020), институциональные возможности и интеграционный капитал (Крамин, Климанова, 2019), финансовый

² За понятием «сервитизация» (от нем. – расширение спектра услуг) скрывается концепция, согласно которой производственные предприятия расширяют спектр предлагаемых ими услуг, которые в итоге выходят далеко за рамки стандартной поставки запчастей или типичного послепродажного обслуживания. Таким образом, предприятия постепенно превращаются из классических производителей в поставщиков комплексных решений, способных удовлетворить все пожелания заказчиков (<https://www.wintersteiger.com/ru/>).

капитал и инвестиционные условия (Крамин, Климанова, 2019). Важность цифрового инфраструктурного капитала подчеркивается в (Киселева, 2020; Крамин, Климанова, 2019), в котором авторы характеризуют состав инфраструктуры: уровень использования широкополосного Интернета, использования ЛВС, серверов и глобальных информационных систем в организациях. В (Shuaitao, Qiubi, 2021; Jiao, Sun, 2021) при оценке уровня цифровизации вводятся показатели накопления человеческого капитала и цифровой грамотности населения. Индикатором применения цифровых технологий в бизнес-секторе выступает показатель использования труда ИТ-специалистов и уровень сформированных навыков применения цифровых технологий. Концепция цифрового капитала рассматривает человеческий капитал как интеграцию материальных и нематериальных ресурсов, комплекс знаний, навыков и компетенций, которые нужны человеку для активности в цифровом обществе. В (Zemtsov et al., 2016) справедливо отмечается, что качество человеческого капитала при наличии инфраструктуры и склонность занятых с высшим образованием к созданию новаций формируют инновационную активность региона. В цифровой экономике экономическая эффективность определяется наличием специалистов, способных создавать продукт или оказывать услугу, находить новые пути организации производства в быстроменяющихся условиях (Попов, Семячков, 2020). Таким образом, используя существующие подходы к выделению значимых показателей, характеризующих развитие цифровой экономики и факторов формирования цифрового капитала, представляется возможным выбрать необходимые показатели для измерения цифровых экономических разрывов регионов.

2. Материалы и методы исследования

С целью измерения цифровых экономических разрывов в бизнес-секторе регионов использована методология, базирующаяся на комплексе интегрированных и частных показателей, позволяющих сравнить накопление и использование капитала, уровень цифрового производства и потребление цифровых технологий в бизнес-секторе. Для межрегиональных сравнений в качестве основного измерителя принят индекс цифровизации бизнес-сектора в регионе (I_{zb}). Индекс цифровизации, разработанный НИУ ВШЭ, характеризует интенсивность использования бизнес-сектором цифровых технологий и определяет стартовые условия цифровизации. Индекс рассчитан как среднее арифметическое значение удельного веса организаций, использующих цифровые технологии с учетом сегментации по секторам: сельское хозяйство, финансовый сектор, социальная сфера. Базовая модель, определяющая факторы, которые воздействуют на уровень цифровизации, сформирована следующим образом:

$$I_{zb} = \beta_1 I_p + \beta_2 I_{hb} + \beta_3 I_{iz} + \beta_4 I_{if} + \beta_5 I_n + \beta_6 I_{in} + \beta_7 I_s + \varepsilon, \quad (1)$$

где I_p – индекс масштабов цифрового производства; I_{hb} – индекс концентрации бизнеса-сектора ИКТ в регионе; I_{iz} – индекс отдачи издержек цифрового производства; I_{if} – индекс обеспеченности цифровой инфраструктурой; I_n – индекс обеспеченности цифровым человеческим капиталом; I_{in} – индекс обеспеченности цифровым инвестиционным капиталом; I_s – индекс цифрового потребления в сфере бизнес-сектора; β_1, \dots, β_7 – стандартизированные коэффициенты модели множественной регрессии; ε – случайная компонента.

Уравнение регрессии в стандартизированном масштабе формируется на основе включения стандартизированных коэффициентов (β_i), которые рассчитываются как отклонение между фактическими переменными и их средними значениями, деленное на стандартное отклонение. Стандартизированные коэффициенты отражают, на сколько стандартных отклонений изменится результат при изменении фактора на одно стандартное отклонение. С помощью стандартизации появляется возможность ранжировать факторы по силе воздействия на цифровизацию бизнеса, поскольку их значения не зависят от единиц измерения переменных.

Сферу цифрового производства региона предлагается оценивать на основе агрегирования индекса масштабов цифрового производства (I_p) и индекса концентрации бизнеса ИКТ в регионе (I_{kb}). Индекс масштаба цифрового производства (I_p) определяет уровень развития ИКТ в общей структуре региона и возможности региона создавать технологии, программные продукты, телекоммуникации и электронное оборудование. Для определения показателя используются статистические данные по доле сектора ИКТ в ВРП региона и доле производства сектора ИКТ в общем объеме производства региона. Индекс цифрового производства измеряет возможности региона формировать рыночное предложение цифровых технологий для внутреннего регионального потребления и создавать широкомасштабные локальные и глобальные платформы.

Для измерения уровня концентрации бизнеса (I_{kb}) сектора ИКТ в регионе предлагается использовать статистические показатели: доля организаций сектора ИКТ в общем числе зарегистрированных компаний в регионе, темп роста организаций сектора ИКТ в регионе, число лидеров ИТ-компаний в регионе, число компаний – интеграторов промышленных роботов в регионе. Последние два введенных показателя оцениваются на основе ранкинга TAdviser³. Индекс концентрации бизнеса сектора ИКТ характеризует развитие цифрового предпринимательства, способности формировать лидерство и стимулировать рост компаний, которые производят цифровой капитал и создают возможности для ускорения цифровизации. Для определения уровня отдачи издержек (I_e) цифровой экономики региона используется соотношение ВРП на душу населения к затратам на внедрение и использование цифровых технологий. Затраты на развитие цифровой экономики представляют собой выраженные в денежной форме расходы организаций и населения на формирование, распространение и внедрение цифровых технологий, а также продукции и услуг. Уровень затрат позволяет оценить интенсивность проникновения цифровых технологий в промышленный бизнес-сектор и сферу услуг, он отражает экономическую выгоду от затраченных ресурсов в цифровизацию. Показатели определяются на основе данных региональной статистики⁴.

Капитал выполняет роль движущей силы цифровой экономики, определяет условия и возможности цифровизации бизнеса региона. Для сбалансированного роста цифровой экономики необходима цифровая инфраструктура, инвестиции и человеческий капитал, обладающий специфическими навыками и знаниями в ИТ-сфере. Для расчета индекса обеспеченности цифровой инфраструктурой предлагается использовать долю организаций, использующих сеть

³ Ранжирование TAdviser100: крупнейшие ИТ-компании в России 2022 (<https://www.tadviser.ru/>).

⁴ Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) (<https://www.fedstat.ru/?ysclid=l5q4dbpb65k660483591>).

Интернет в общем числе организаций региона (в том числе с широкополосным доступом), число пользователей сети Интернет на 100 человек населения региона, а также число технико-внедренческих особых экономических зон (ОЭЗ), технопарков, IT-парков, действующих в регионе и специализирующихся на IT-услугах и роботизированных технологиях для внедрения в промышленность. Инновационная инфраструктура стала самым высоким стимулом для разработки высокоэффективных цифровых проектов и стартапов.

