

Для цитирования: Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Региональные аспекты развития информационно-коммуникационных и цифровых технологий в России // Экономика региона. — 2019. — Т. 15, вып. 3. — С. 670-683

doi 10.17059/2019-3-4

УДК 332.1; 311.2

JEL O33; R11; R13

М. Ю. Архипова, В. П. Сиротин

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(Москва, Российская Федерация; e-mail: vsirotin@hse.ru)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ¹

Современная мировая экономика стоит на пороге перехода к новому технологическому укладу, основу которого составят наукоемкие производства, опирающиеся на цифровые технологии. Возможные эффекты такого перехода пока недостаточно изучены и требуют тщательного анализа и использования адекватного инструментария, включая разработку новых индикаторов, позволяющих учитывать специфику цифровизации экономики. В статье развивается методология исследования феномена цифровой экономики и цифрового неравенства в российских регионах. Предлагаемый исследовательский подход включает разработку и использование новых показателей, подходов и методик для изучения происходящих изменений на различных уровнях иерархии, а также эффектов от их воздействия. В первом блоке решается задача разработки композитного индикатора для изучения региональных диспропорций в уровне развития цифровой экономики, который обладает рядом преимуществ перед существующими индексами и позволяет учитывать доступность к базовым информационным и коммуникационным технологиям и доступность услуг проводной сети. Во втором блоке предлагается методика классификации регионов России по уровню развития цифровых технологий. Различия в средних значениях переменных по кластерам позволяют определить величину неравенства проникновения определенных передовых технологий в разные группы регионов. В третьем блоке на основе моделей регрессии по панельным данным определяются ключевые детерминанты цифрового развития и информационного неравенства, изменение которых влияет на значения индекса доступности информационных и коммуникационных технологий и основных параметров цифрового неравенства. Моделирование проведено отдельно для индекса доступности информационных и коммуникационных технологий и двух его субиндексов с предположением возможного разнонаправленного влияния на них некоторых совпадающих при их формировании факторов. Выделение эффективных институциональных механизмов цифрового развития позволит определить направления повышения конкурентоспособности регионов России, задействовать дополнительные источники экономического роста, повысить инновационную активность, снизить цифровое неравенство.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровые технологии, цифровое неравенство, уровень развития, интегральный показатель, многомерный анализ, модели по панельным данным, региональное развитие, кластеризация, инновации

Введение

Развитие технологий и стремительное изменение информационного пространства, породившие феномен цифровой экономики, способствуют формированию новой инфраструктуры и бизнес-среды, открывают дополнительные возможности развития индивидов и социальных групп, обуславливают повышение качества жизни населения. Вместе с тем появляются и новые вызовы и угрозы

развития общества. Информация не просто становится средством производства, но и оказывает влияние на мировоззрение людей, становится мощным средством политического воздействия. Происходящие изменения не только затрагивают устои общества, но и оказывают влияние на каждого его жителя; наряду с имущественным становится важным и цифровое неравенство, выражающееся в асимметричном доступе к информации и новым технологиям различных слоев населения, разрыве между бенефициарами промышленной революции и слоями населе-

¹ © Архипова М. Ю., Сиротин В. П. Текст. 2019.

ния, которые не могут ими воспользоваться в силу отсутствия компетенций или материального достатка. Новые технологии и инновационные решения не только стимулируют экономический рост страны [1], ведущий к росту уровня жизни ее населения, но и способствуют непосредственному эффективному удовлетворению потребностей общества. Трансформация парадигмы экономического развития влечет за собой изменение общественных отношений, появление новых ценностей и формирование совершенно иных знаний, адаптация к которым является трудным и долговременным процессом.

Цифровизация, по нашему мнению, начинается там и тогда, где и когда цифровой формат представления информации дает преимущества перед аналоговым. В сфере коммуникаций этот эффект проявляется особенно ярко, поскольку обмен информацией — их основная функция. При реализовавшемся и прогрессирующем преобладании цифрового формата представления информации процессы цифровизации можно считать тесно связанными с развитием информационно-коммуникационных технологий и сети «Интернет».

Рейтинг Digital Evolution Index 2017 оценивает каждое государство по 170 уникальным параметрам, сгруппированным в 4 главных фактора, определяющих уровень цифровизации: уровень предложения (наличие доступа к интернету и степень развития инфраструктуры), спрос потребителей на цифровые технологии, институциональная среда (политика государства, законодательство, ресурсы) и инновационный климат (инвестиции в исследования и разработки и в цифровые стартапы).

Россия, согласно исследованию Digital Evolution Index 2017¹, вошла в список перспективных стран по уровню развития цифровой экономики, однако отставание от стран — лидеров цифровизации составляет от 5 до 8 лет. Причина этого отставания складывается из множества факторов, среди которых отсутствие четкого видения своего будущего, слабость национальной инновационной системы, ресурсные ограничения, большой разрыв между разработками и их коммерциализацией, невысокая способность промышленности реагировать на быстро меняющиеся внешние условия и другие.

Принятые в Российской Федерации к 2017 г. документы стратегического планирования, в частности, Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года, Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года, Стратегии научно-технического развития Российской Федерации, Дорожной карты «Развитие отрасли информационных технологий», Государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы), предусматривают меры, направленные на стимулирование развития информационно-коммуникационных технологий и их использования в различных секторах экономики. При этом в погоне за цифровизацией России необходимо помнить о существующих рисках и цифровом суверенитете как необходимом условии внедрения информационных технологий.

Для успешного осуществления намеченных целей необходимо изучение процессов цифровизации экономики как в России в целом, так и в ее регионах, выделение факторов, оказывающих существенное воздействие на развитие цифровых технологий, изучение региональных диспропорций, понимание причин неравномерности доступа к информации, возможностей получения преимуществ от применения информационных и телекоммуникационных технологий организациями и отдельными индивидами.

В ходе решения главной проблемы исследования необходимо дать ответы на ряд вопросов. Какие факторы оказывают статистически значимое воздействие на становление и развитие цифровой экономики? Объясняются ли лидирующие позиции регионов по развитию цифровой экономики только экономическими факторами? Чем вызвана цифровая асимметрия регионального развития и объясняется ли она только дифференциацией населения по доходам? Оказывают ли влияние на цифровое неравенство такие показатели, как возраст, специализация региона проживания, уровень образования и другие социально-демографические характеристики?

Ответы на вопросы исследования помогут осмыслить происходящие в России преобразования, разработать эффективные институциональные механизмы развития цифровой экономики, задействовать дополнительные источники экономического роста, повысить инновационную активность, снизить цифровое неравенство.

¹ Digital Planet 2017. How Competitiveness and Trust in Digital Economies Vary Across The World [Электронный ресурс]. URL: https://sites.tufts.edu/digitalplanet/files/2017/05/Digital_Planet_2017_FINAL.pdf (дата обращения 07.09.2018).

1. Основные подходы к оценке информатизации общества и цифровизации экономики

Генезис концепции цифровой экономики берет начало с периода становления теории информационного общества, которая, в свою очередь, опирается на теории виртуальной экономики и сетевой экономики. В большом массиве исследований данный феномен рассматривается с технократической либо маркетинговой точек зрения. Несколько меньше внимания уделяется исследованию информации как основы развития современного общества и цифровому формату ее представления как условию отделения контента от носителя.

