

## **Разработка композитного индикатора для измерения величины и динамики цифрового неравенства в России**

**Марина Юрьевна Архипова,  
Вячеслав Павлович Сиротин,  
Надежда Алексеевна Сухарева**

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
г. Москва, Россия

*Авторами предпринята попытка обосновать методологию построения композитного индикатора для измерения величины и динамических характеристик цифрового неравенства в России. Во введении аргументируется положение, в соответствии с которым трендом современного развития ведущих стран мира стал курс на формирование цифровой экономики и развитие социально-экономических отношений на основе цифровых взаимодействий. В этой связи подчеркивается актуальность принятия «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» и программы «Цифровая экономика Российской Федерации», так как в условиях достаточно заметной социально-экономической дифференциации существует риск возникновения эффекта «цифрового разрыва» российских регионов, что создаст дополнительные трудности для их развития.*

*После краткого исторического экскурса по этапам научно-технологического развития последних десятилетий, связанного с цифровой экономикой, и отражения этого процесса в научно-профессиональной литературе и государственных программах ряда стран рассматривается вопрос об особенностях эволюции и трудностях реализации в России таких программ, как например, Общегосударственная программа информатизации общества. Предложенный Институтом развития информационного общества сводный Индекс готовности регионов России к информационному обществу обладает рядом недостатков, что препятствует его непосредственному использованию для оценки цифрового неравенства и сопоставления регионов России по уровню информатизации в динамике. В статье рассмотрена возможность реализации авторской идеи о модернизированном сводном индикаторе, который способен не только измерить развитие информационного общества и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в целом, но и цифровое межрегиональное неравенство, когда учитываются возможности населения регионов к использованию ИКТ с учетом технологических факторов.*

**Ключевые слова:** информационное общество, цифровое неравенство, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), индекс доступности к ИКТ, метод главных компонент.

**JEL:** C43, O33.

**Для цитирования:** Архипова М.Ю., Сиротин В.П., Сухарева Н.А. Разработка композитного индикатора для измерения величины и динамики цифрового неравенства в России. Вопросы статистики. 2018;25(4):75-87.

## **Development of a Composite Indicator for Measuring the Value and Dynamics of Digital Inequality in Russia**

**Marina Yu. Arkhipova  
Vyacheslav P. Sirotnin  
Nadezhda A. Sukhareva**

National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

*The authors attempted to establish methodology for constructing composite indicator to estimate the value and dynamic characteristics of the digital inequality. The trend of the modern development of the countries all over world is the course on the formation of the digital economy*

and the development of socio-economic relations based on digital interactions. In this regard the adoption of the «Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030» and the program «Digital Economy of the Russian Federation» proves to be relevant. The more so in the context of quite a noticeable socio-economic differentiation, there is a risk of the «digital divide» effect of the Russian regions, which will create additional difficulties for their development.

After a brief historical overview of science and technology development stages (related to the digital economy) of the last decade and the reflection of this process in the scientific and professional literature and state programs of a number of countries, the authors review evolutionary aspects and challenges associated with implementation of programs such as the Nationwide program for informatization of society in Russia. The consolidated index of readiness of Russian regions to the information society, proposed by the Institute for the Development of the Information Society, has a number of shortcomings, which hinders its direct use for assessing digital inequality and comparing the regions of Russia according to the level of informatization in dynamics. The article examines the possibility of implementing the author's idea of the improved integral indicator that would allow studying not only the development of the information society and Information and communication technologies (ICT) as a whole but also the interregional digital divide. The development of the new index considered the possibility of reflecting the degree of access of the population to ICT in the regions, taking into account technological factors.

**Keywords:** information society, digital divide, information and communication technologies (ICT), index of ICT access, principal component analysis.

**JEL:** C43, O33.

**For citation:** Arkhipova M.Yu., Sirotin V.P., Sukhareva N.A. Development of a Composite Indicator for Measuring the Value and Dynamics of Digital Inequality in Russia. *Voprosy statistiki*. 2018;25(4):75-87. (In Russ)

## 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 [1]. Вместе с тем появляются и новые вызовы и угрозы развитию общества. Меняется привычная среда жизнедеятельности людей, происходит трансформация рынка труда, меняются социальные отношения. Информация становится не просто средством производства, но и оказывает влияние на мировоззрение людей, становится мощным инструментом политического воздействия.

Развитие цифровой экономики в свою очередь требует технологической модернизации и совершенствования социальной структуры общества: создания развитой инфраструктуры, технологий и платформ, обеспечивающих получение, обработку и хранение больших объемов информации; подготовки квалифицированных кадров; предоставления доступа к источникам информации для всех граждан при соблюдении законных интересов владельцев данных.

Согласно принятым к 2017 г. документам долгосрочного планирования, к которым относятся «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» (от

09.05.2017), а также программа «Цифровая экономика Российской Федерации», предусмотрены меры, направленные на стимулирование развития информационных и коммуникационных технологий и их использование в различных секторах экономики. Это свидетельствует об особом внимании к развитию цифровой экономики, а также потребности в адекватной оценке социально-экономических изменений, связанных с реализацией данных программ. Происходящие в обществе изменения в процессе перехода к цифровой экономике пока еще недостаточно изучены и требуют разработки и использования как новых показателей, позволяющих изучать современные процессы цифровой экономики, так и новых подходов и методик по изучению происходящих изменений на различных уровнях иерархии и эффектов от их воздействия на социальную среду.

## Основные этапы становления информационного общества

Зарождение термина «информационное общество» произошло в Японии в 1960-е годы. В основу легло определение, данное в первой книге по указанной тематике Ю. Хаяши в 1969 г. «Информационное общество: от жесткого общества к мягкому» [2]. В 1983 г. Й. Масуда выпустил «Информационное общество как постиндустриальное общество» [3] – книгу, сразу же переведенную на английский язык и получившую широкую огласку в англоговорящем сообществе. С 1969 г.