Успех в развитии цифровой экономики зависит от наличия в регионе высококвалифицированных кадров, рабочих мест, достаточных для удовлетворения потребностей бизнес-сектора в специалистах, обладающих навыками для разработки и внедрения прикладных решений предприятий. Для расчета индекса обеспеченности цифровым человеческим капиталом региона (I_h) используются статистические оценки доли занятых в секторе ИКТ в общем числе занятых во всех секторах экономики региона, доли IT-выпускников в общем числе выпускников вузов региона⁵. Данные использовались на основе статистики Министерства просвещения в разрезе вузов, находящихся на территории региона. Для цифровых разработок и внедрения цифровых продуктов в бизнес-сектор необходим достаточный уровень инвестиций. Для оценки обеспеченности цифровым инвестиционным капиталом предлагается использовать долю инвестиций в оборудование и программы ИКТ в общем объеме инвестиций региона; отношение инвестиций в оборудование и программы ИКТ к объему производства сектора ИКТ региона; число IT-проектов; инвестируемых в регионе; общий объем инвестиций в IT-проекты. Последние два показателя определяются на основе данных инвестиционного портала РФ⁶.

Индекс цифрового потребления бизнес-сектора (I_s) представляется возможным рассчитать на основе использования различных цифровых технологий: вебсайта, облачных сервисов, технологий RFID, ERP и для электронных продаж. Данные показатели определяются на основе статистического сборника ВШЭ в разрезе регионов (Абдрахманова и др., 2021). Введенный индекс характеризует широту применения цифровых технологий для роста объема продаж, электронного документооборота, расширения бизнесом клиентов и рынков продаж товаров и услуг. Источники данных и подробная методика оценки частных и сводных индексов приведены в Приложении (табл. А1–А4). Для расчета сводного индекса цифровизации бизнес-сектора в регионе необходимо привести показатели в нормализованную форму и агрегировать частные индексы.

Нормализованные показатели рассчитываются по формуле

$$I_{\text{норм}} = 100 \times \left(\frac{I_j - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right), \quad (2)$$

где $I_{\text{норм}}$ – нормализованный частный индекс; I_j – частный индекс; I_{\min} – минимальное значение частного индекса из набора данных по регионам; I_{\max} – максимальное значение частного индекса из набора данных по регионам.

Результаты произведенных расчетов сводятся в панель данных за каждый год в разрезе всех регионов России (фрагмент представлен в Приложении (табл. А3):

$$I_j = \left(\sum_{i=0}^n I_{\text{норм}} \right) / n, \quad (3)$$

где I_j – сводный индекс цифровизации бизнес-сектора в регионе; $I_{\text{норм}}$ – нормализованные индексы, образованные из соответствующих частных индексов; n – число индексов, принятых для расчета.

⁵ Министерство просвещения РФ (<https://edu.gov.ru/activity/statistics/?ysclid=l5q4hn3uyo869898787>).

⁶ Инвестиционный портал регионов России (<https://www.investinregions.ru/?ysclid=l5q4eostd4685445880>).

После произведенных расчетов индексы сводятся в панель для пространственно-временного анализа (Приложение, табл. А4).

Для оценивания степени пространственной поляризации использовались методы иерархического кластерного анализа (центроидный метод и для измерения цифровых экономических разрывов – Евклидова расстояния), которые позволяют сгруппировать регионы по схожим признакам на основе предлагаемых индексов и рассчитать расстояния между кластерами на основе матрицы близости. Преимущество центроидного иерархического кластерного анализа заключается в применении для небольшого объема наблюдений, нахождении центра (среднего значения) и определении дистанции между наиболее типичными представителями кластера. Выбор в качестве метрики Евклидова расстояния основан на том, что этот метод наиболее широко распространен в исследованиях и основан на единстве шкалы измерений для переменных.

Цифровые экономические разрывы следует определить двух типов:

I тип – межтерриториальный, который определяет степень неравномерности развития и функционирования цифровой экономики на уровне территории;

II тип – дисбаланс между цифровым производством и потреблением бизнес-сектора региона.

Межкластерные расстояния (R) определяют степень различия между регионами по комплексу принимаемых в расчет показателей. Цифровой межкластерный разрыв характеризует степень расхождения между уровнем цифрового экономического развития одного кластера по сравнению с эталонным или иным, принимаемым для сравнения. Чем больше данный показатель, тем больше различий в оценке цифрового развития и выше экономический разрыв. Цифровой внутрикластерный разрыв (VR) оценивается по расстоянию между регионами внутри одного кластера и позволяет сделать вывод о степени различий регионов по уровню цифровизации от центра кластера, т.е. лучшего региона в группе.

Для измерения цифрового экономического разрыва II типа предлагается ввести два показателя: валовую добавленную стоимость цифровой экономики региона в нормализованной форме (VDS_i):

$$VDS_i = I_{pr,i} - I_{zb,i} \quad (4)$$

и цифровую капиталоемкость региона (KE_i):

$$KE_i = I_{kap,i} \setminus I_{pr,i}, \quad (5)$$

где $I_{pr,i}$ – индекс, характеризующий развитие цифрового производства в регионе; $I_{zb,i}$ – индекс, характеризующий потребление бизнес-сектором региона цифровых технологий, продукции, услуг; $I_{kap,i}$ – индекс накопления и использования капитала в цифровой экономике региона, рассчитываемый по формуле

$$I_{kap,i} = (I_{if} + I_n + I_{in}) / 3. \quad (6)$$

Индексы позволяют охарактеризовать процессы воспроизводства цифрового капитала в регионах и выявить проблемы в создании добавленной стоимости.

3. Оценка поляризации цифровой экономики и типологизация регионов

Сектор ИКТ характеризует масштабы цифровых трансформаций и условия для создания цифровых продуктов и услуг, необходимых для других секторов экономики. Степень цифровизации бизнес-сектора экономики описывает структура и динамика развития предприятий сектора ИКТ. Оценка развития бизнес-сектора в сфере ИКТ в России в 2021 г. по сравнению с 2020 г. сократилось на 3% при общей экономической нестабильности развития предпринимательского сектора экономики. Основные структурно-динамические тенденции отражены на рис. 1.

Начиная с 2010 г. сектор ИКТ в России является самым динамично развивающимся, но отстает по доле в ВВП и в добавленной стоимости от развитых стран. Число компаний ИКТ в регионах в общем числе зарегистрированных компаний составляет 1,7–5,7%. Во многом отставание обусловлено неравномерностью развития цифровой экономики на конкретных территориях. Большая часть компаний, специализирующихся на цифровых разработках, размещается в Москве, Санкт-Петербурге, Московской области. В 2021 г. происходит сокращение бизнеса по всем регионам, но в некоторых регионах отмечаются положительные тенденции расширения компаний сектора ИКТ – Республика Тыва, Чукотский автономный округ, Калининградская область. Оценка средних значений индексов в разрезе регионов России и расчет сводного индекса позволили сформировать две аддитивные модели множественной регрессии в стандартизи-