В современной литературе при изучении процессов информатизации и развития цифровой экономики и порождаемых ими новых форм неравенства используют различные подходы, среди которых особую роль играет географический подход. Согласно географическому подходу информационное и цифровое неравенство изучается между странами на макроуровне и между индивидами или домохозяйствами в пределах государства — на микроуровне. Международные исследования демонстрируют наличие существенного разрыва в доступности и использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в индустриально развитых и развивающихся странах. Обеспеченные государства фокусируются на реализации исследований и разработок и их последующем внедрении, в то время как страны с низким доходом вынуждены заимствовать уже созданные инновации [2] с временным лагом, ограничениями в виде финансового положения и степени готовности внутренней инфраструктуры.

В абсолютном большинстве работ, вне зависимости от времени их создания, подчеркивается особое влияние различий в среднедушевых доходах на асимметрию распространения ИКТ [2–7]. При этом 53,4 % неравенства в использовании компьютеров и интернета между США и Тропической Африкой объясняется разницей в доходах, 40,7 % — различиями в телекоммуникационной инфраструктуре [4]. Отмечается, что сила регулятора в политике и экономике на 32 % отвечает за серьезную технологическую пропасть в использовании интернета между США и странами Ближнего Востока и Северной Африки. Изучая факторы неравномерного распространения мобильных телефонов как перспективной платформы для доступа к Всемирной сети [5], авторы отметили критическую роль прогрессивной инноваци-

онной политики и соответствующих реформ для активизации процесса снижения цифрового барьера в большинстве стран Африки, Азии и Латинской Америки.

Среди определяющих факторов авторы выделяют низкую долю сельскохозяйственной продукции в ВВП [7, 8], факторы экономического, политического и иных типов риска в совокупности с долей населения старше 65 лет [3]. Биллон и его соавторы [2] при изучении структуры неравенства между странами со средними доходами приходят к выводу, что сильное влияние на нее оказывают стоимость интернет-услуг, возрастно-половая структура населения и доля урбанизированного населения.

Более поздние работы смещают фокус с определения факторов информационного неравенства на анализ эволюции явления, выявление тенденции к сужению или, наоборот, к расширению межстрановых различий [9, 10]. В [9] демонстрируется конвергенция в развитии ИКТ в странах со средним уровнем информатизации в период с 2000 г. по 2008 г. наряду с процессом увеличения доли стран в продвинутом и отсталом кластерах. В [3] авторы вывели три возможных сценария развития неравенства в распространении интернета в одном государстве относительно другого:

1) постепенное сужение и фиксация разрыва на некотором постоянном уровне (подходит для 63,8 % пар стран, например, для России и Великобритании);

2) постепенное увеличение и стабилизация разрыва (подходит для 16,1 % пар стран, например, для Португалии и Франции);

3) постепенная ликвидация существующего разрыва с дальнейшей сменой лидера и ростом разрыва (подходит для 20,1 % пар стран, например, для Словакии и Испании).

Внутристрановые исследования цифрового дисбаланса обнаруживают значимость характеристик самих индивидов и домохозяйств. Так, в Испании величина дохода положительно влияет на спрос на интернет, а возраст — отрицательно [11]. Доступ к интернету в Польше, помимо дохода, обусловлен уровнем образования и наличием детей; сельское население и домохозяйства, во главе которых стоит женщина, обладают меньшими возможностями для подключения к сети [12]. Неравенство домохозяйств в Турции обусловлено низкой информационно-технологической компетенцией населения [13], данный фактор является определяющим и для Бразилии, где в период с 2005 г. по 2013 г. отмечено снижение цифрового разрыва, основным детерминантом которого яв-

ляется технологическая неграмотность, особенно в старших возрастах [14]. В Китае причиной сокращения цифрового разрыва стали, с одной стороны, распространение беспроводных телекоммуникаций, плата за использование которых во много раз меньше, чем за стационарные телефонные линии и персональные компьютеры, с другой стороны, принятие активных мер правительством по предоставлению бесплатного доступа к широкополосному соединению через мобильные устройства [15].

Согласно эконометрическому подходу к анализу литературы по теме исследования, большое влияние на изучение развития цифровой экономики и цифровое неравенство оказывает корректный выбор эконометрического инструментария. Здесь авторы выделяют, во-первых, проблему выбора или построения прокси-переменной, отвечающей за оценку состояния и развития ИКТ. Некоторые исследователи используют для этой цели показатели развития определенной технологии. Придерживаясь данной стратегии, зачастую выбирают такие показатели, как количество компьютеров на 100 чел., число пользователей интернета на 100 чел. или количество абонентов мобильной сети на 100 чел. [5]. Эти параметры отражают уровень проникновения технологий общего пользования и являются доступными по максимальному числу стран. В некоторых работах представлены одновременно результаты по моделям с различными зависимыми переменными.

Альтернативным вариантом является построение новой переменной из нескольких показателей с использованием методов снижения размерности [3, 9, 16]. Багчи в работе [3] определил глобальное информационное неравенство как разность между ИКТ индексом страны и его значением в США. Для построения соответствующего индекса он использовал четыре информационных технологии: наличие стационарного телефонного подключения, мобильных телефонов, персональных компьютеров и подключения к интернету на 1000 чел. В отличие от него Дунг и Хо [9] из четырех переменных выбрали только две — степень проникновения интернета и мобильных телефонов, в качестве двух других детерминант авторы использовали финансовые показатели — инвестиции в телекоммуникации и выручку от телекоммуникаций. В [16] авторы подобрали десять переменных, имеющих отношение к ИКТ, при помощи факторного анализа они выделили две главные компоненты: ИКТ инфраструктура и распространение среди бизнеса и

домохозяйств (1 фактор) и электронное правительство и стоимость доступа в интернет (2 фактор). Позднее в [17] авторы делают попытку усовершенствования методики расчета индекса развития ИКТ (*ICT Development Index*), реализую кластерный анализ на основе 11 включенных в него индикаторов.

При подборе объясняющих переменных для определения детерминант цифрового неравенства в [5] изучается влияние четырех факторов: душевного дохода, доли городского населения, индекса конкурентности политики и вектора региональных дамми. Похьола в [7], помимо дохода, включает в состав детерминант относительную стоимость ИКТ оборудования, долю сельского хозяйства в ВВП, открытость экономики и метрики человеческого капитала. Биллон и соавторы в [2] также, помимо ВВП на душу населения, изучают вклад в информационное межстрановое неравенство следующих переменных: доля населения от 15 до 64 лет, добавленная стоимость услуг как процента от ВВП, доля суммарного экспорта и импорта товаров и услуг в ВВП и ряд других признаков. Некоторые авторы стараются выстроить классификацию показателей, подразделяя их на экономические, демографические или социальные, инфраструктурные и иные группы в зависимости от особенностей исследования [3, 4].

В российском научном сообществе тема информационного неравенства преимущественно разрабатывается политологами [18–20] и социологами [21–23]. К немногочисленным исследовательским работам, содержащим статистический анализ проблемы цифрового неравенства, принадлежит работа Волченко [24], где автор при помощи мультиномиальной бинарной логистической регрессии реализует поиск факторов цифрового разрыва среди различных групп населения РФ и прослеживает его трансформацию с 2011 г. по 2013 г. Построенная модель позволяет выявить классические детерминанты неравенства, среди которых доход респондентов, их возраст, образование и место проживания.