создание «информационного общества» стало государственным приоритетом Японии. Основы существующей в те годы концепции заложены, например, в отчете «Японское информационное общество: темы и видение» (1969) или «Информационное общество и человеческая жизнь» (1983), разработанных консультационными советами при Агентстве экономического планирования, или с «Политикой по содействию информатизации японского общества» (1969) Совета по структуре промышленности (Morris-Suzuki, 2013). «Информационное общество» для Японии 1960-1980 гг. – это общество, прогрессирующее от всеобъемлющей компьютеризации, проявляющейся в финансовом секторе, коммерции, автоматизации производства, смещении акцента на высокотехнологичную промышленность; это общество, обладающее доступом к достоверной и быстро передающейся информации.

В США первое упоминание «информационного общества» датируется 1970 г.; ранее в качестве близких по смыслу концепций выступали понятия «постиндустриальное общество» и «революция белых воротничков», обсуждались механизмы производства и распространения знаний [4]. В 1973 г. была опубликована книга Д. Белла «Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования», где автор приводит основные черты наступающего (на тот момент) будущего для достаточно развитых индустриальных обществ [5]. Позже автор подчеркивал, что «информационное общество» является этапом, признаком «постиндустриального общества», которое обладает следующими чертами: доля сектора услуг в ВВП превышает долю промышленных товаров, наблюдается ведущая роль и количественный перевес представителей профессионального и технического класса, образование и квалификация обеспечивают положение индивида, теоретическое знание становится источником инноваций, а движущей силой экономики – создание интеллектуальных технологий, наступает «экономика информации», развивается цифровая инфраструктура.

Началом новой технологической революции, так называемой «третьей волны» [6], наступившей вслед за сельскохозяйственной и промышленной, считают 1970-е годы, когда произошло изобре-

тение и дальнейшее распространение в коммерческих и гражданских целях микропроцессора, микрокомпьютера, оптоволоконных сетей. В 1980-е годы Бюро цензов США начало собирать статистику о количестве пользователей компьютеров, появился первый мобильный телефон, был разработан проект Всемирной паутины (WWW). Этот период можно считать временем запуска информационно-коммуникационной эры, новой мировой формации, в которой информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) отведена определяющая роль.

В 1991 г. в США вышел Закон А. Гора о высокопроизводительных компьютерных системах (HPSA), в рамках реализации которого Конгресс направил 600 млн долларов на развитие Национальной информационной инфраструктуры (НИИ) – телекоммуникационной политики, и финансирование Национальной исследовательской и образовательной сети (NREN), благодаря чему стало возможным появление многих технологических разработок, из которых переломным считается изобретение браузера NCSA Mosaic.

Европейские страны на тот момент уже отставали от США и Японии. В 1994 г. в своем докладе М. Бангеманн «Европа и глобальное информационное общество» выделил 10 тесно связанных с ИКТ областей (дистанционная работа, дистанционное обучение, сети для университетов и исследовательских центров, телеметрические услуги для малых и средних предприятий, управление дорожным движением, управление воздушным сообщением, сети здравоохранения, электронные торги, административные сети и городские информационные магистрали)<sup>1</sup>. В этих направлениях странам ЕС следовало укрепить свои позиции для конкурентоспособности на мировой арене. В результате в 1994 г. был запущен «План действий» – политика по информатизации европейского общества, а в 2000 г. – его обновленная версия [7]. Примерами национального понимания концепции становится программа информатизации во Франции (1994), «Датское информационное общество 2000» (1994), «Инициатива информационного общества Великобритании» (1996), «Инфо2000: немецкий путь к информационному обществу» (1996) и другие, например, [8].

<sup>1</sup> Report on Europe and Global Information Society, Bulletin of the European Union [http://aei.pitt.edu/1199/1/info\_society\_bangeman\_report.pdf]

Азиатский мир также был включен в действие. Выпущена стратегия Сингапура «Умный остров» (1993), «Малазийское видение 2020» (1991), европейский «План действий» стал катализатором создания Тайваньской программы «Национальное информационное общество 2005» (1994) и Южно-Корейского «Национального информационного общества 2003»; инициативы были подхвачены Филиппинами, Вьетнамом, Китаем и Японией [5]. В 1995 г. прошла конференция на уровне министров «Большой семерки» по вопросам информационного общества, где партнеры договорились занять ведущую позицию в развитии глобального информационного общества, наладить кооперацию в рамках соответствующих международных организаций, обрисовали контуры 11 совместных пилотных проектов.

В 1996 г. в ЮАР состоялась конференция «Информационное общество и развитие» (ISAD), в которой приняли участие более 40 стран и 20-ти международных организаций. Центром обсуждения стала возможность всех стран, в том числе развивающихся и в переходной экономике, стать активными участниками Глобального информационного общества.

В 1998 г. к группе G7 присоединилась Российская Федерация, все предшествующие инициативы в направлении информатизации отныне распространялись на РФ - нового члена «Большой Восьмерки».

В 2003 г. состоялась первая часть Всемирной встречи на высшем уровне по вопросам информационного общества (WSIS) в г. Женеве, целью которой была разработка конкретных шагов для создания основ всеобщего информационного общества. В 2005 г. была проведена вторая часть саммита в Тунисе, где обсуждались механизмы приведения разработанного ранее плана в действие, финансирования и дальнейшего внедрения документов, принятых на обоих съездах. Инициатором мероприятия стал Международный союз электросвязи (ITU), а организатором - Организация Объединенных Наций. Проблема информатизации и цифрового неравенства впервые была вынесена на обсуждение глав государств - членов ООН. Следует отметить, что на сегодняшний день WSIS-форум является крупнейшим ежегодным собранием сообщества «для развития ИКТ».