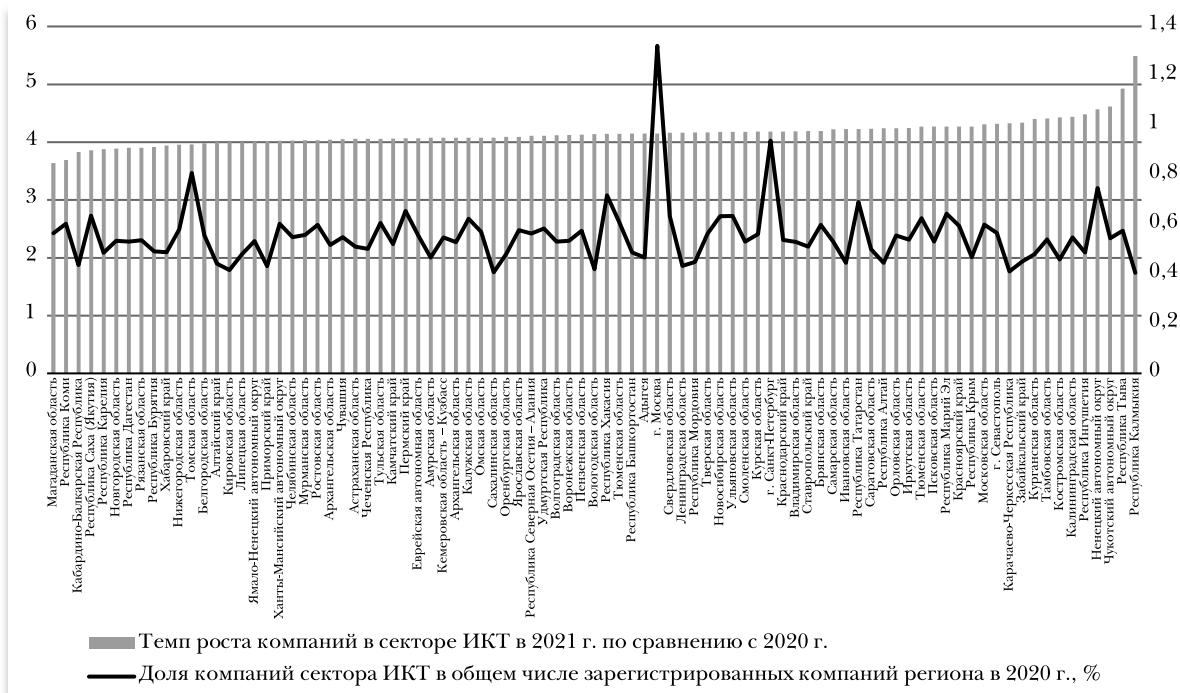


Рис. 1

Структурно-динамический анализ бизнес-сектора ИКТ в регионах России

рованном масштабе за допандемийный период 2018–2019 гг. (модель 1) и пандемийный период 2020–2021 гг. (модель 2).

Оценка значимости и качества модели 1:

$$I_{zb} = 0,27I_p + 0,17I_{kb} + 0,16I_{iz} + 0,2I_{if} + 0,4I_h + 0,18I_{in} + 0,2I_s + 0,0001. \quad (7)$$

(0,01) (0,0) (0,005) (0,0001) (0,002) (0,01) (0,0)

Оценка значимости и качества модели 2:

$$I_{zb} = 0,25I_p + 0,15I_{kb} + 0,19I_{iz} + 0,2I_{if} + 0,32I_h + 0,15I_{in} + 0,27I_s + 0,00005. \quad (8)$$

(0,007) (0) (0,0043) (0,004) (0,001) (0,008) (0,0001)

В скобках приведены статистические оценки значимости t-критериев Стьюдента. Поскольку коэффициенты t-статистики ниже 0,05, следует сделать вывод о значимости переменных, включенных в регрессионные модели. Проверка факторов на мультиколлинеарность производилась с помощью оценки взаимосвязей переменных между собой. По результатам построения матрицы парной корреляции (коэффициенты Пирсона) сильной взаимосвязи не выявлено, а частные коэффициенты корреляции (r_{xy}) менее 0,5. Проведенная в SPSS диагностика коллинеарности свидетельствует о том, что уровень толерантности превышает 0,1 по каждой переменной, а «вздутие вариации» КРД⁷ находится в диапазоне от 1,3 до 7,6 (менее 10). Это свидетельствует о невозможности эффекта мультиколлинеарности, т.е. взаимного влияния и зависимости переменных друг от друга. Основные параметры оценки качества моделей сведены в табл. 1.

Близость R^2 к 1 показывает значимость двух моделей. Проверка на отсутствие автокорреляции остатков и условий независимости переменных, проведенная с помощью статистики Дарбина–Уотсона, показала, что значения параметра двух моделей находятся в пределах [1,5; 2,5]. Данный факт доказывает отсутствие автокорреляции и системных связей между остатками, т.е. между отклонениями эмпирических значений переменных от ожидаемого уровня. На основании сравнения фактического F-критерия Фишера с табличным при 5%-ном уровне значимости в SPSS определен уровень статистической значимости, на основании которого следует вывод об отклонении нулевой гипотезы (отсутствие взаимосвязи между переменными и нулевых регрессионных коэффициентов при переменных). Оценка F-критерия подтверждает статистическую значимость факторов, включенных в модель и влияющих на уровень цифровизации бизнес-сектора региона.

Таблица 1

Основные параметры оценки качества регрессионных моделей

Оценочные показатели	Модель 1	Модель 2
R^2	0,995	0,987
Стандартная ошибка оценки	0,00218	0,00193
Статистика Дарбина–Уотсона	2,204	1,935
F-статистика	121705857	224664525
Значимость F-статистики	0	0
Вывод о статистической значимости модели	Значима	Значима

Источник: рассчитано авторами в программе SPSS.

⁷ Коэффициент, обратный по отношению к толерантности.

По стандартизированным коэффициентам можно судить о факторах, оказавших наибольшее влияние на уровень цифровизации бизнес-сектора регионов. Согласно модели 1 к ним относится индекс цифрового человеческого капитала и индекс масштабов цифрового производства. Если I_h изменится на одну единицу, то уровень цифровизации увеличится на 0,4 в среднем при постоянстве значений других факторов в модели. Индекс масштабов цифрового производства свидетельствует о важности наращивания производства программного обеспечения и информационно-коммуникационных услуг для внедрения в бизнес. В пандемийный период произошли изменения, связанные с уменьшением значимости цифрового человеческого капитала и ростом важности для развития цифровизации бизнес-сектора – цифрового потребления предприятиями и издержкоотдачи от цифрового производства. Действительно, в результате воздействия пандемии Covid-19 значительно возрос спрос на цифровые продукты, цифровое оборудование, платформы и услуги компаний цифрового сектора, обеспечивая рост добавленной стоимости и объемов производства ИКТ-сектора. На основе рассчитанных индексов по каждому региону России определены средние значения и показатели, характеризующие степень неравномерности (табл. 2).

Самый низкий индекс с высокой степенью неравномерности – индекс отдачи издержек, по которому можно судить о высоких затратах и об отсутствии экономического роста в большинстве регионов России за счет затрат в цифровые технологии. Причиной такого дисбаланса является невысокая доля сектора ИКТ в ВРП и общий спад экономики на фоне влияния сложной эпидемиологи-

Таблица 2

Описательная статистика частных индексов, характеризующих неравномерность цифровизации бизнес-сектора в регионах России

Индекс	Среднее значение		Размах		Стандартное отклонение		Асимметрия		Экссесс	
	Допандемийный период	Пандемийный период	Допандемийный период	Пандемийный период	Допандемийный период	Пандемийный период	Допандемийный период	Пандемийный период	Допандемийный период	Пандемийный период
I_p	24,68	26,68	70,68	87,02	12,87	14,51	1,10	1,34	2,36	3,4
I_{hb}	14,54	11,9	71,81	84,26	8,13	8,99	6,10	6,72	46,48	54,57
I_{ic}	3,46	3,03	49,46	100,00	7,55	10,77	5,65	8,71	33,15	78,97
I_{if}	45,16	55,11	67,58	103,13	9,39	11,52	1,10	3,19	4,88	20,44
I_h	33,48	31,34	85,23	82,52	18,92	18,68	0,76	0,81	0,30	0,25
I_{in}	11,21	13,31	62,07	59,56	8,62	8,79	3,67	3,14	19,39	13,76
I_s	45,87	47,92	58,26	136,02	9,5	15,50	-0,68	2,48	2,16	15,93
I_{pr}	19,61	19,29	66,93	81,12	8,59	10,44	3,59	3,54	20,09	20,01
I_{kap}	29,95	33,25	64,24	56,50	9,38	9,27	1,99	1,70	8,01	5,05
I_{cb}	25,49	27,04	58,13	65,26	6,85	8,24	3,99	3,66	24,55	19,97

Источник: рассчитано авторами.