В [25] авторы с помощью метода главных компонент из десяти характеристик цифровизации и развития информационно-коммуникационных технологий формируют три интегральных показателя, свертываемых в единый индикатор для измерения цифрового неравенства в России. В [23] анализируются изменения показателя «проникновение услуг широкополосного доступа интернет для домохозяйств» в период с 2010 г. по 2013 г. через

Система показателей, используемых для построения индекса доступности ИКТ

	Характеристика	Единицы измерения
z1*	Телефонная плотность фиксированной связи	ед. на 100 чел. населения
z2*	Удельный вес телефонизированных населенных пунктов сельской местности в общем числе сельских населенных пунктов	%
z3*	Число абонентов подвижной радиотелефонной связи	ед. на 100 чел. населения
z4*	Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в интернет	ед. на 100 чел. населения
z5*	Число абонентов мобильного широкополосного доступа в интернет	ед. на 100 чел. населения
z6*	Доля домашних хозяйств, имеющих персональный компьютер	%
z7*	Доля домашних хозяйств, имеющих доступ в интернет	%
z8*	Удельный вес пользователей сети «Интернет» в общей численности населения	%

разности между его максимальным и минимальным уровнями. В результате совмещения портретов регионов делается вывод о качественных изменениях, произошедших в федеральных округах. Аналогичная методология применена к анализу проникновения услуг мобильного интернета в домохозяйства регионов в 2012 и 2013 гг. По обеим характеристикам обнаружено увеличение разрыва в обеспечении доступа для домохозяйств.

Таким образом, анализ литературы показывает пристальное внимание ученых различных стран мира к проблемам развития цифровых технологий и цифрового неравенства и в то же время демонстрирует потребность в дополнительных исследованиях, посвященных изучению развития цифровой экономики России, как в региональном разрезе, так и на уровне страны в целом.

Методика и методы исследования

Предлагаемая методика анализа развития процессов информатизации общества и цифровизации экономики в России и российских регионах включает три основных блока: 1) разработку индекса доступности ИКТ и субиндексов, отвечающих за доступность базовых ИКТ и доступность услуг проводной связи, 2) изучение региональной дифференциации регионов России по показателям доступности ИКТ, 3) исследование детерминант цифрового неравенства.

В первом блоке осуществляется построение двухкомпонентного индекса, улавливающего два измерения цифрового неравенства и базирующегося на широком спектре показателей, отвечающих за возможность беспрепятственной работы, самообразование и досуг, тип устройств и представляемых информационных услуг, доступ к фиксированным сетевым подключениям и др.

Показатели, используемые для построения индекса, приведены в таблице 1.

Методика разработки индекса доступности информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) основана на снижении размерности признакового пространства с помощью метода главных компонент [26, 27] и состоит из следующих этапов:

1. Унификация шкалы представления данных.

2. Построение субиндексов:

2.1. Расчет субиндекса № 1 «доступность базовых ИКТ».

2.2. Расчет субиндекса №2 «доступность услуг проводной связи».

3. Построение композитного индекса доступности ИКТ.

Значения обоих субиндексов и, как следствие, итогового индекса переводятся в шкалу от 0 до 100.

Преимуществом данного индекса по сравнению с существующими является возможность учета двух измерений цифрового неравенства — доступности к базовым ИКТ (мобильные телефоны, персональные компьютеры и интернет и др.) и доступности услуг проводной сети (фиксированного телефонного подключения и широкополосного стационарного интернета). Поэтому в дальнейшем индекс доступности ИКТ может быть использован для изучения региональных диспропорций в уровне развития цифровой экономики. Разности в уровнях данного индекса в различных регионах России позволяют получить оценки межрегионального цифрового неравенства. Отметим, что региональные диспропорции могут быть исследованы и с помощью двух разработанных субиндексов, которые используются для изучения величины цифрового неравенства в доступе к базовым ИКТ и услугам проводной сети.

При изучении региональной дифференциации регионов России по показателям доступности ИКТ во втором блоке методики проводится кластеризация регионов России по уровню развития цифровых технологий. Различия в

средних значениях переменных по кластерам используется для определения величины неравенства между группами регионов в разрезе проникновения той или иной технологии.

В третьем блоке решается задача выделения ключевых детерминант цифрового развития и информационного неравенства, путем воздействия на которые можно осуществлять корректировку величины индекса доступности ИКТ, а следовательно, и управлять основными параметрами цифрового неравенства. Моделирование осуществлялось раздельно для индекса доступности ИКТ и двух субиндексов, так как предполагалось, что на них могут оказывать влияние различные и иногда разнонаправленно действующие регрессоры. Выбор регрессии по панельным данным был обусловлен необходимостью учета при моделировании широкого круга ненаблюдаемых или не измеримых количественно индивидуальных характеристик субъектов РФ, среди которых такие как, например, географическое положение, политическая среда, культурные особенности и другие. Панельные данные, совмещая в себе временные и пространственные данные, предоставляют большее количество наблюдений, благодаря чему повышается эффективность и обеспечивается устранение возможного смещения оценок.

В разработанной методике предлагается использовать модель с фиксированными эффектами, так как важно подчеркнуть неизменные на рассматриваемом временном интервале специфические особенности субъектов РФ. При этом с помощью статистических тестов обосновывается возможность применения модели в каждом конкретном случае.

В качестве информационной базы исследования выступает сбалансированная трехмерная панель данных Росстата¹, включающая 81 субъект РФ (из набора исключены Ненецкий автономный округ и Республика Ингушетия в связи с отсутствием и невозможностью восстановления статистическими методами данных в зависимой или независимых переменных), обследованный за период с 2011 г. по 2015 г. по 13 показателям. Число наблюдений 81 региона за 5 лет определяет общий объем объединенной выборки, равный 405.

В качестве зависимой переменной использован индекс доступности ИКТ, полученный в первом блоке. Независимые переменные, ото-

бранные для анализа, разделены на четыре блока:

1. Демографические факторы.

x_1 — доля городского населения в общей численности населения, %. Чем выше процент населения, проживающего на урбанизированной территории, тем выше степень проникновения ИКТ в регионе, так как в городах налажена необходимая инфраструктура, заработные платы в среднем выше, чем в небольших населенных пунктах, поэтому у жителей появляется больше возможностей для приобретения и использования ИКТ;

x_2 — удельный вес женщин в населении, %. Данная переменная вводится для учета возможного гендерного неравенства в доступе к ИКТ;

x_3 — доля населения в возрасте 65 лет и старше, %. Предполагается, что чем выше доля пожилого населения, тем ниже уровень доступности ИКТ в субъекте РФ в силу недостаточной материальной обеспеченности группы людей в старших возрастах, их меньшего интереса к технологиям и в некоторых случаях в силу отсутствия требуемых для работы с ИКТ навыков.