В России Общегосударственная программа информатизации общества появилась раньше, чем

в большинстве европейских стран; ее разработка была закончена в 1990 г. и составлена с привлечением научно-технической общественности для учета интересов всех заинтересованных сторон. Однако ее реализация не состоялась, и в 1992 г. была разработана, а в 1993 г. одобрена новая Федеральная целевая программа «Информатизация России». В 1998 г. был учрежден Институт развития информационного общества, при поддержке которого началась информатизация регионов. В начале 2000-х годов создаются Центр развития информационного общества, Национальная ассоциация участников электронной торговли, ОАО «Российский инвестиционный фонд информационно-коммуникационных технологий», Национальная ассоциация инноваций и развития информационных технологий, сыгравшие серьезную роль в построении информационного общества в РФ. Первой по-настоящему реализуемой инициативой стала Федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002-2010 годы)», содержание которой ежегодно корректировалось. В 2006 г. появилась «Концепция региональной информатизации до 2010 года»; вслед за ней вышла и программа развития ИКТ в субъектах, что свидетельствует о достаточном внимании к наблюдаемому цифровому неравенству регионов. В 2008 г. был принят знаковый документ «Стратегия развития информационного общества в РФ» с указанием целевых показателей, которые должны были быть достигнуты к 2015 г.; большинство из них выполнены не были [9]. Стратегия стала базой для утверждения Федеральной целевой программы «Информационное общество (2011-2020 годы)». В каждом из официальных документов подчеркивается необходимость обеспечения доступности ИКТ для населения страны и регионов, что подразумевает учет существующего цифрового разрыва в этих измерениях. В 2017 г. была утверждена «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» и Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [10]. Согласно Стратегии, цифровая экономика - это инновационная экономика, экономика знаний, построенная на информационно-коммуникационных технологиях. Основным фактором производства выступают большие данные (Big Data), высокоскоростная обработка и применение которых повышает производительность различных видов деятельности, увеличивает ее эффективность и



качество<sup>2</sup>. Она подразумевает исправное функционирование электронного бизнеса и коммерции, электронного правительства и здравоохранения, развитие которых уже заложено на первых этапах развития информационного общества. Цифровая экономика ведет к изменению бизнес-моделей, цифровизации предприятий, товаров и услуг. Ее отличает использование высокотехнологичных решений в производстве, создание биотехнологий, введение в повседневную жизнь финансовых технологий (fin-tech), глобальных аналитических систем, индустриального Интернета, криптовалют, «умных» городов и других инноваций, характерных для Индустрии 4.0, так называемой Четвертой промышленной революции.

### Методика построения Индекса доступности к ИКТ

Для мониторинга степени распространения и характеристик использования ИКТ в субъектах Российской Федерации в 2005 г. Институтом развития информационного общества был разработан сводный Индекс готовности регионов России к информационному обществу. Показатели, входящие в индекс, разделены на два смысловых блока. В первом помещены основополагающие детерминанты электронного развития: ИКТ-инфраструктура, человеческий капитал и экономическая конъюнктура. Во второй включены показатели всестороннего использования ИКТ в регионах: в государственном и муниципальном управлении, учреждениях здравоохранения, образования, культуры, а также применение ИКТ бизнесом, домохозяйствами и населением. В первую версию индекса вошло менее 70 переменных, в издание за 2015 г. было включено 94 параметра. Системное рассмотрение всех показателей, по мнению создателей индекса, позволяет дать комплексную оценку процессам адаптации ИКТ для нужд регионов и воздействующим на эти процессы показателям из других сфер жизни субъекта<sup>3</sup>. Помимо того что авторы постепенно изменяют состав детерминант, по которым строится рейтинг, с 2010 г. применяются отличные от ранее установленных правила нормализации переменных. Таким образом, сравнение значений индексов субъектов в динамике становится

некорректным. Сравнение возможно лишь по занимаемым позициям рейтинга, что, в свою очередь, лишает исследователя возможности оценить количественный прогресс одного субъекта относительно другого. Вышеперечисленные особенности становятся не исчерпывающими препятствиями для использования индекса в качестве измерителя межрегионального цифрового неравенства, что является одной из целей его построения. Применение композитного индекса для анализа разрыва неправомерно, так как составляющие его факторы человеческого капитала и экономической среды не представляют собой характеристик развития ИКТ, а являются причинами, определяющими степень их развития. Благодаря тому что Индекс позволяет отслеживать неравенство отдельно по избранным аналитическим субиндексам, изучение разрыва может быть проведено по субиндексу ИКТ-инфраструктуры или использования ИКТ населением. Субиндекс использования ИКТ в организациях не подходит для определения цифрового дисбаланса как в полном объеме, так и по типам организаций, поскольку включает показатели, не связанные с исследуемым понятием, например, такие, как «Доля предприятий, имеющих специальные программные средства для управления продажами и закупками товаров (работ, услуг), в процентах» (ИКТ в бизнесе) или «Доля музейных предметов, внесенных в электронный каталог и имеющих цифровые изображения, в общем объеме музейного фонда, в процентах» (ИКТ в культуре). В дополнение к отмеченным недостаткам следует добавить отсутствие в открытых источниках информации об использовании статистических методов при отборе показателей, составляющих композитный индекс, что ставит под сомнение ценность результатов его построения.

В статье предпринята попытка создания интегрального показателя, который бы учитывал выделенные недостатки Индекса готовности регионов России к информационному обществу, а также позволял изучать не только развитие информационного общества в целом, но и цифровое неравенство. При разработке нового индекса учитывалась возможность отражения степени доступности населения к ИКТ в регионах с учетом технологических факторов.

<sup>2</sup> Стратегия развития цифрового общества [http://static.consultant.ru/obj/file/doc/strategia\_131216.rtf].

<sup>3</sup> Электронный регион [http://eregion.ru/sites/default/files/upload/report/index-russian-regions-2007-2008.pdf]

Для построения авторского Индекса доступности к ИКТ было подобрано восемь показателей. Отметим, что три из них (под названием «степень дифференциации субъектов РФ по интегральным показателям информационного развития») были заимствованы из Государственной программы РФ «Информационное общество (2011-2020 годы)». При этом семь из восьми индикаторов нового Индекса доступности к ИКТ совпадают с показателями, включенными Международным союзом электросвязи в Индекс развития ИКТ<sup>6</sup>. Отобранные индикаторы охватывают все принципиально важные виды информационно-коммуникационных технологий, неравенство доступности к которым может

приводить к сильной социальной стратификации. Среди них показатели проникновения стационарной и подвижной телефонной связи, фиксированного и мобильного высокоскоростного доступа в Сеть, наличие персонального компьютера (ПК) и возможности подключения к Интернету у домохозяйств и населения.

Методика построения Индекса доступности к ИКТ представляет собой выделение синтетической латентной категории с использованием методов снижения размерности признакового пространства с помощью метода главных компонент [11-13].