ческой обстановки в 2020–2021 гг. В пандемийный период сократилось среднее значение индекса концентрации бизнеса в сфере цифровой экономики региона, уровень обеспеченности человеческим капиталом для цифровизации бизнес-сектора. Неравномерность наблюдается и в размещении человеческого капитала для цифровой экономики, а также размещения цифрового производства. Отечественная вузовская система только начинает наращивать численность IT-специалистов и пока не в состоянии полноценно удовлетворить спрос предприятий регионов в квалифицированных кадрах для цифровой экономики. На рынке труда востребованными становятся профессии, обладающие «цифровой гибкостью», и сотрудники, способные внедрять цифровые технологии и улучшать бизнес-процессы. В то же время уже существующие программы Worldskills и другие инструменты и технологии обучения направлены на формирование «портфеля цифровых компетенций» и подготовку кадров для бизнес-сектора экономики. Дефицит человеческого капитала является фактором, сдерживающим цифровизацию региональных предприятий.

Меньшие эффекты от поляризации и высокие средние значения характерны для индекса обеспеченности инфраструктурой и потребления бизнес-сектором цифровых технологий. В пандемийный период заметно увеличились потребности в инфраструктурном обеспечении цифровой экономики, что показывает рост среднего значения индекса I_{ij} . Стандартное отклонение и асимметрия по всем индексам показывают большой разброс значений показателей по регионам, что говорит о дифференциации и поляризации. Положительный показатель асимметрии почти всех индексов свидетельствует о том, что большинство значений ниже средних. Пандемия усилила различие между регионами в потреблении бизнес-сектором цифровых продуктов и производстве сектора ИКТ.

Кластеризация регионов осуществлялась по семи индексам, что позволило с помощью метода итерации и центроидной кластеризации определить пять наиболее значимых кластеров. Основные характеристики кластеров и присвоенные им названия типов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты кластеризации регионов России в разрезе оцениваемых индексов за пандемийный период (2020–2021 гг.)

Регионы, включенные в кластер	Число регионов	Среднее значение индексов в кластере							
		I_p	I_{kb}	I_{iz}	I_{ij}	I_h	I_m	I_s	I_{zb}
Кластер 1 (центр)	3	61	44,33	38,90	92,07	65,35	38,93	88,17	61,25
Кластер 2 (развивающиеся регионы с высоким цифровым потенциалом)	19	29,99	13,48	3,07	55,73	51,99	15,72	55,43	32,2
Кластер 3 (перспективные регионы)	42	25,95	9,83	1,54	55,44	28,38	12,46	46,97	25,80
Кластер 4 (регионы-реципиенты)	15	22,89	9,56	1,23	50,46	17,46	9,48	41,31	21,77
Кластер 5 (слаборазвитые регионы по уровню цифровизации бизнес-сектора)	8	16,86	11,24	0,64	46,75	11,15	9,64	32,38	18,38

Источник: рассчитано авторами.

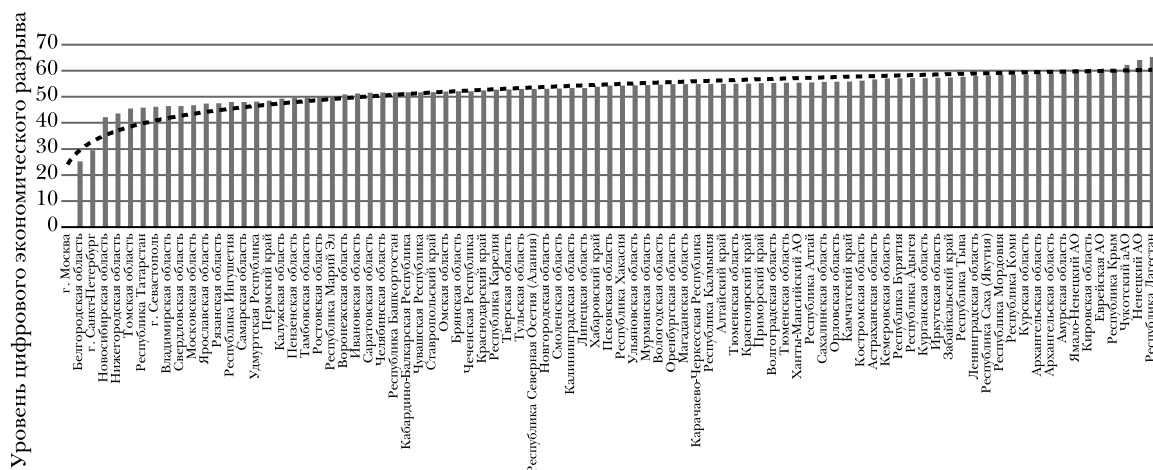


Рис. 2

Уровни цифровых экономических разрывов и кластеризация регионов России

Примечание. Чем меньше межкластерное расстояние (уровень цифрового экономического разрыва), тем ближе регион находится к центру (к Москве).

Несбалансированность развития цифровой экономики в регионах России проявляется в том, что основным локомотивом цифровизации бизнес-сектора является Москва, а кластер перспективных является самым большим по числу регионов. Результаты измерения межкластерных расстояний как меры цифровых экономических разрывов представлены на рис. 2.

Центр цифрового развития (кластер 1) бизнес-сектора состоит из города федерального значения – Санкт-Петербург, Белгородской области и Москва, где находятся 55 крупных компаний ИТ-лидеров (в том числе представительств транснациональных высокотехнологичных корпораций), 13 компаний-интеграторов промышленных роботов и ведущие технопарки – «Сколково», «Модуль», «Орбита», «Сапфир» и другие. Масштабы бизнеса и бюджетное финансирование создают лучшие возможности, а представительства зарубежных компаний стремятся соответствовать трендам глобализации. Сектор ИКТ составляет 7,8% в структуре ВРП, характеризуя лидерскую позицию по сравнению со всеми остальными регионами России. В Москве 19,7% всех инвестиций региона направляется на развитие сектора ИКТ, реализуется 34 инвестиционных проекта с общим объемом инвестиций в сумме 163 млрд руб. Цифровые стартапы, разработанные московскими компаниями, занимают лидирующие позиции в областях EdTech, FinTech и др. Город имеет высокий уровень экономического роста и является центром притяжения человеческого капитала, отличается наличием большого числа учебных заведений, что создает важное конкурентное преимущество в развитии цифровой экономики. В Санкт-Петербурге 5,79% занято в секторе ИКТ, и около 13% выпускников вузов имеют образование в сфере ИТ. В городе раз-

мещены компании-лидеры – «Газпромнефть – Цифровые решения», «Сигма», «Газинформсервис», «Nexign» и др. Цифровые проекты и инновации разрабатываются в ТВТ ОЭЗ «Санкт-Петербург» и технопарках «Ингрия» и «Хайпарк ИТМО». Однако данный регион отстает от лидеров по качеству и числу широкомасштабных цифровых разработок.