2. Экономические факторы.

x_4 — валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб. на чел. Чем богаче субъект РФ, тем выше возможности его жителей для доступа к ИКТ в связи с более развитой телекоммуникационной инфраструктурой и более высоким уровнем жизни населения.

x_5 — доля расходов на покупку продуктов питания в структуре потребительских расходов домохозяйств, %. Чем выше эта доля, тем меньше возможности у населения по приобретению информационно-коммуникационных устройств и оплате ИКТ услуг.

x_6 — доля населения с денежными доходами ниже региональной величины прожиточного минимума в общей численности населения, %. Чем выше доля бедного населения в регионе, тем ниже величина уровня доступности ИКТ в регионе.

x_7 — коэффициент Джини, %. Большое расслоение населения снижает долю людей, которые могут позволить себе использование ИКТ на современном уровне.

x_8 — доля сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства в структуре валового регионального продукта, %. В преимущественно аграрных регионах ИКТ инфраструктура менее развита, чем в урбанизированных.

x_9 — доля добычи полезных ископаемых в структуре валового регионального продукта, %. Добывающие регионы, по аналогии с добы-

¹ Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru> (дата обращения: 08.09.2018).

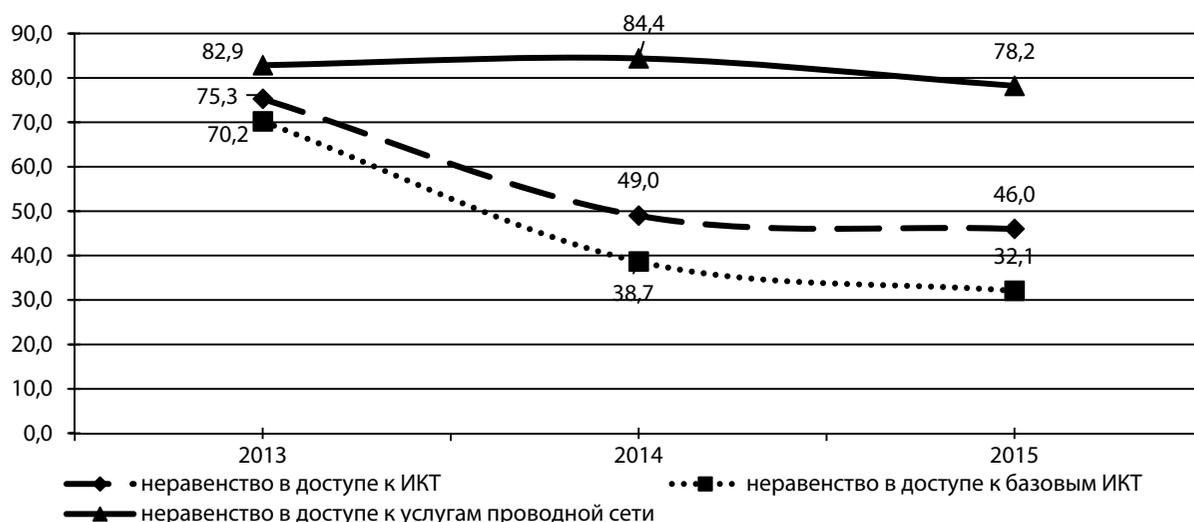


Рис. 1. Динамика величины цифрового неравенства в России, единиц

вающими странами, как правило, богаче, следовательно, уровень доступности ИКТ для населения в них должен быть выше.

3. Факторы человеческого капитала.

x_{10} — удельный вес обучающихся общеобразовательных учреждений, учреждений начального профессионального, среднего и высшего образования, %. Увеличение доли населения, вовлеченного в процесс обучения, должно положительно влиять на уровень проникновения ИКТ в регионах, так как для получения современного образования необходимы персональные компьютеры и интернет.

x_{11} — доля занятого населения в возрасте 25–64 лет, имеющего высшее образование, %. Большой процент населения с высшим образованием может быть положительно связан с уровнем доступности ИКТ в регионах, в связи с тем, что граждане данной категории более обеспечены и заинтересованы в разностороннем использовании ИКТ, особенно для профессиональной деятельности, самообразования, проведения досуга, и они в состоянии себе это позволить.

4. Тарифные факторы.

x_{12} — доля стоимости за 305 мин. предоставления мобильного соединения (разговора) в месяц от величины среднемесячной заработной платы, %. Чем выше стоимость услуг по отношению к доходу, тем меньшая доля населения может их себе позволить. Предполагается, что данный индикатор должен оказывать отрицательное влияние на индекс доступности ИКТ.

x_{13} — доля абонентской платы за доступ к сети «Интернет» от величины среднемесячной заработной платы, %. Ожидается отрицательная зависимость между отношением стои-

мости ИКТ услуг к доходу индивида и уровнем проникновения ИКТ в регионе.

Модели и полученные результаты

В первом блоке методики построения индекса доступности ИКТ для регионов России сформирована двухуровневая система сводных индикаторов, включающая индекс доступности ИКТ для регионов РФ и два субиндекса — субиндекс № 1 «доступность базовых ИКТ» и субиндекс № 2 «доступность услуг проводной связи». Полученные индикаторы легли в основу изучения динамики цифрового регионального неравенства в России за период с 2011 г. по 2015 г. (рис. 1).

Как видно на рисунке 1, неравенство в доступе к ИКТ в последние годы сокращается. Во многом это объясняется ростом значения индекса доступа к базовым ИКТ в ряде республик РФ. Значительное влияние на снижение цифрового неравенства оказывает рост пользователей сети «Интернет» в общей численности населения. Так, к 2015 г. разрыв между Федеральными округами сократился с 31,4 п. п. до 7,8 п. п. Северо-Кавказский ФО продемонстрировал рост аудитории пользователей интернета на 48,2 п. п.

Использование индекса позволило изучить вероятную пространственную зависимость в уровнях доступа к ИКТ по регионам РФ и выявить, что разрыв по технологиям проводной сети гораздо шире цифровой пропасти по базовым ИКТ. Также было зафиксировано снижение цифрового неравенства по абсолютным значениям.

Во втором блоке методики при проведении многокритериальной кластеризации субъектов РФ методом k -средних по показателям до-

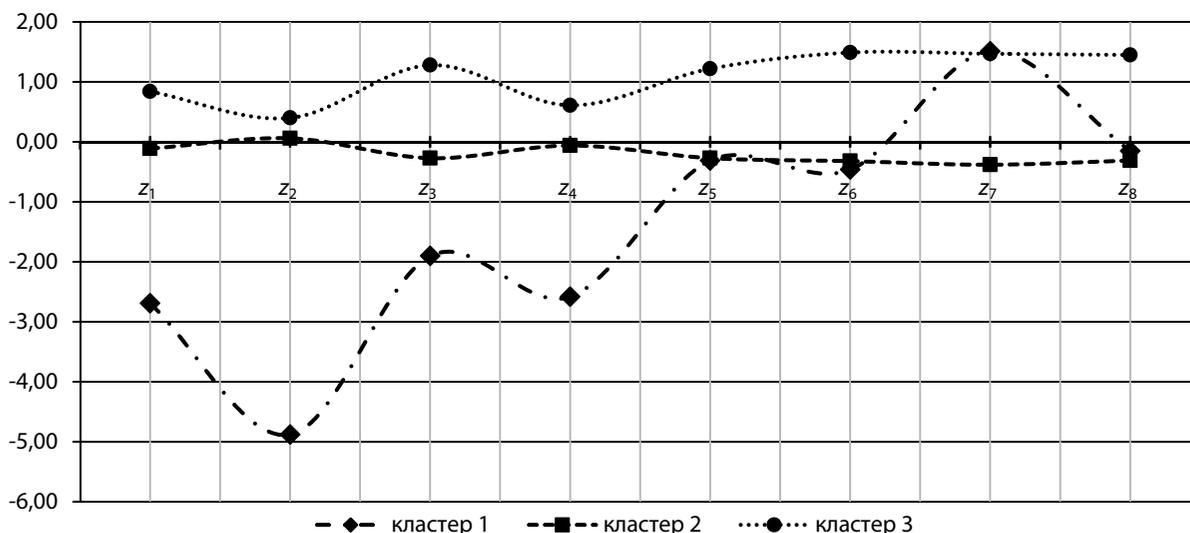


Рис. 2. Средние стандартизованные значения переменных в кластерах

стуга ИКТ использовались показатели z_j , представленные в таблице 1, но предварительно стандартизованные перед проведением анализа путем центрирования относительно среднего значения признака для всей анализируемой совокупности и деления центрированного значения на выборочное среднее квадратическое отклонение.