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

Таблица 1

Система показателей, используемых при построении Индекса доступности к ИКТ

| Переменная | Характеристика переменной                                                                                       | Единица измерения        |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $x_1$      | Телефонная плотность фиксированной связи                                                                        | на 100 человек населения |
| $x_2$      | Удельный вес телефонизированных населенных пунктов сельской местности в общем числе сельских населенных пунктов | в процентах              |
| $x_3$      | Число абонентов подвижной радиотелефонной связи                                                                 | на 100 человек населения |
| $x_4$      | Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет                                               | на 100 человек населения |
| $x_5$      | Число абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет                                                   | на 100 человек населения |
| $x_6$      | Доля домашних хозяйств, имеющих персональный компьютер                                                          | в процентах              |
| $x_7$      | Доля домашних хозяйств, имеющих доступ в Интернет                                                               | в процентах              |
| $x_8$      | Удельный вес пользователей сети Интернет в общей численности населения                                          | в процентах              |

Для изучения взаимосвязи между выбранными и предварительно нормированными параметрами был проведен корреляционный анализ, который выявил сильную положительную связь между плотностью фиксированной телефонной сети ( $x_1$ ), представляющей собой количество телефонных стационарных аппаратов на 100 человек населения, и числом абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет ( $x_4$ ), (0,744 в 2015 г.; 0,744 в 2014 г.). Высокий попарный коэффициент корреляции обнаружен для доли домашних хозяйств, владеющих ПК ( $x_6$ ), доли домашних хозяйств, имеющих доступ к Интернету ( $x_7$ ), и доли пользователей Интернета в общей численности населения ( $x_8$ ) (выше 0,739 для всех случаев в 2015 и 2014 гг.). Обнаружена также положительная связь между долей домохозяйств с персональным компьютером ( $x_1$ ) и числом абонентов

мобильной связи на 100 человек (0,639 в 2015 г. и 0,673 в 2014 г.). Результаты корреляционного анализа демонстрируют возможность извлечения двух компонент, описывающих различные аспекты доступности к ИКТ для граждан РФ, а также свидетельствуют о похожих взаимосвязях переменных в 2015 г. по сравнению с 2014 г.

Применимость метода главных компонент (МГК) обоснована мерой выборочной адекватности Кайзера - Мейера - Олкина (КМО) [14]. Статистика КМО проверяет гипотезу о малой величине частных коэффициентов корреляции. Если  $КМО > 0,5$ , то выбор МГК для анализа данных считается целесообразным. В 2015 г.  $КМО = 0,768$ , в 2014 г.  $КМО = 0,799$ , что подтверждает возможность использования метода на имеющихся данных. В основе критерия сферичности Бартлетта лежит гипотеза о том, что

<sup>6</sup> Международный союз электросвязи (МСЭ). URL: <https://www.itu.int/ru/about/Pages/default.aspx>.

корреляционная матрица представляет собой единичную матрицу. Гипотеза отвергается для обоих наборов данных ( $\chi^2_{2015} = 399,8$ ; знач. = 0,000;  $\chi^2_{2014} = 462$ ; знач. = 0,000).

При помощи метода главных компонент, реализованного отдельно для данных за 2015 г. и данных за 2014 г., в обоих случаях было выделено две главные компоненты (ГК), которые объясняли

70,5% дисперсии латентной переменной в 2015 г. и 71,4% в 2014 г. Для интерпретации двух полученных ГК и сравнения их качественного состава для двух лет исходные матрицы факторных нагрузок были повернуты методом ортогонального вращения Квартимакс, обеспечившим наиболее ясное смысловое разделение нагрузок параметров на компоненты (см. таблицу 2).

Таблица 2

Повернутые матрицы факторных нагрузок категории доступности ИКТ

| Показатель                                                                   | 2015                    |                                   | 2014                    |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|                                                                              | Компонента              |                                   | Компонента              |                                   |
|                                                                              | доступность базовых икт | доступности услуг проводной связи | доступности базовых икт | доступности услуг проводной связи |
| Доля домашних хозяйств с доступностью в Интернет                             | <b>0,929</b>            | -0,073                            | <b>0,936</b>            | -0,019                            |
| Доля домашних хозяйств с персональным компьютером                            | <b>0,895</b>            | 0,238                             | <b>0,905</b>            | 0,216                             |
| Доля пользователей сети Интернет в общей численности населения               | <b>0,860</b>            | 0,160                             | <b>0,848</b>            | 0,244                             |
| Число абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек | <b>0,630</b>            | 0,026                             | <b>0,578</b>            | -0,264                            |
| Число абонентов мобильной связи на 100 человек                               | <b>0,609</b>            | 0,578                             | <b>0,706</b>            | 0,442                             |
| Число абонентов фиксированного широкополосного доступа на 100 человек        | 0,214                   | <b>0,850</b>                      | 0,470                   | <b>0,742</b>                      |
| Число телефонных аппаратов фиксированной связи на 100 человек                | 0,310                   | <b>0,815</b>                      | 0,568                   | <b>0,662</b>                      |
| Доля телефонизированных сел                                                  | -0,062                  | <b>0,718</b>                      | 0,066                   | <b>0,748</b>                      |

На основе анализа представленных таблиц отчетливо видно выделение двух главных компонент одинакового состава для набора данных за 2015 и за 2014 гг. С первой главной компонентой максимально коррелируют показатели, относящиеся к распространению персональных компьютеров (связь доли домохозяйств, владеющих ПК, с первой ГК равна 0,895 в 2015 г. и 0,905 в 2014 г.); мобильных телефонов (связь числа абонентов с первой ГК - 0,609 и 0,706 в 2015 г. и 2014 г. соответственно) и Интернета (корреляция между долей домохозяйств с выходом в Интернет и первой ГК 0,929 в 2015 г. и 0,936 в 2014 г.; между долей пользователей Интернета в населении в целом и первой ГК корреляция на уровне  $> 0,848$  для обоих лет; для абонентов мобильного широкополосного доступа (ШПД) на уровне выше 0,578). Таким образом, максимальные нагрузки на первую главную компоненту оказывают основные информационные технологии, равномерность распределения которых гарантирует успешный переход общества к цифровой экономике, поэтому данная

компонента была названа «Доступность базовых ИКТ». Вторая главная компонента представляет собой «Доступность услуг проводной связи», так как с ней максимальную связь демонстрируют число телефонных аппаратов на 100 человек (0,815 и 0,662 в 2015 г. и 2014 г. соответственно), доля телефонизированных населенных пунктов в сельской местности ( $> 0,718$ ) и число абонентов стационарного ШПД на 100 человек ( $> 0,662$ ).