Большой экономический разрыв лидеров от других кластеров образует центр периферийной структуры экономики, который имеет ярко выраженные недостатки в миграции высококвалифицированных специалистов, при этом ослабляя цифровой человеческий капитал других регионов. Достоинства выделения центра в том, что он задает критерии лидера, к которым должен стремиться регион. Сглаживанию разрывов могут способствовать межрегиональные взаимодействия центра с периферийными территориями и отстающими регионами. Установка таких взаимоотношений должна начинаться с образовательного и научно-технического межрегионального трансфера, учитывая объективные региональные потребности в кадрах и новых технологиях.

В *развивающиеся регионы* (кластер 2) вошла Новосибирская, Нижегородская, Владимирская, Ярославская, Ростовская, Пензенская, Томская и другие области, а также Республика Татарстан и г. Севастополь. Особенной характеристикой данного кластера является наличие достаточно высокого инфраструктурного и человеческого капитала.

Данный потенциал и конкурентные преимущества создают благоприятные возможности ускоренного экономического роста. На примере кластера 2 дана оценка внутрикластерных разрывов (на основе оценки матрицы близости), которые характеризуют степень различий между регионами от лидера группы. Как показано на рис. 3, среди развивающихся регионов типичным представителем выступает Новосибирская область.

Цифровое пространство создает среду, в которой взаимодействуют все значимые ресурсы: специалисты, технологические системы, создана благоприятная инновационная инфраструктура. В таких регионах развиваются «умные»

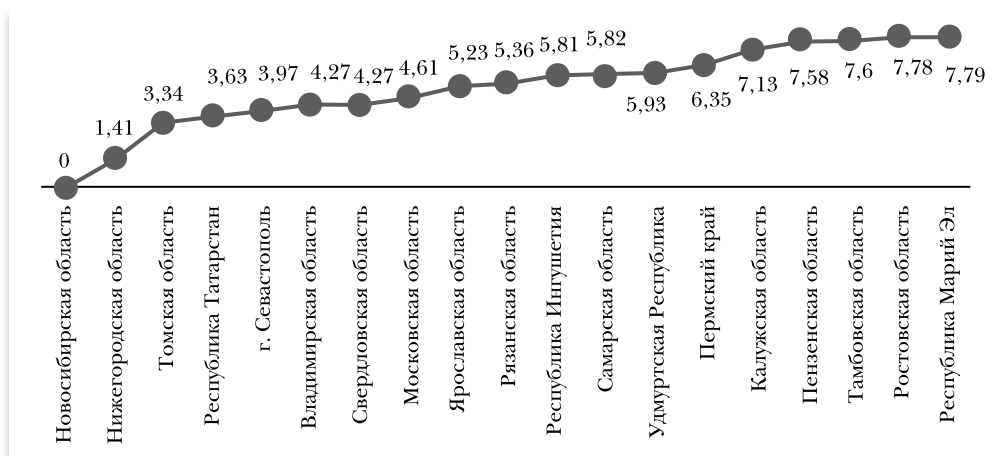


Рис. 3

Оценка внутрикластерных цифровых разрывов (на примере кластера 2)

города, а крупные предприятия предлагают цифровые рабочие места. Лидером кластера выступает Новосибирская область, в которой отмечается высокий показатель соотношения ВРП к затратам на развитие сектора ИКТ; 12% выпускников вузов имеют IT-образование, и 10% инвестиций направляется на развитие данной отрасли (20 млрд руб. инвестиций направлено на проекты в области цифровизации). Севастополь, несмотря на высокую долю выпускников с IT-образованием среди всех выпускников вузов города и инвестиционным потенциалом, имеет самую высокую долю организаций, внедряющих технологии RFID, не отличается значимыми цифровыми стартапами, но имеет хороший потенциал при развитии IT-парков.

Самая большая по числу включенных наблюдений является группа *перспективных регионов в цифровизации бизнес-сектора (кластер 3)*, которая отличается высоким кадровым потенциалом в секторе ИКТ, но низкой концентрацией бизнеса и низкой производительностью IT-компаний. Значимыми представителями данного кластера является Воронежская, Ивановская, Саратовская, Челябинская, Омская области, Чувашская Республика. При этом расширение цифрового предпринимательства, инфраструктуры в форме технопарков и взаимодействия бизнеса с научно-образовательной средой, активизация применения бизнес-сектором цифровых технологий могут сформировать высокую цифровую активность данного кластера.

Регионы-реципиенты (кластер 4) отличаются самыми низкими масштабами производства в секторе ИКТ, низкой концентрацией предприятий, производящих цифровые продукты, но при этом данные регионы формируют спрос в бизнесе на применение цифровых технологий для собственных промышленных целей и нуждаются в уникальных прикладных решениях. В отличие от предыдущего кластера у регионов существуют потребности в формировании собственных кадров для создания IT-служб и расширения цифрового человеческого потенциала с учетом специализаций региональных предприятий. Низкий индекс человеческого капитала может быть связан с нахождением у соседних регионов с более развитой структурой высших учебных заведений, наличием высокотехнологичных производств, для которых требуются высококлассные специалисты. Также для данного кластера характерен низкий уровень цифрового производства, который может быть связан с наличием моноотраслевой специфики экономики региона или развитием отраслей, не связанных с цифровизацией.

В группу *слаборазвитых регионов (кластер 5)* вошли регионы с низким уровнем экономического развития, которые, как правило, не формируют ни предложений по цифровым разработкам, ни спроса на них, поскольку слабо развит предпринимательский сектор.

4. Дисбалансы в системе воспроизводства цифровой экономики на региональном уровне

Неравномерный спрос, предложение и капитал в бизнес-секторе цифровой экономики приводят к тому, что выделяют регионы-доноры, у которых предложение со стороны сектора ИКТ выше спроса, и регионы-реципиенты с высокими потребностями в цифровом капитале и цифровых решениях для бизнес-сектора. Спрос на цифровые продукты формируется благодаря доступности цифровых платформ, возможности их внедрения в бизнес и низких затрат на внедрение. Индикаторы валовой добавленной стоимости, рассчитанной с помощью

предлагаемых нормализованных индексов, и капиталоемкости бизнес-сектора каждого региона позволили определить тип региона – допандемийный 2018 г. (рис. 4) и пандемийный 2021 г., периоды (рис. 5).