Использование иерархических процедур кластеризации и метода k -средних позволило сделать предположение о целесообразности разбиения совокупности регионов России на три кластера по уровню развития информационно-коммуникационных и цифровых технологий (рис. 2).

Состав кластеров представлен в таблице 2. Третий кластер составили 15 регионов России. Среди них республика Татарстан, Калининградская и Тюменская области, города Москва и Санкт-Петербург. Согласно величинам стандартизованных средних значений показателей, регионы третьего кластера отличаются наибольшей доступностью ИКТ для населения на общероссийском фоне и лидируют по всем восьми анализируемым показателям.

Худшие позиции наблюдаются у регионов первого кластера, который образуют только Республика Ингушетия и Чеченская Республика. Отметим, что если по показателям компьютеризации населения и подключения к сети «Интернет» эти регионы находятся примерно на одном уровне с регионами второго кластера, а показатель проникновения интернета в домохозяйства у них достигает уровня лидирующей группы, то по показателям телефонизации и связанного с ней фиксированного широкополосного доступа к сети «Интернет» они значительно уступают остальным регионам.

Таблица 2

Состав кластеров

№ кластера	Регионы
1	Республика Ингушетия, Чеченская Республика
2	Все остальные регионы из 83 рассматриваемых
3	Московская область, г. Москва, Республика Коми, Калининградская область, Ленинградская область, Мурманская область, г. Санкт-Петербург, Республика Татарстан, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Ямало-Ненецкий АО, Иркутская область, Камчатский край, Магаданская область, Чукотский автономный округ

Самый многочисленный второй кластер включает в свой состав 66 регионов. Они занимают средние для России позиции по уровню информатизации. При этом по показателям «удельный вес телефонизированных населенных пунктов сельской местности в общем числе сельских населенных пунктов» и «число абонентов фиксированного широкополосного доступа в интернет» они незначительно уступают регионам лидирующего кластера. Представителями кластера являются, например, Воронежская, Новгородская, Новосибирская, Самарская, Архангельская области.

В третьем блоке методики оценивались факторы, оказывающие статистически значимое влияние на развитие цифровых технологий в регионах России. Изучение факторов осуществляется отдельно для разработанного в первом блоке методики индекса доступа к ИКТ и двух субиндексов.

Модель индекса доступности ИКТ (1)

Проведенный на первом шаге методики корреляционный анализ признаков за период с 2011 г. по 2015 г. продемонстрировал сильную положительную связь между долей пожилого населения в регионе и долей женщин в населении ($>0,8$), между ВРП на душу населения и долей добычи полезных ископаемых в структуре ВРП ($>0,75$). Средняя отрицательная связь обнаружена между долей городского населения в регионе и долей сельского хозяйства в ВРП ($>0,65$). Полученные результаты привлекли внимание при построении модели с точки зрения возможного дублирования информации.

Оценивание параметров модели с фиксированными эффектами было произведено посредством оценивания методом наименьших квадратов исходного регрессионного уравнения, записанного в отклонениях от средних значений переменных во времени (табл. 3).

Правильность выбора модели с фиксированными эффектами подтверждается тестом Вальда, проверяющим нулевую гипотезу о равенстве нулю индивидуальных эффектов ($H_0: a_i = 0$), тестовая статистика равна $F(80,319) = 8,39$ (p -value = 0,000). Тест Хаусмана использовался для выбора между моделями с фиксированными и случайными эффектами, а также для проверки нулевой гипотезы о некоррелированности индивидуальных эффектов с объясняющими переменными ($H_0: corr(a_i, x_{it})$). Полученная тестовая статистика $\chi^2 = 27,25$ (p -value = 0,000) свидетельствует об отклонении нулевой гипотезы и, как следствие, о предпочтительности модели с фиксированными эффектами.

На следующем этапе построения модели решалась задача подбора модели с фиксированными эффектами в иной спецификации с изначально скорректированными стандартными ошибками с учетом возможной гетероскедастичности в остатках. Также значительное внимание было уделено подбору формы новых робастных стандартных ошибок [30].

Стандартные ошибки в форме Ньюки — Веста состоятельны в условиях гетероскедастичности, если выполняется предпосылка о независимости наблюдений. Кластеризованные стандартные ошибки (*cluster-robust standard errors*) сохраняют свойство состоятельности при наличии внутригрупповой корреляции в условиях отсутствия межгрупповой корреляции. Коэффициент при x_7 (коэффициент Джини) оказался незначимым (p -value = 0,119), что свидетельствовало о необходимости включения в модель другого набора регрессоров. В результате пересчета коэффициентов регрессии с расчетом стандартных ошибок в форме Дрисколла — Края окончательное уравнение регрессии индекса доступности ИКТ в субъектах РФ приняло следующий вид.

$$\hat{Y}_1 = 13,54 + 4,94 x_{5it} + 0,074 x_{4it} - 0,395 x_{5it} - 0,909 x_{12it} - 1,37 x_{13it}, \quad (1)$$

$$F = 196,65 \quad (p\text{-value} = 0,000), \quad R^2_{within} = 0,624.$$

Модель является значимой при $\alpha = 0,05$, значимы также все коэффициенты при объясняющих переменных. Модель объясняет 62,4 % внутригрупповой дисперсии, что выше $R^2_{within} = 0,53$ первоначально подобранной модели. Таким образом, определены ключевые переменные, оказывающие влияние на индекс доступности ИКТ в субъектах РФ. Более высокое отношение стоимости услуг мобильной связи и интернета в месяц по отношению к среднемесячной заработной плате негативно сказывается на величине индекса доступности, отрицательную связь с результирующим признаком имеет также доля расходов домохозяйств на продукты питания в общей структуре расходов. К нетипичным результатам относится тот факт, что доля населения в возрасте 65 лет и выше связана с индексом положительно. Объяснение может заключаться в том, что переменная выступает как прокси-переменная для определения качества жизни в регионе: больший процент пожилого населения, особенно в старших

Таблица 3

Оценки параметров модели индекса доступности ИКТ с фиксированными эффектами

Переменная	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	Значимость
x_4	0,128	0,023	5.47	0.000
x_5	-0,269	0,077	-3.48	0.001
x_7	-0,620	0,237	-2.62	0.009
x_{11}	0,590	0,106	5.59	0.000
x_{13}	-3,188	0,320	-9.96	0.000
константа	78,018	11,524	6.77	0.000

Таблица 4

Оценки параметров модели субиндекса доступа к услугам проводной сети (3)

Переменная	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	Значимость
x_1	0,410	0,192	2,14	0,033
x_3	0,659	0,190	-3,47	0,001
x_6	-0,202	0,055	-3,64	0,000
константа	39,813	12,887	3,09	0,002

возрастах, свидетельствует о благополучии региона, о качестве развития здравоохранения и успешном функционировании социально-экономических институтов.