Анализ матрицы компонентных нагрузок позволил разделить имеющиеся наборы параметров на две группы в соответствии с тем, на какую главную компоненту приходится максимальная нагрузка по переменной. В первую группу вошли пять индикаторов, которые будут использоваться при расчете субиндекса № 1 «Доступность к базовым ИКТ»; во вторую группу вошли три индикатора, которые сформируют субиндекс № 2 «Доступность к услугам проводной связи» композитного Индекса доступности к ИКТ в субъектах РФ. Данный этап определил структуру будущего интегрального показателя и распределение его элементов на две составляющие.

На следующем шаге построения Индекса определялись веса, с которыми каждая переменная должна войти в субиндекс. Для этой процедуры использовалась матрица собственных векторов. Для целей построения индекса в каждом векторе собственных значений были оставлены только коэффициенты, относящиеся к переменным, вошедшим в главную компоненту с максимальной нагрузкой; значения оставшихся коэффициентов были приравнены к нулю. Следование данной методике позволяет избежать одновременного включения одного и того же параметра в первый и второй субиндексы, и двойного учета в композитном индексе.

В таблице 3 при просмотре слева направо можно проследить шаги, предпринятые для

получения итоговых весов: усреднены значения коэффициентов матриц собственных векторов по каждой переменной в рамках той компоненты, принадлежности к которой была определена ранее. Далее рассчитана сумма полученных усредненных весов для каждой компоненты, она принята за 100% и относительно нее вычислены новые итоговые веса. Из соображений о требуемой простоте формирования композитного индекса итоговые веса первой главной компоненты были округлены до десятых. Веса второй главной компоненты были практически равномерно распределены между тремя, вошедшими в него переменными, и округлены до сотых.

Таблица 3

Расчет весов для составляющих сводного Индекса доступности к ИКТ

| Показатель                                                            | 2015         |              | 2014         |              | Средние веса |       | Итоговые веса |      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|---------------|------|
|                                                                       | Компонента   |              | Компонента   |              | Субиндекс    |       | Субиндекс     |      |
|                                                                       | 1            | 2            | 1            | 2            | 1            | 2     | 1             | 2    |
| Доля домашних хозяйств с доступностью в Интернет                      | <b>0,337</b> | -0,182       | <b>0,329</b> | -0,235       | 0,333        |       | 0,3           |      |
| Доля домашних хозяйств с персональным компьютером                     | <b>0,277</b> | -0,021       | <b>0,262</b> | -0,067       | 0,269        |       | 0,2           |      |
| Доля пользователей сети Интернет в общей численности населения        | <b>0,276</b> | -0,055       | <b>0,236</b> | -0,035       | 0,256        |       | 0,2           |      |
| Число абонентов мобильного широкополосного доступа на 100 человек     | <b>0,217</b> | -0,086       | <b>0,263</b> | -0,318       | 0,240        |       | 0,2           |      |
| Число абонентов мобильной связи на 100 человек                        | <b>0,123</b> | 0,194        | <b>0,139</b> | 0,135        | 0,131        |       | 0,1           |      |
| Число абонентов фиксированного широкополосного доступа на 100 человек | -0,058       | <b>0,392</b> | -0,014       | <b>0,396</b> |              | 0,394 |               | 0,33 |
| Число телефонных аппаратов фиксированной связи на 100 человек         | -0,019       | <b>0,359</b> | 0,039        | <b>0,318</b> |              | 0,338 |               | 0,33 |
| Доля телефонизированных сел                                           | -0,135       | <b>0,369</b> | -0,155       | <b>0,496</b> |              | 0,432 |               | 0,34 |
| Итого                                                                 |              |              |              |              | 1,229        | 1,164 | 1             | 1    |

Веса элементов субиндексов в сумме равны единице. Каждый субиндекс может быть использован для отдельного ранжирования субъектов Российской Федерации.

Веса, с которыми субиндексы вошли в итоговый интегральный показатель, определялись

исходя из усредненной по годам и затем нормированной доли дисперсии, объясняемой первой и второй главными компонентами (см. таблицу 4). Получено, что субиндекс № 1 имеет коэффициент 0,6, а субиндекс № 2 - 0,4.

Таблица 4

Методика получения весов для субиндексов в составе сводного Индекса доступности к ИКТ

| Компонента | Процент объясненной дисперсии суммы квадратов нагрузок вращения |        | Средние значения, в процентах | Взвешенные значения, в процентах | Округленные итоговые значения, в процентах |
|------------|-----------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|            | 2015                                                            | 2014   |                               |                                  |                                            |
| 1          | 41,475                                                          | 47,413 | 44,444                        | 62,6                             | 60                                         |
| 2          | 29,077                                                          | 24,022 | 26,549                        | 37,4                             | 40                                         |
| Всего      | 70,552                                                          | 71,434 | 70,993                        | 100                              | 100                                        |



Еще одна особенность, которая учитывалась при построении Индекса доступности к ИКТ, является необходимость унификации шкал, то есть приведение значений всех показателей к единой  $N$ -балльной шкале. Использованное для проведения компонентного анализа  $z$ -преобразование не подходит для целей данного исследования, так же как и не применимо нормирование значений в следующей форме:

$$\tilde{x} = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \times N,$$

где  $N$  - максимально возможный балл;  $x_{\min}$  и  $x_{\max}$  - наименьшее и наибольшее значения показателя [7].