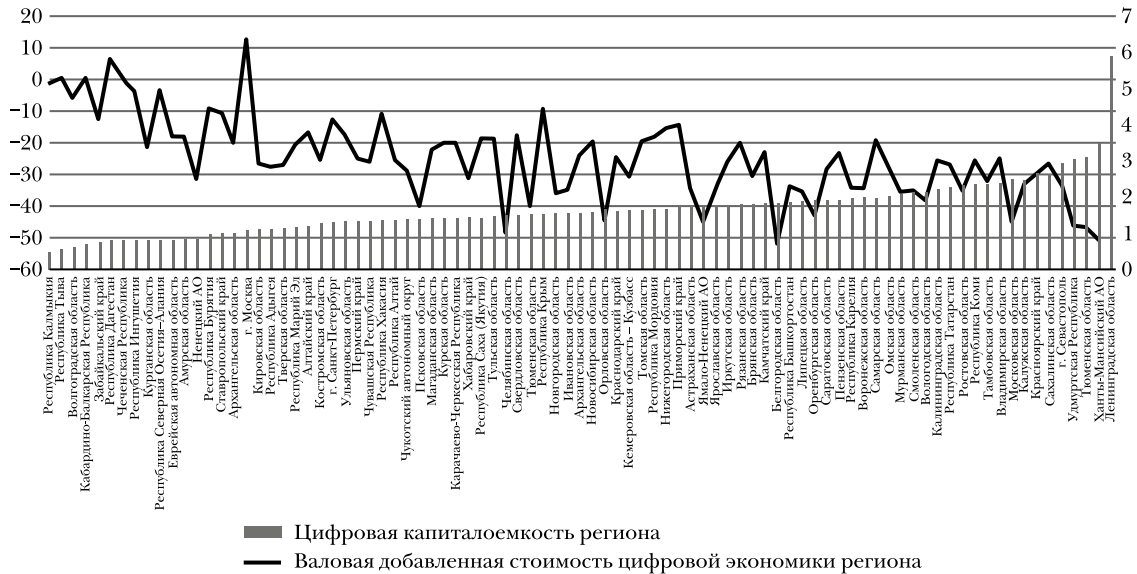


Рис. 4

Оценка цифровой капиталоемкости региона и валовой добавленной стоимости с помощью нормализованных индексов в 2018 г.



Рис. 5

Оценка цифровой капиталоемкости региона и валовой добавленной стоимости с помощью нормализованных индексов в 2021 г.

В группу регионов, с высоким уровнем добавленной стоимости, где предложение цифровых продуктов преобладает над спросом, относят город-лидер цифровой экономики (г. Москва), который выступает донором по отношению к другим регионам, поэтому накапливает цифровое производство. Цифровые трансформации создают эффект от масштаба, которые ускоряют рост добавленной стоимости развитых регионов и городов-лидеров и усиливают неравномерность экономического развития отстающих регионов. Нарастив объемы цифровых продуктов и платформ со стороны регионов-доноров, можно восполнить недостаток технологий в других регионах, где явно отмечается растущая потребность.

При этом положительная добавленная стоимость сформировалась у слаборазвитых регионов (Республик Тыва и Калмыкия), где низкий уровень цифровизации в связи с низкими потребностями у предпринимательского сектора, неразвитость высокотехнологичных производств и недостаточность трудовых ресурсов для экономического развития.

Если в уровне цифрового производства межрегиональные разрывы достаточно высокие, то в сфере потребления бизнес-сектором цифровых технологий ниже по причине равномерного спроса со стороны бизнеса на доступные и малозатратные цифровые продукты – веб-сайты, Интернет для размещения заказов. Около 28% организаций в среднем по России используют облачные сервисы и 15% – ERP-системы. Высокие затраты и дорогостоящие решения для промышленности (RFID-технологии) могут позволить себе около 6% организаций (в развитых странах показатель составляет 26%). Регионы по уровню потребления различаются в связи с разной отраслевой специализацией предпринимательства в регионе. Выявлены регионы-реципиенты – Новгородская, Белгородская, Московская, Ленинградская, Калужская, Владимирская, Смоленская и другие области. Следует отметить, что повышение спроса на цифровые технологии и цифровизация промышленного бизнес-сектора выступает ключевой проблемой, без решения которой невозможна интенсификация экономического роста. Причины образования такого разрыва в формировании спроса на технологии сводятся к низкой степени адаптации высоких технологий под оборудование промышленных предприятий и низкой инновационной активности компаний.

Цифровизация экономики должна обеспечивать высокие темпы роста вклада капитала в добавленную стоимость. С высоким уровнем капиталоемкости выделены регионы: Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Магаданская, Сахалинская, Ленинградская, Тюменская, Мурманская области. В перечисленных регионах находятся крупные предприятия добывающей промышленности и автомобилестроения. Существенное превышение цифрового капитала над уровнем цифрового производства в таких регионах говорит о высоком цифровом потенциале и требует использования более эффективных организационных мер для получения экономической отдачи. В перечисленных регионах цифровизация происходит не в IT-компаниях, а в крупных промышленных предприятиях, куда привлекаются IT-специалисты и инвестируются цифровые разработки для собственных нужд. В период пандемии цифровая капиталоемкость в большинстве регионов увеличилась по сравнению с 2018 г. В 2021 г. наиболее капиталоемким регионом стала Сахалинская область.

Отдача от использования цифровых технологий вкладывается в производство конечной продукции данных предприятий, поэтому цифровой эффект не отражается на показателях сферы ИКТ и статистикой не измеряется. При существующих цифровых экономических разрывах требуется разработка региональных мер поддержки ИТ-сектора и стимулирования спроса со стороны бизнеса, формирования институциональных условий поддержки отстающих регионов и активизации цифрового потенциала.

5. Обсуждение

В ходе исследования выявлено, что в отечественной цифровой экономике сформировалась центр-периферийная модель, которая вызывает цифровые экономические разрывы между регионами. Используемые статистические показатели, предлагаемые органами статистики, ВШЭ, в научных работах исследователей, дополнены индикаторами человеческого капитала для бизнес-сектора, инновационной инфраструктуры для более полного понимания причин различий. В ходе исследования в отличие от ранее существующих работ проведено измерение цифровых разрывов на основе метода межкластерных и внутрикластерных расстояний. Настоящее исследование расширяет понимание факторов цифрового неравенства: человеческий капитал и масштабы цифрового производства в секторе ИКТ. Сформирована типологизация регионов, которая позволит органам региональной власти определить механизмы и инструменты стимулирования роста цифровой экономики и повышения отдачи цифрового капитала. В работе предпринята попытка сравнить регионы по индикаторам воспроизводства, выделены регионы-доноры и регионы-реципиенты.

6. Заключение

Измерение цифровых экономических разрывов в рамках цифровой экономики регионов показало наличие пяти типов регионов: центр, развивающиеся, перспективные, слаборазвитые регионы и регионы-реципиенты. Разрывы возникают как при неравномерном распределении ИТ-компаний по территории России, так и при концентрации компаний-лидеров в Москве и развитой инфраструктуры. Развивающиеся регионы характеризуются наличием высокого уровня человеческого и инфраструктурного капитала, а перспективные – отличаются наличием кадровых ресурсов для дальнейшего роста компаний и обеспечения потребностей промышленного сектора экономики. Результаты проведенного исследования предлагается использовать для разработки механизмов стимулирующей политики цифровой экономики для регионов, позволяющих сгладить цифровые разрывы и неравномерности развития, предложить инструменты для выделения центров притяжения цифрового капитала, методов обоснования потребности в государственном и частном инвестировании с учетом типа сформированности цифровой экосистемы.