Модель субиндекса доступа к базовым ИКТ (2)

При построении модели для субиндекса доступа к базовым ИКТ использовался аналогичный алгоритм, как и при построении модели (1). В результате пересчета коэффициентов регрессии в условиях скорректированных стандартных ошибок окончательное уравнение регрессии приняло следующий вид:

$$\hat{Y}_2 = 108,235 - 1,382 x_{7it} + 1,105 x_{11it} - 0,356 x_{5it} - 4,207 x_{13it} - 2,527 x_{12it}, \quad (2)$$

(16,264) (0,416) (0,168) (0,147) (0,580) (0,095)

$$F = 296,25 \quad (p\text{-value} = 0,000) \quad R^2_{within} = 0,54.$$

Знаки коэффициентов в данном случае совпадают с ожидаемыми. Отрицательно с субиндексом «доступность базовых ИКТ» связана доля расходов населения на продукты питания в общей структуре потребительских расходов, большой негативный эффект на зависимую переменную оказывают тарифные компоненты, причем плата за интернет по отношению к среднемесячной заработной плате оказывает большее воздействие на понятие «доступности базовых ИКТ», чем абонентские расходы на мобильную связь по отношению к среднемесячному доходу. Отрицательно на субиндекс влияет степень расслоения населения в регионе по доходам — коэффициент Джини. Доля занятого населения в возрасте 25–64 лет, имеющего высшее образование, оказывает положительное влияние на доступность наиболее востребованных на сегодняшний день информационно-коммуникационных технологий.

Модель субиндекса доступа к услугам проводной сети (3)

Динамика субиндекса «доступность услуг проводной сети» на внутрорегиональном уровне менее отчетливая, чем динамика субиндекса «доступность базовых услуг», при этом в большинстве регионов прослеживается ниспадающий тренд, проявившийся из-за сни-

жения числа аппаратов стационарной связи на 100 чел. населения. Несмотря на то, что фиксированная телефония постепенно теряет свою актуальность, уступая место подвижной связи, телефонные и оптоволоконные линии используются для обеспечения населения стационарным широкополосным доступом в интернет, который, напротив, укрепляет свои позиции. К тому же остаются населенные пункты, особенно в сельской местности, которые до сих пор не обеспечены фиксированной связью в достаточной мере. В связи с этим представляет интерес изучение факторов, оказывающих влияние на субиндекс «доступности услуг подвижной связи».

В соответствии с методологией, выработанной на предыдущих этапах исследования, в качестве исходной спецификации была выбрана модель с фиксированными эффектами. Пошаговое исключение переменных привело к модели с тремя регрессорами (табл. 4).

Согласно построенной модели, доля городского населения положительно связана с показателем доступности услуг проводной сети. Данный результат может быть объяснен тем, что в городской местности сложилась необходимая инфраструктура, и за счет высокой плотности населения достигается положительный эффект масштаба. Процент населения с доходами ниже установленного в регионе прожиточного населения оказывает отрицательное влияние на доступ к проводным сетям, что также логично, ведь абоненту требуется оплачивать ежемесячный счет за предоставление услуг, которые нельзя отнести к услугам первой необходимости. Знак, с которым в модель вошла доля пожилого населения, как и в первой модели, положительный, что подтверждает важность цифровых технологий и для этой категории респондентов.

Заключение

В результате исследования были получены ответы на основные исследовательские вопросы, поставленные перед проведением исследования. Так, было подтверждено, что высокое отношение стоимости услуг мобильной связи и интернета в месяц по отношению к

среднемесячной заработной плате негативно и статистически значимо сказывается на величине индекса доступности. Негативное влияние на доступность ИКТ оказывает увеличение расходов домохозяйств на продукты питания в общей структуре расходов. Ожидаемую положительную, однако, слабую связь с индексом доступности ИКТ демонстрирует ВРП на душу населения. К нетипичным результатам относится тот факт, что доля населения в возрасте 65 лет и выше активно использует цифровые технологии, о чем свидетельствует положительная связь показателя «доля населения в возрасте 65 лет и старше, % (old)» с индексом доступности ИКТ, что может быть объяснено ролью данного фактора как прокси-переменной для успешности функционирования социально-экономических институтов региона. Подтвердилась гипотеза о превалирующем воздействии экономических параметров на цифровое неравенство, так как переменные из этой категории включены во все три построенные модели.

Использование предложенного инструментария позволило изучить структуру российских регионов по уровню развития цифровых технологий, выявить лидирующие регионы, являющиеся своеобразными точками роста цифровой экономики, а также регионы России, развитие которых нуждается в определенных мерах поддержки со стороны региональных и федеральных властей для сглаживания регионального цифрового неравенства. Изучение характеристик лидирующих 15 регионов, успешного опыта на уровне федераль-

ных и региональных политик позволит перенести данный опыт на другие регионы с целью их информационного развития и устранения цифрового неравенства.

В результате исследования удалось разработать и апробировать на реальных статистических данных индекс доступности ИКТ. Преимуществом данного индекса по сравнению с существующими является возможность учета двух детерминант цифрового неравенства — доступности к базовым ИКТ (мобильные телефоны, персональные компьютеры и интернет и др.) и доступности услуг проводной сети (фиксированное телефонное подключение и широкополосный стационарный интернет). Использование данного индекса позволило получить результаты, демонстрирующие вероятную пространственную зависимость в уровнях доступа к ИКТ по регионам РФ и выявить, что разрыв по технологиям проводной сети гораздо шире цифровой пропасти по базовым ИКТ. Также было зафиксировано снижение цифрового неравенства по абсолютным значениям.

Применение методов регрессионного анализа по панельным данным в сочетании процедурами кластерного анализа позволило выделить общие и специфические факторы, оказывающие влияние на процессы развития цифровых технологий в регионах России, управляющее воздействие на которые обеспечивает возможность корректировки величины индекса доступности ИКТ, а следовательно, и основных параметров цифрового неравенства.

Благодарность

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ №18-010-00564 «Современные тенденции и социально-экономические последствия развития цифровых технологий в России».

Список источников

1. *Romer P. M.* Endogenous Technological Change // *The Journal of Political Economy*. — 1990. — Vol. 98, № 5. — Part 2. — Pp. 71–102.
2. *Billon M., Marco R., Lera-Lopez F.* Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the cross-country digital divide // *Telecommunications Policy*. — 2009. — № 33 (10–11). — Pp. 596–610.
3. *Bagchi K.* Factors contributing to Global Digital Divide: Some empirical results // *Journal of Global Information Technology Management*. — 2005. — № 8 (3). — Pp. 47–65. — <http://dx.doi.org/10.1080/1097198X.2005.10856402>.
4. *Chinn M. D., Fairlie R. W.* The Determinants of the Global Digital Divide: A Cross-Country Analysis of Computer and Internet Penetration // *Oxford Economic Papers. New Series*. — 2007. — Vol. 59, № 1. — P. 16–44. — <https://doi.org/10.1093/oepl/gpl024>.
5. *Dasgupta S., Lall S., Wheeler D.* Policy Reform, Economic Growth and the Digital Divide: An Econometric Analysis // *Policy Research Working Paper №2567*. — Washington: The World Bank Development Research Group Infrastructure and Environment, 2001. — 24 p.
6. *Emrouznejad A., Cabanda E., Gholami R.* An alternative measure of the ICT-Opportunity Index // *Information & Management*. — 2010. — №47 (4). — P. 246–254. — DOI: 10.1016/j.im.2010.04.002.
7. *Pohjola M.* The adoption and diffusion of ICT across countries: Patterns and determinants // *The New Economy Handbook*. — San Diego: Academic Press, 2003. — P. 77–100.