Недостаток традиционных методов, не позволяющих их использовать при разработке Индекса доступности к ИКТ, заключается в том, что они либо производят нормирование величины с учетом значений по всем регионам, опираясь на среднее по ряду и стандартное отклонение, либо опираются на размах вариации. При последнем подходе региону-лидеру по конкретной величине будет присвоена максимальная оценка, а региону-аутсайдеру - минимальная. Проблема заключается в том, что значение индекса, рассчитанное таким образом, будет несопоставимо со значе-

нием индекса для этого региона в предыдущие годы, так как оно подвержено влиянию ежегодно изменяющихся показателей остальных регионов. Отслеживание динамики позиций региона в рейтинге также будет недостаточно обоснованным. Чтобы избежать данного недостатка, в статье была предложена новая схема нормировки для каждого показателя путем определения для него некоторого целевого, максимально возможного или уже максимально достигнутого значения. Преимущество такой методики заключается в возможности использования нормированного значения при расчете индекса за предыдущие и ближайшие годы, а также возможности при расчете индекса для конкретного региона оставлять без внимания и не учитывать изменение индикаторов в других субъектах, а проследить развитие доступности ИКТ в конкретном регионе, проводить мониторинг его положения относительно любого другого региона-ориентира, отмечать увеличение или уменьшение межрегионального разрыва не в общем между крайне успешным и крайне отстающим регионом, а между любым количеством субъектов в динамике. Нормирование переводит исходные переменные в шкалу от 0 до 1. Подробная информация по выбору нормировочного значения приведена в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Описание подходов к нормированию показателей для построения Индекса доступности к ИКТ

| Переменная                                                                                 | Нормирование | Объяснение способа нормирования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Телефонная плотность фиксированной связи на 100 человек ( $x_1$ )                          | $x_1/50$     | Показатель идет на убыль с 2008 г. В рассматриваемом периоде с 2011 по 2015 г. максимальное значение отмечено в 2011 г. в г. Москве (58,8), где к 2015 г. оно снизилось до 51,8. В других регионах показатель не превышал отметки 50 аппаратов на 100 человек, в связи с чем 50 было выбрано в качестве максимального значения                                                                                                             |
| Число абонентов подвижной радиотелефонной связи на 100 человек ( $x_3$ )                   | $x_3/280$    | Показатель растет во всех регионах. Максимальное значение наблюдалось в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области (273,8) в 2015 г. В качестве максимальной установлена отметка 280 абонентов на 100 человек, совпадающая со значением $(\bar{x}_3 + 3\sigma)$ и превышающая максимальное значение в субъектах, являющихся аномальными наблюдениями по данному признаку                                                                  |
| Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек ( $x_4$ ) | $x_4/50$     | Максимальное значение 50 абонентов на 100 человек является целевым индикатором на 2020 г. программы «Информационное общество (2011-2020)»                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Число абонентов мобильного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек ( $x_5$ )     | $x_5/110$    | Показатель постепенно увеличивается. В 2015 г. макс. зафиксированное значение отмечено в г. Москве и Московской области - 104 абонента на 100 человек. В качестве максимального выбрано значение 110 абонентов на 100 человек, что соответствует $(\bar{x}_5 + 3\sigma)$ и обладает определенным запасом до максимального значения по регионам, что, возможно, позволит не изменять выбранный параметр нормировки в течение нескольких лет |

В таблице 6 представлены показатели, измеряемые в процентах и приводящиеся к шкале от нуля до единицы простым делением на 100.

Таблица 6

**Описание подходов к нормированию показателей для построения индекса, не требующих субъективных авторских суждений (в процентах)**

| Переменная                                                                                                                | Нормирование |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Удельный вес телефонизированных населенных пунктов сельской местности в общем числе сельских населенных пунктов ( $x_2$ ) | $x_2/100$    |
| Доля домашних хозяйств, имеющих персональный компьютер ( $x_6$ )                                                          | $x_6/100$    |
| Доля домашних хозяйств, имеющих доступ в Интернет ( $x_7$ )                                                               | $x_7/100$    |
| Удельный вес пользователей сети Интернет в общей численности населения ( $x_8$ )                                          | $x_8/100$    |

Таким образом, построение Индекса доступности к ИКТ для регионов РФ состоит из следующих этапов:

1. Приведение исходных данных к унифицированной шкале.
2. Построение субиндексов:
  - 2.1. Расчет субиндекса № 1 «Доступность базовых ИКТ» по формуле  $S_1 = (0,1x_3 + 0,2x_5 + 0,2x_6 + 0,3x_7 + 0,2x_8) \times 100$ ;
  - 2.2. Расчет субиндекса № 2 «Доступность услуг проводной сети» по формуле  $S_2 = (0,33x_1 + 0,34x_2 + 0,33x_4) \times 100$ .
3. Построение композитного индекса по формуле  $I = 0,6S_1 + 0,4S_2$ .

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

На основе представленной методики были рассчитаны значения Индекса доступности ИКТ для субъектов Российской Федерации, разницы в уровнях которого могут быть использованы для оценки межрегионального цифрового неравенства в России. Также цифровое неравенство может быть отдельно измерено по разностям в субиндексах, что позволит исследовать величину цифрового неравенства в «Доступности к базовым ИКТ» и в «Доступности услуг проводной сети».

Полученные на основе авторской методики Индекс доступности к ИКТ и субиндексы «Доступность к базовым ИКТ» и «Доступность услуг проводной сети» легли в основу изучения динамики цифрового регионального неравенства в России за период с 2013 по 2015 г. (см. рисунок).

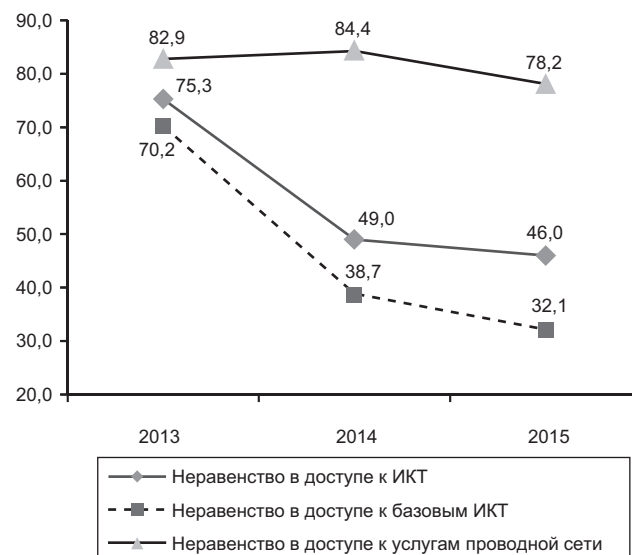


Рисунок. Динамика величины цифрового неравенства в России (единиц)

Анализ рисунка позволяет сделать вывод о сокращении цифрового неравенства в РФ в последние годы. Во многом это объясняется ростом субиндекса доступности к базовым ИКТ в республиках Северного Кавказа. В 2013 г. для данного субиндекса была рассчитана разница между г. Москвой и Республикой Ингушетия; в 2014 и 2015 гг. - неравенство между Ямало-Ненецким автономным округом и Республикой Дагестан.