Приложение

Таблица А1

Индикаторы и источники информации

Индекс	Название переменной	Источник данных
Индекс цифровизации бизнес-сектора в регионе	Индекс цифровизации и интенсивности использования цифровых технологий в субъектах РФ (I_{2p})	Рассчитано на основе статистического сборника «Индикаторов цифровой экономики ВШЭ» (https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/484533334.pdf)
Индекс масштабов цифрового производства (I_p)	Доля сектора информации и связи в ВРП (I_1), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.2. Система национальных счетов) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Объем производства сектора ИКТ в общем объеме производства всех секторов экономики (I_2), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.5. Общеэкономические показатели деятельности организаций и мониторинги важнейших проблем социально-экономической сферы) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
Индекс концентрации бизнеса в секторе ИКТ (I_{bb})	Доля организаций сектора ИКТ региона в общем количестве зарегистрированных организаций региона (I_3), %	Рассчитано на основе данных «Единой межведомственной информационно-статистической системы» (п. 1.5. Общеэкономические показатели деятельности организаций и мониторинги важнейших проблем социально-экономической сферы) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Темп роста организаций, функционирующих в секторе ИКТ (I_4), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.5. Общеэкономические показатели деятельности организаций и мониторинги важнейших проблем социально-экономической сферы) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Число организаций в регионе, включенных в рейтинг сектора ИКТ в топ-100 лидеров отрасли (I_5), ед.	Разенкинг крупнейших российских групп и компаний в области ИКТ (https://raex-rr.com/pro/b2b/IT/biggest_it_corp_rating/2021/)
	Число организаций в регионе, включенных в рейтинг интеграторов промышленных роботов (I_6), ед.	Рейтинг TAdviser (https://www.tadviser.ru/)
Индекс издержкоотдачи цифрового производства (I_{iz})	Отношение ВРП к затратам на внедрение и использование цифровых технологий (I_7), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27. Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
Индекс обеспеченности цифровой инфраструктурой (I_{ip})	Доля организаций, использующих сеть Интернет с широким доступом в общем числе организаций региона (I_8), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27. Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Доля организаций, использующих сеть Интернет в общем числе организаций региона (I_9), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27. Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Число пользователей сети Интернет на 100 человек населения (I_{10}), человек	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27. Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Число технопарков в сфере ИТ, функционирующих в регионе (I_{11}), ед.	Рассчитано на основе данных Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ (https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/445/)

Окончание таблицы А1

Индекс	Название переменной	Источник данных
Индекс обеспеченности цифровым человеческим капиталом (I_h)	Доля занятых в секторе ИКТ в общей численности занятых во всех секторах экономики региона (I_{12}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.30. Рынок труда) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Доля выпускников специализации в информационных и цифровых технологиях в общем числе выпускников региона (I_{13}), %	Рассчитано на основе сведений Министерства науки и высшего образования РФ (https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/)
Индекс обеспеченности цифровым инвестиционным капиталом (I_m)	Доля инвестиций сектора ИКТ в общем объеме инвестиций региона (I_{14}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.28. Инвестиции) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Отношение инвестиций в секторе ИКТ к объему производства сектора ИКТ (I_{15}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.28. Инвестиции) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Число инвестиционных проектов в IT-сфере (I_{16}), ед.	Рассчитано по данным цифровой платформы «Инвестиционные проекты» (https://investprojects.info/districts)
	Сумма инвестиций в проекты IT-сфере (I_{17}), млрд руб.	Рассчитано по данным цифровой платформы «Инвестиционные проекты» (https://investprojects.info/districts)
Индекс цифрового потребления в сфере бизнес-сектора (I_j)	Доля организаций, имеющих веб-сайт в регионах в общем числе организаций региона (I_{18}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27 Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Доля организаций, использующих облачные сервисы в общем числе организаций региона (I_{19}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27 Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Доля организаций, использующих RFID в общем числе организаций региона (I_{20}), %	Рассчитано на основе статистического сборника: Индикаторы цифровой экономики ВШЭ (https://www.hse.ru/primarydata/ice2021)
	Доля организаций, использующих сеть Интернет для размещения заказов на товары (работы, услуги), в общем числе организаций региона (I_{21}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27 Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)
	Доля организаций, использующих ERP в общем числе организаций региона (I_{22}), %	Рассчитано на основе статистического сборника: Индикаторы цифровой экономики ВШЭ (https://www.hse.ru/primarydata/ice2021)
	Доля организаций, использующих электронные продажи в общем числе организаций региона (I_{23}), %	Рассчитано на основе данных ЕМИСС (п. 1.27 Наука и инновации) (https://www.fedstat.ru/?ysclid=lg1xp95tdh878647581)

Таблица А2

Панель исходных данных за 2018 г.

Регион	Название региона	I_1	I_2	I_3	I_4	...	I_{23}
R_1	Белгородская область	1,4	0,9	2,32	1,04	...	27,6
R_2	Брянская область	2,0	1,72	2,43	1,03	...	15,4
...
R_{87}	Чукотский автономный округ	0,6	1,14	2,29	1,00	...	10,6
Минимальное значение (I_{min})		0,3	0,16	1,75	0,95	...	1,7
Максимальное значение (I_{max})		6,2	8,13	5,05	1,18	...	65,1

Таблица А3

Панель нормализованных индексов за 2018 г.

Регион	Название региона	$I_{\text{норм.1}}^*$	$I_{\text{норм.2}}^*$	I_p^{**}	...	$I_{\text{норм.3}}^*$	$I_{\text{норм.4}}^*$...	I_{hb}^{**}	...	I_{cb}^{**}
R_1	Белгородская область	18,64	9,34	13,99	...	17,29	38,94	...	11,62	...	23,36
R_2	Брянская область	28,82	19,55	24,18	...	20,54	36,64	...	11,58	...	26,02
...
R_{87}	Чукотский автономный округ	5,08	12,33	8,71	...	16,47	21,74	...	14,2	...	20,41

Примечание. В таблице символом «*» отмечены данные, рассчитанные по формуле (2), «**» – по формуле (3).

Таблица А4

Панель сводных индексов цифровизации бизнес-сектора в регионе за 2018–2021 гг.

Регион	Название региона	Год	I_p	I_{hb}	I_{iz}	I_{jf}	I_h	I_{in}	I_s	I_{cb}
R_1	Белгородская область	2018	13,99	11,62	1,85	43,36	21,18	6,85	64,69	23,36
		2019	15,55	13,77	0,79	50,34	21,25	12,59	64,48	25,54
		2020	15,92	9,52	0,83	54,95	17,15	11,03	71,7	25,87
		2021	16,57	7,37	0,85	75,08	16,82	10,59	71,29	28,37
R_2	Брянская область	2018	24,18	11,58	0,74	41,05	48,19	7,84	48,55	26,02
		2019	24,73	19,33	2,04	47,15	48,42	5,71	39,12	26,64
		2020	26,01	11,17	1,35	48,43	44,32	6,22	41,23	25,53
		2021	26,64	10,98	1,51	67,85	42,25	6,87	48,62	29,25
...	
R_{87}	Чукотский автономный округ	2018	8,71	14,2	32,78	38,68	0	8,23	40,3	20,41
		2019	9,05	18,29	0,03	47,33	0	15,85	38,58	18,45
		2020	6,74	20,09	0	67,91	0,02	8,27	38,73	20,25
		2021	6,08	14,55	0,02	30,86	0	15,7	33,43	14,38

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Абдрахманова Г.И., Вишнеvский К.О., Гохберг Л.М. и др. (2021). Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ. [Abdrahmanova G.I., Vishnevskij K.O., Gohberg L.M. (2021). *Indicators of the digital economy*. Moscow: National Research University “Higher School of Economics” (in Russian).]
- Варганова Е.Л. (2021). Цифровой капитал как гибридный капитал: к вопросу о новых концепциях медиаисследований // *Меди@льманах*. Т. 105. № 4. С. 8–19. [Vartanova E.L. (2021). Digital capital as hybrid capital: On the issue of new concepts of media research. *Medi@lmanah*, 105, 4, 8–19 (in Russian).]
- Губанова Е.С., Клещ В.С. (2017). Методологические аспекты анализа уровня неравномерности социально-экономического развития регионов // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. Т. 10. № 1. С. 58–75. [Gubanova E.S., Kleshch V.S. (2017). Methodological aspects of the analysis of the level of uneven socio-economic development of regions. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 10, 1, 58–75 (in Russian).]