8. Caselli F., Coleman I. Cross-country technology diffusion: The case of computers // American Economic Review. 2001. — №91(2). — P. 328–335.
9. Doong S. H., Ho S.-C. The impact of ICT development on the global digital divide // Electronic Research Commerce and Applications. — 2012. — № 11. — P. 518–533.
10. Huang C.-Y., Chen H.-N. Global Digital Divide: A Dynamic Analysis Based on the Bass Model // Journal of Public Policy & Marketing. — 2010. — Vol. 29 (2). — P. 248–264.
11. Cerno L., Amaral T. P. Demand for Internet access and use in Spain. // Governance of Communication Networks. — Hidelberg: Physica-Verlag. — 2006. — P. 333–353.
12. Dudek H. Determinants of access to the internet in households –Probit model analysis // Studies & Proceedings Polish Association for Knowledge Management. — 2007. — № 11 — P. 51–56.
13. Çilan Ç. A., Özdemir M. Measuring domestic digital divide by using latent class analysis: A case study of Turkey // Istanbul University Journal of the School of Business. — 2013. — №42(2). — P. 219–234.
14. Nishijima M., Ivanauskas T. M., Sarti F. M. Evolution and determinants of digital divide in Brazil (2005–2013) // Telecommunications Policy. — 2016. — Vol. 41. — P 12–24. — <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.10.004>.
15. Loo B. P. Y., Ngan Y. L. Developing mobile telecommunications to narrow digital divide in developing countries? Some lessons from China. // Telecommunications Policy. — 2012. — Vol. 36. — P. 888–900. — <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.07.015>.
16. Vicente Cuervo M. R., Lopez Menéndez A. J. A multivariate framework for the analysis of the digital divide: Evidence for the European Union-15 // Information & Management. — 2006. — №43(6) — P. 756–766. — <https://doi.org/10.1016/j.im.2006.05.001>.
17. Ayanso A., Cho D., Lertwachara K. Information and communications technology development and the digital divide: A global and regional assessment // Information Technology for Development. — 2014. — № 20. — P. 60–77. — <https://doi.org/10.1080/02681102.2013.797378>.
18. Быков И. А., Халл Т. Э. Цифровое неравенство и политические предпочтения интернет-пользователей в России // Полис. — 2011. — №5. — С. 151–163.
19. Миночкин А. Л. Информационное неравенство в современной политической системе. Природа и сущность // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. — 2013. — №3. — С. 142–146.
20. Расулов З. А. Информационное неравенство регионов Российской Федерации и информационная политика (как факторы формирования информационного общества) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. — 2013. — № 2 (26). — С. 42–49.
21. Дронов В. Н., Махрова О. Н. Цифровое неравенство Рязанской области. — СПб.: Санкт-Петербургский университет управления и экономики, 2015. — 148 с.
22. Коротков А. В. Цифровое неравенство в процессах стратификации информационного общества // Информационное общество. — 2003. — Вып. 5. — С. 24–35.
23. Кузнецов Ю. А., Маркова С. Е. Некоторые аспекты количественной оценки уровня цифрового неравенства регионов Российской Федерации // Методы анализа. — 2014. — №32(383). — С. 2–12.
24. Волченко О. В. Динамика цифрового неравенства в России // Мониторинг общественного мнения. Экономические и социальные перемены. — 2016. — №5. — С. 163–182. — DOI: 10.14515/monitoring.2016.5.10.
25. Архипова М. Ю., Сиротин В. П., Сухарева Н. А. Разработка композитного индикатора для измерения величины и динамики цифрового неравенства в России // Вопросы статистики. — 2018. — №5. — С. 75–87.
26. Айвазян С. А., Степанов В. С., Козлова М. И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики. На примере Самарской области и ее муниципальных образований // Прикладная эконометрика. — 2006. — №2. — С. 18–84.
27. Анализ данных: учебник для академического бакалавриата / Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А., Миронкина Ю. Н., Сиротин В. П. — М.: Юрайт. — 2018. — 490 с.

Информация об авторах

Архипова Марина Юрьевна — доктор экономических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; Scopus Author ID: 57191839300; ORCID: 0000-0002-9022-7385 (Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20; e-mail: marhipova@hse.ru).

Сиротин Вячеслав Павлович — кандидат технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; Scopus Author ID: 57191847058; ORCID: 0000-0001-7783-8790 (Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20; 101000; e-mail: vsirotin@hse.ru).

For citation: Arkhipova, M. Yu. & Sirotin, V. P. (2019). Development of digital technologies in Russia: regional aspects. *Ekonomika regiona* [Economy of region], 15(3), 670-683

M. Yu. Arkhipova, V. P. Sirotin

National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russian Federation; e-mail: vsirotin@hse.ru)

Development of digital technologies in Russia: regional aspects

The modern economy is on the way to a new technological order based on knowledge-intensive industries relying on digital technologies. This transition's possible effects are yet to be sufficiently studied as they require thorough analysis and the use of the appropriate tools. Moreover, it is necessary to develop new indicators considering the specificity of the economy's digitalization. The article presents a methodology for studying the phenomena of the digital economy and digital divide in Russian regions. Using the methodology, we developed new indicators, approaches and techniques for studying the changes at different levels of hierarchy and the effects of their impact. In the first block we established a composite indicator for studying regional imbalances in the development of digital economy. This indicator has several advantages as it takes into account the availability of the basic information and communication technologies and wired network services. In the second block we introduced the method of classifying the Russian regions by the level of digital technologies development. Differences in the mean values of variables across clusters allow determining the magnitude of the inequality in the technology's dissemination between the groups of regions. In the third block we identified the key determinants of digital development and information inequality based on the panel data regression models. We built separate models for the information and communication technology accessibility index and its two sub-indices, assuming they were influenced by different and divergent factors. Defining the effective institutional mechanisms for digital development will determine the direction for boosting the competitiveness of the Russian regions and engage additional sources of economic growth. Furthermore, it will help increasing innovation activity and reducing the digital divide.

Keywords: digital economy, digital technologies, digital divide, regional development, integrated indicator, multivariate analysis, panel data models, regional development, clustering, innovations

Acknowledgements

The article has been prepared with the support of the grant of Russian Foundation for Basic Research №18-010-00564 "Modern Tendencies and Social and Economic Consequences of the Digital Technologies Development in Russia".