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 до 7,8 (п. п.). В Северо-Кавказском ФО произошел рост интернет-аудитории на 48,2 процентного пункта (п. п.).

Лучший результат по подключенности жителей к Интернету в 2015 г. в Ямало-Ненецком автономном округе - 89,1%, худший результат - в Республике Ингушетия, где доля пользователей сети равна 67,9% населения. Разрыв составил 1,3 раза, или 21,2 п. п. В 2010 г. в регионе лидере - г. Москве значение показателя было равно 73%, а в наиболее отстающей Ингушетии - 2,1%, что представляло почти 35-кратный разрыв (70,9 п. п.).

В таблицах 7 и 8 представлены 10 регионов-лидеров и 10 регионов-аутсайдеров по смыслообразующим составляющим композитного индекса «Доступности к базовым ИКТ» и по «Доступности к услугам проводной сети».

Таблица 7

**Рейтинг регионов по показателям доступности к базовым ИКТ и к услугам проводной связи отдельно, лидеры  
(1-10-е места)**

| Субъект РФ                             | Доступность к базовым ИКТ | Субъект РФ                                | Доступность к услугам проводной сети |
|----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Ямало-Ненецкий автономный округ        | 87,532                    | г. Москва                                 | 87,06                                |
| Магаданская область                    | 85,298                    | г. Санкт-Петербург                        | 79,08                                |
| г. Москва                              | 84,973                    | Чукотский автономный округ                | 72,74                                |
| г. Санкт-Петербург                     | 83,669                    | Республика Коми                           | 70,97                                |
| Московская область                     | 82,483                    | Сахалинская область                       | 70,79                                |
| Мурманская область                     | 79,748                    | Новосибирская область                     | 70,10                                |
| Ханты-Мансийский автономный округ-Югра | 78,631                    | Мурманская область                        | 68,60                                |
| Республика Коми                        | 77,791                    | Калининградская область                   | 68,20                                |
| Иркутская область                      | 77,458                    | Республика Татарстан                      | 66,67                                |
| Калининградская область                | 77,193                    | Тюменская область, без автономного округа | 66,60                                |

Пять субъектов РФ вошли в топ-10 по обеим категориям: г. Москва, г. Санкт-Петербург, Мурманская область, Калининградская область

и Республика Коми - все, кроме г. Москвы, расположены в Северо-Западном федеральном округе.

Таблица 8

**Рейтинг регионов по показателям доступности к базовым ИКТ и к услугам проводной связи отдельно, аутсайдеры  
(83-73-е места)**

| Субъект РФ                      | Доступность к базовым ИКТ | Субъект РФ                      | Доступность к услугам проводной сети |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Республика Дагестан             | 55,47                     | Республика Ингушетия            | 8,84                                 |
| Курская область                 | 56,50                     | Чеченская Республика            | 9,58                                 |
| Республика Бурятия              | 57,36                     | Республика Тыва                 | 30,12                                |
| Карачаево-Черкесская Республика | 57,50                     | Республика Дагестан             | 36,10                                |
| Брянская область                | 58,37                     | Республика Бурятия              | 40,77                                |
| Курганская область              | 59,44                     | Республика Алтай                | 44,20                                |
| Забайкальский край              | 59,92                     | Республика Адыгея               | 44,35                                |
| Республика Адыгея               | 60,34                     | Амурская область                | 45,53                                |
| Республика Ингушетия            | 60,44                     | Забайкальский край              | 46,40                                |
| Ульяновская область             | 60,50                     | Карачаево-Черкесская Республика | 46,56                                |

Шесть субъектов РФ вошли в топ-аутсайдеров по обеим категориям: Республика Дагестан, Республика Бурятия, Забайкальский край, Карачаево-Черкесская республика, Республика Адыгея, Республика Ингушетия - четыре региона принадлежат к Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам, два - к Сибирскому ФО.

### Заключение

В ходе проведения исследования была представлена авторская методика построения Индекса доступности к ИКТ, позволяющего проводить региональные сопоставления развития цифровых технологий в регионах России, а также изучения цифрового неравенства. Апробация методики на данных Росстата за 2014 и 2015 гг. дала возмож-

ность получить композитный Индекс доступности к ИКТ, включающий в свой состав два субиндекса: субиндекс № 1 «Доступности к базовым ИКТ» и субиндекс № 2 «Доступности к услугам проводной связи», который позволяет изучать не только развитие информационного общества в целом, но и цифровое неравенство. При разработке нового индекса учитывалась возможность отражения степени доступности населения к ИКТ в регионах с учетом технологических факторов.

В ходе анализа позиций регионов в рейтингах и их соответствующих оценок выяснились два дополнительных факта, характеризующих цифровое неравенство. Во-первых, в проблеме присутствует пространственная составляющая. Жители территорий, расположенных на Северо-Западе страны и Дальнем Востоке, располагают

большей доступностью к ИКТ, нежели население Южной части РФ. Во-вторых, неравенство населения по доступности к услугам проводной связи выше, чем по доступности к базовым ИКТ. Размах оценки в топ-10 сверху для категории «Доступности к базовым ИКТ» равен 10,3 балла, в топ-10 снизу – 5 баллам, в то время как размах в топ-10 сверху для категории «Доступности к услугам проводной сети» составил 20,5 балла, в топ-10 снизу – 37,7 балла.

Значительное влияние на снижение цифрового неравенства оказывает рост пользователей сети Интернет в общей численности населения. Ядром развития цифровых технологий были признаны пять субъектов РФ, которые вошли в топ-10 по обоим из выделенных субиндексов: г. Москва, г. Санкт-Петербург, Мурманская область, Калининградская область и Республика Коми.