- Дорошенко Ю.А., Малыхина И.О., Сомина И.В.** (2020). Инновационное развитие региона в условиях современных трендов неоиндустриализации // *Экономика региона*. Т. 16. № 4. С. 1318–1334. [**Doroshenko Yu.A., Malyhina I.O., Somina I.V.** (2020). Innovative development of the region in the context of modern trends of neo-industrialization. *Economy of the Region*, 16, 4, 1318–1334 (in Russian).]
- Киселева Е.Г.** (2020). Влияние цифровизации на инвестиционный потенциал города // *Финансы: теория и практика*. Т. 5. № 24. С. 72–83. [**Kiseleva E.G.** (2020). The impact of digitalization on the investment potential of the city. *Finance: Theory and Practice*, 5, 24, 72–83 (in Russian).]
- Коровкин В.** (2020). Цифровая жизнь российских регионов. Что определяет цифровой разрыв? *Школа управления SKOLKOVO*. С. 1–62. DOI: 10.13140/RG.2.2.17835.26400 [**Korovkin V.** (2020). Digital life of Russian regions: What determines the digital gap? *Moscow School of Management SKOLKOVO*, 1–62. DOI: 10.13140/RG.2.2.17835.26400 (in Russian).]
- Крамин Т.В., Климанова А.Р.** (2019). Развитие цифровой инфраструктуры в регионах России // *Terra Economicus*. Т. 2. № 17. С. 60–76. [**Kramin T.V., Klimanova A.R.** (2019). Development of digital infrastructure in the regions of Russia. *Terra Economicus*, 2, 17, 60–76 (in Russian).]
- Миролюбова Т.В., Карлина Т.В., Николаев Р.С.** (2020). Цифровая экономика: проблемы идентификации и измерений в региональной экономике // *Экономика региона*. Т. 16. № 2. С. 377–390. [**Mirolyubova T.V., Karlina T.V., Nikolaev R.S.** (2020). Digital economy: Problems of identification and measurement in the regional economy. *Economy of the Region*. 16, 2, 377–390 (in Russian).]
- Наумов И.В., Дубровская Ю.В., Козоногова Е.В.** (2020). Цифровизация промышленного производства в регионах России. Пространственные взаимосвязи // *Экономика региона*. Т. 16. № 3. С. 896–910. [**Naumov I.V., Dubrovskaya Yu.V., Kozonogova E.V.** (2020). Digitalization of industrial production in the regions of Russia. Spatial relationships. *Economy of the Region*. 16, 3, 896–910 (in Russian).]
- Попов Е.В., Семьячков К.А.** (2020). Систематизация подходов к оценке развития умных городов // *Экономика региона*. Т. 16. № 1. С. 14–27. [**Popov E.V., Semyachkov K.A.** (2020). Systematization of approaches to assessing the development of smart cities. *Economy of the Region*, 16 (1), 14–27 (in Russian).]
- Adeleke R.** (2020). Digital divide in Nigeria: The role of regional differentials. *African Journal of Science Technology Innovation and Development*, 13 (3), 333–346.
- Baptista J., M-K. Stein S. Klein, Watson-Manheim M.B., Lee J.** (2020). Digital work and organizational transformation: Emergent Digital. Human work configurations in modern organizations. *The Journal of Strategic Information Systems*, 29, 1–19.
- Bhanu Murthy K.V., Kalsi A., Shankar R.** (2021). Digital economy in global perspective: is there a digital divide? *Transnational Corporations Review*, 13 (1), 1–15.
- Choy B.G.** (2020). Random interaction effect of digital transformation on general price level and economic growth. *Foresight and STI Governance*, 14 (1), 29–47.
- Hinings B., Gegenhuber T., Greenwood R.** (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*, 28 (1), 52–61. DOI: 10.1016/j.infoandorg.2018.02.004

- Jiao S.H., Sun Q.** (2021). Digital economic development and its impact on economic growth in China: Research based on the perspective of sustainability. *Sustainability*, 13, 1–12.
- Mossberger K., LaCombe S., Tolbert C.J.** (2021). A new measure of digital economic activity and its impact on local opportunity. *Telecommunications Policy*, 1, 1–19.
- Niebel T.** (2018). ICT and economic growth – comparing developing, emerging and developed countries. *World Development*, 104, 197–211.
- Shuaitao J., Qiubi S.** (2021). Digital economic development and its impact on economic growth in China: Research based on the perspective of sustainability. *Sustainability*, 13, 1–18.
- Szeles M.R.** (2018). New insights from a multilevel approach to the regional digital divide in the European Union. *Telecommunications Policy*, 42 (6), 452–463.
- Tortora D., Chierici R., Briamonte M.F., Tiscini R.** (2021). ‘I digitize so I exist’. Searching for critical capabilities affecting firms’ digital innovation. *Journal of Business Research*, 129, 193–204.
- Zemtsov S., Muradov A., Wade I., Barinova V.** (2016). Determinants of regional innovation in Russia: Are people or capital more important? *Foresight and STI Governance*, 10 (2), 29–42.
- Zhang W., Zhao S., Wan X., Yao Y.** (2021). Study on the effect of digital economy on high-quality economic development in China. *PLoS ONE*, 16 (9), 1–27.

Поступила в редакцию 28.07.2022

Received 28.07.2022

V.A. Yakimova

Amur State University, Blagoveshchensk, Russia

S.V. Khmura

Amur State University, Blagoveshchensk, Russia

Measuring digital economic gaps in the business sector of the regional economy⁸

Abstract. The article is devoted to the problem of measuring digital economic gaps, which are formed with the heterogeneity of the territorial distribution of capital and digital industries. To determine digital gaps, an author's methodology is proposed, based on a list of aggregated and private indicators characterizing the sphere of production, consumption of digital technologies by the business sector, providing the region with invested, infrastructural, human capital. Methods for estimating distances of cluster analysis were used as tools. To measure digital economic gaps, the methodology was tested on the example of 87 regions of Russia and a grouping was carried out, distributing regions by type: digital development leaders, developing, promising regions, underdeveloped and recipient regions. It was established that the largest inter-cluster gaps are observed in the leader (Moscow) from the rest of the regional clusters of digitalization of the business sector. The greatest impact on the unbalanced territorial development of the digital economy is the uneven formation of human capital for the digital economy and the scale of digital production. The reasons for the differences in the use of the opportunities of the digital economy lie in the different specialization of the business sector of the region and the available digital technologies for implementation in production and services. Developing and promising regions have a great advantage in the presence of technology parks and special economic zones, which widely attract highly qualified personnel and concentrate digital products highly appreciated in Russia. The results obtained can be used to develop support programs for lagging and promising regions, mechanisms for reducing economic gaps and a balanced distribution of capital throughout the country to accelerate digitalization processes.

Keywords: *digital economic gaps, digital capital, index of digital development of the business sector of the region, digital production, digital capital intensity, digital transformations, center-periphery model.*

JEL Classification: R12, R13, O18, O33.

For reference: **Yakimova V.A., Khmura S.V.** (2023). Measuring digital economic gaps in the business sector of the regional economy. *Journal of the New Economic Association*, 4 (61), 70–92 (in Russian).

DOI: 10.31737/22212264_2023_4_70-92

EDN: YXPAAI

⁸ This study was supported by the Russian Science Foundation № 23-28-00044 on the topic «Conceptual model of a regional entrepreneurial ecosystem in a digital environment» (<https://rscf.ru/project/23-28-00044/>).