References

1. Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), Part 2, 71–102.
2. Billon, M., Marco, R. & Lera-Lopez, F. (2009). Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the cross-country digital divide. *Telecommunications Policy*, 33(10–11), 596–610.
3. Bagchi, K. (2005). Factors contributing to Global Digital Divide: Some empirical results. *Journal of Global Information Technology Management*, 8(3), 47–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/1097198X.2005.10856402>.
4. Chinn, M. D. & Fairlie, R. W. (2007). The Determinants of the Global Digital Divide: A Cross-Country Analysis of Computer and Internet Penetration. *Oxford Economic Papers. New Series*, 59(1), 16–44. DOI: <https://doi.org/10.1093/oepl024>.
5. Dasgupta, S., Lall, S. & Wheeler, D. (2001). Policy Reform, Economic Growth and the Digital Divide: An Econometric Analysis. *Policy Research Working Paper №2567*. Washington: The World Bank Development Research Group Infrastructure and Environment, 24.
6. Emrouznejad, A., Cabanda, E. & Gholami, R. (2010). An alternative measure of the ICT-Opportunity Index. *Information & Management*, 47(4), 246–254. DOI: 10.1016/j.im.2010.04.002
7. Pohjola, M. (2003). The adoption and diffusion of ICT across countries: Patterns and determinants. In: D. C. Jones (Ed.), *The New Economy Handbook* (pp. 77–100). San Diego: Academic Press.
8. Caselli, F. & Coleman, I. (2001). Cross-country technology diffusion: The case of computers. *American Economic Review*, 91(2), 328–335.
9. Doong, S. H. & Ho, S.-C. (2012). The impact of ICT development on the global digital divide. *Electronic Research Commerce and Applications*, 11, 518–533.
10. Huang, C.-Y. & Chen, H.-N. (2010). Global Digital Divide: A Dynamic Analysis Based on the Bass Model. *Journal of Public Policy & Marketing*, 29(2), 248–264.
11. Cerno, L. & Amaral, T. P. (2006). Demand for Internet access and use in Spain. In: B. Preissl, J. Müller (Eds.), *Governance of Communication Networks* (pp. 333–353). Heidelberg: Physica-Verlag.
12. Dudek, H. (2007). Determinants of access to the internet in households — Probit model analysis. *Polish Association for Knowledge Management. Series Studies & Proceedings*, 11, 51–56.
13. Çılan, Ç. A. & Özdemir, M. (2013). Measuring domestic digital divide by using latent class analysis: A case study of Turkey. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 42(2), 219–234.
14. Nishijima, M., Ivanaskas, T. M. & Sarti, F. M. (2016). Evolution and determinants of digital divide in Brazil (2005–2013). *Telecommunications Policy*, 41, 12–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.10.004>.
15. Loo, B. P. Y. & Ngan, Y. L. (2012). Developing mobile telecommunications to narrow digital divide in developing countries? Some lessons from China. *Telecommunications Policy*, 36, 888–900. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.07.015>.

16. Vicente Cuervo, M. R. & Lopez Menéndez, A. J. (2006). A multivariate framework for the analysis of the digital divide: Evidence for the European Union-15. *Information & Management*, 43(6), 756–766. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2006.05.001>.
17. Ayanso, A., Cho, D. & Lertwachara, K. (2014). Information and communications technology development and the digital divide: A global and regional assessment. *Information Technology for Development*, 20, 60–77. DOI; <https://doi.org/10.1080/02681102.2013.797378>.
18. Bykov, I. A. & Hall, T. E. (2011). Tsifrovoye neravenstvo i politicheskie predpochteniya Internet-polzovateley v Rossii [Digital Divide and the Internet-users political preferences in Russia]. *Polis*, 5, 151–163. (In Russ.)
19. Minochkin, A. L. (2013). Informatsionnoe neravenstvo v sovremennoy politicheskoy sisteme: priroda i suschnost [Digital divide in the modern political system: the nature and essence] *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsialno-ekonomicheskogo universiteta [Vestnik of Saratov State Socio-Economic University]*, 3, 142–146. (In Russ.)
20. Rasulov, Z. A. (2013). Informatsionnoe neravenstvo regionov Rossiyskoy Federatsii i informatsionnaya politika (kak factory formirovaniya informatsionnogo obshchestva) [Information Inequality of the Regions of the Russian Federation and Information Policy (as Factors of Information Society formation)]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennye nauki [University proceedings. Volga region. Social sciences]*, 2(26), 42–49. (In Russ.)
21. Dronov, V. N. & Makhrova, O. N. (2015). *Tsifrovoye neravenstvo Ryazanskoy oblasti [Digital Divide of Ryazan Region]*. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg University of Management and Economics, 148. (In Russ.)
22. Korotkov, A. V. (2003). Tsifrovoye neravenstvo v protsessakh stratifikatsii informatsionnogo obshchestva [Digital Divide in the Stratification Processes of Information Society]. *Informatsionnoe obshchestvo [Information Society]*, 5, 24–35. (In Russ.)
23. Kuznetsov, Yu. A. & Markova, S. E. (2014). Nekotorye aspekty kolichestvennoy otsenki urovnya tsifrovogo neravenstva regionov Rossiyskoy Federatsii [Some aspects of digital inequality rating of the RF regions]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika [Economic analysis: theory and practice]*, 32(383), 2–12. (In Russ.)
24. Volchenko, O. V. (2016). Dinamika tsifrovogo neravenstva v Rossii [Dynamics of the digital inequality in Russia]. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny [Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes Journal]*, 5, 163–182. DOI: 10.14515/monitoring.2016.5.10. (In Russ.)
25. Arkhipova, M. Yu., Sirotnin, V. P. & Sukhareva, N. A. (2018). Razrabotka kompozitnogo indikatora dlya izmereniya velichiny i dinamiki tsifrovogo neravenstva v Rossii [Development of a Composite Indicator for Measuring of the Value and Dynamics of Digital Inequality in Russia]. *Voprosy statistiki*, 5, 75–87. (In Russ.)
26. Aivazian, S. A., Stepanov, V. S. & Kozlova, M. I. (2006). Izmerenie sinteticheskikh kategoriy kachestva zhizni naseleeniya regiona i vyyavlenie kluchevykh napravleniy sovershenstvovaniya sotsialno-ekonomicheskoy politiki (na primere Samarskoy oblasti i ee munitsipalnykh obrazovaniy) [Measuring the synthetic categories of quality of life in a region and identification of main trends to improve the social and economic policy (Samara Region and its constituent territories)]. *Prikladnaya Ekonometrika [Applied Econometrics]*, 2, 18–84. (In Russ.)
27. Mkhitarian, V.S., Arkhipova, M. Yu., Dubrova, T. A., Mironkina, Yu. N. & Sirotnin, V. P. (2018). *Analiz Danykh [Data Analysis]*. Moscow: Urait, 490. (In Russ.)

Authors

Marina Yuryevna Arkhipova — Doctor of Economics, Professor, National Research University Higher School of Economics; Scopus Author ID: 57191839300; ORCID: 0000-0002-9022-7385 (20, Myasnitskaya St., Moscow, 101000 Russian Federation; e-mail: marhipova@hse.ru).

Vyacheslav Pavlovich Sirotnin — PhD in Engineering, Professor, National Research University Higher School of Economics; Scopus Author ID: 57191847058; ORCID: 0000-0001-7783-8790 (20, Myasnitskaya St., 101000, Moscow, Russian Federation; e-mail: vsirotnin@hse.ru).