### Литература

1. **Архипова М.Ю., Баженова Т.А.** Исследование влияния инновационного развития региона на основные характеристики качества жизни населения // Друкеровский вестник, 2017. № 3.
2. **Hayashi Y., Johoka S.** The Information Society. Tokyo: Kodansha Gendai Shinso, 1969.
3. **Masuda Y.** The Information Society as Postindustrial Society. Wash.: World Future Soc., 1983.
4. **Machlup F.** The Production and Distribution of Knowledge in the United States. Princeton, 1962.
5. **Bell D.** The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting. N.Y., Basic Books, Inc., 1973.
6. **Ducatel K., Webster J., Herrmann W.** Information Infrastructures or Societies. The Information Society in Europe: Work and Life in an Age of Globalization. USA: Rowman & Littlefield Publishers, 2000.
7. **Toffler A.** The Third Wave // New York, William Morrow, 1980.
8. **Aulake K.** New Information Technologies (NITs): Building a Democratic and Cultural Information Society. Cultural Competence. New Technologies, Culture & Employment/Ellmeier A., Ratzenböck V. - Österreichische Kulturdocumentation, 1999.
9. **Черешкин Д.С., Смолян Г.Л.** Нелегкая судьба российской информатизации. Информационное общество. 2008. № 1-2. С. 47-71.
10. **Sirotin V., Arkhipova M.** Information and Telecommunication Aspect of Russian Regions Development. Proceeding of the 17th European Conference on Digital Government, ECDG, Portugal, 2017. P. 197-203.
11. **Айвазян С.А., Степанов В.С., Козлова М.И.** Измерение интегративных категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных преобразований) // Прикладная экономика. 2006. № 2.
12. **Архипова М.Ю., Дуброва Т.А., Мхитарян В.С., Сиротин В.П.** Анализ данных: учебник для академического бакалавриата. М.: Изд-во Юрайт, 2017. 490 с.
13. **Архипова М.Ю., Алиева П.Н.** Некоторые аспекты влияния социального неравенства на экономический рост России // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2017. № 3. С. 44-50.
14. **Наследов А.Д., Морозова С.В.** Проблема применения математических методов в психологических исследованиях: институализация статистического дискурса. Вестник С.-Петербургского университета. 2010. Сер. 12. Вып. 4.

### Информация об авторах

**Архипова Марина Юрьевна** - д-р экон. наук, профессор Департамента статистики и анализа данных НИУ ВШЭ; ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. E-mail: archipova@yandex.ru.

**Сиротин Вячеслав Павлович** - канд. техн. наук, профессор Департамента статистики и анализа данных НИУ ВШЭ. 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. E-mail: vpsirotin@yandex.ru.

**Сухарева Надежда Алексеевна** - магистр НИУ ВШЭ. 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. E-mail: nadia.sukhareva@gmail.com.

### Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта № 18-010-00564 «Современные тенденции и социально-экономические последствия развития цифровых технологий в России».



## References

1. **Arkhipova M.Yu., Bazhenova T.A.** Investigation of the Influence of Innovative Development of the Region on the Main Characteristics of the Quality of Life of the Population. *Drukerovsky Bulletin*. 2017;(3). (In Russ.)
2. **Hayashi Y., Johoka S.** The information society. Tokyo: Kodansha Gendai Shinso; 1969.
3. **Masuda Y.** The Information Society as Postindustrial Society. Washington: World Future Soc.; 1983.
4. **Machlup F.** The Production and Distribution of Knowledge in the United States. Princeton; 1962.
5. **Bell D.** The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting. New York: Basic Books, Inc.; 1973.
6. **Ducatel K., Webster J., Herrmann W.** Information Infrastructures or Societies. The Information Society in Europe: Work and Life in an Age of Globalization. USA: Rowman & Littlefield Publishers; 2000.
7. **Toffler A.** The Third Wave. New York: William Morrow; 1980.
8. **Aulake K., Ellmeier A., Ratzenbuck V.** (eds.) New Information Technologies (NITs): Building a Democratic and Cultural Information Society. Cultural Competence. New Technologies, Culture & Employment. Österreichische Kulturdocumentation; 1999.
9. **Chereshkin D.S., Smolyan G.L.** The Hard Destiny of Russian Informatization. The Information Society. 2008: (1-2);47-71. (In Russ.)
10. **Sirotnin V., Arkhipova M.** Information and Telecommunication Aspect of Russian Regions Development. *Proceeding of the 17th European Conference on Digital Government*, ECDG, Portugal; 2017. P. 197-203.
11. **Aivazyan S., Stepanov V., Kozlova M.** Measurement of synthetic categories of the quality of life of the population of the region and identification of key areas for improving social and economic policy (on the example of the Samara region and its municipal transformations). *Applied econometrics*. 2006:(2). (In Russ.)
12. **Mkhitaryan V.S., Arkhipova M. Yu., Dubrova T.A., Sirotnin V.P.** Data Analysis: A Textbook for Academic Baccalaureate. Moscow: Publishing House Yurayt; 2017. 490 p. (In Russ.)
13. **Arkhipova M.Yu., Alieva P.N.** Some aspects of the impact of social inequality on Russia's economic growth. *RISK: Resources, information, supply, competition*. 2017;(3);44-50. (In Russ.)
14. **Nasledov A.D., Morozova S.V.** The problem of applying mathematical methods in psychological research: the institutionalization of statistical discourse. *Bulletin of St. Petersburg University*. 2010:12(4). (In Russ.)

## About the authors

**Marina Yu. Arkhipova** - Dr. Sci. (Econ.), Prof.; Department of Statistics and Data Analysis, National Research University Higher School of Economics; V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences. 20, Myasnitskaya Str., Moscow, 101000, Russia. E-mail: archipova@yandex.ru.

**Vyacheslav P. Sirotnin** - Cand. Sci. (Tech.), Prof. Department of Statistics and Data Analysis, National Research University Higher School of Economics. 20, Myasnitskaya Str., Moscow, 101000, Russia. E-mail: vpsirotnin@yandex.ru.

**Nadezhda A. Sukhareva** - Master Degree, National Research University Higher School of Economics. 20, Myasnitskaya Str., Moscow, 101000, Russia. E-mail: nadia.sukhareva@gmail.com.

## Financing

The research was funded by the RFBR Project № 18-010-00564 «Modern Tendencies and Social and Economic Consequences of Digital Technologies Development in Russia».