

УДК 332.1:004:330.1:330.3  
JEL: D1, O4, R1, R2

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.3.487-507>

Е. И. КАДОЧНИКОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

## КОНВЕРГЕНЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ДОМОХОЗЯЙСТВ: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

**Кадочникова Екатерина Ивановна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и эконометрики, Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Адрес: 420012, г. Казань, ул. Бултерова, 4, тел.: +7 (843) 291-13-70  
E-mail: [kad-ekaterina@yandex.ru](mailto:kad-ekaterina@yandex.ru)  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3402-1558>  
Web of Science Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/M-4027-2013>  
eLIBRARY ID: SPIN-код: 5868-0889, AuthorID: 334076

**Цель:** оценка связи цифровой инфраструктуры домашних хозяйств со средним темпом экономического роста в регионах с учетом пространственных зависимостей в краткосрочной и долгосрочной перспективах.

**Методы:** глобальные индексы пространственной корреляции Морана и Гири, локальный индекс пространственной корреляции Морана, эконометрическая модель с пространственным авторегрессионным лагом, эконометрическая модель с пространственным взаимодействием в ошибках, метод максимального правдоподобия.

**Результаты:** показана положительная пространственная зависимость для валового регионального продукта на душу населения и доли населения, использующего сеть Интернет; подтвердилось положительное влияние соседних регионов на экономический рост в данном регионе; обнаружены локальные пространственные кластеры регионов по доле населения, использующего сеть Интернет; выявлена условная  $\beta$ -конвергенция средних темпов роста валового регионального продукта как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе; подтвержден вывод Солоу об убывающей отдаче избыточного фактора производства; обнаружено положительное влияние числа активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения на средний темп роста валового регионального продукта, доли домохозяйств, имевших персональный компьютер, доли домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, на средний темп роста валового регионального продукта.

**Научная новизна:** в статье впервые на российских региональных панельных данных за период с 2014 по 2017 г. измерена связь цифровой инфраструктуры домохозяйств со средним темпом экономического роста с учетом пространственных зависимостей.

**Практическая значимость:** основные выводы статьи могут быть использованы в научной и практической деятельности при разработке мероприятий для увеличения темпов регионального экономического роста через стимулирование инвестиционного и потребительского спроса домохозяйств.

**Ключевые слова:** цифровая экономика; регион; экономический рост; конвергенция; домохозяйство; цифровизация; пространственно-эконометрическая модель

**Благодарность:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00663 «Эволюция модели экономического поведения индивида и домохозяйства в условиях цифровой трансформации».

**Конфликт интересов:** автором не заявлен.

**Как цитировать статью:** Кадочникова Е. И. Конвергенция экономического роста и цифровизация домохозяйств: пространственный анализ взаимосвязи на региональных панельных данных // Актуальные проблемы экономики и права. 2020. Т. 14, № 3. С. 487–507. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.3.487-507>

E. I. KADOCHNIKOVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

## CONVERGENCE OF ECONOMIC GROWTH AND DIGITALIZATION OF HOUSEHOLDS: SPATIAL ANALYSIS OF INTERRELATION WITH REGIONAL PANEL DATA

**Ekaterina I. Kadochnikova**, PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Econometrics, Institute for Management, Economics and Finance, Kazan (Volga region) Federal University  
Address: 4 Butlerov Str., 420012 Kazan, tel.: +7 (843) 291-13-70  
E-mail: kad-ekaterina@yandex.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3402-1558>  
Web of Science Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/M-4027-2013>  
eLIBRARY ID: SPIN-код: 5868-0889, AuthorID: 334076

**Objective:** to assess the relationship between the digital infrastructure of households and the average rate of economic growth in the regions, taking into account short- and long-term spatial dependencies.

**Methods:** global Moran and Geary spatial correlation indices, local Moran spatial correlation index, econometric model with spatial autoregression lag, econometric model with spatial interaction in errors, maximum likelihood method.

**Results:** a positive spatial relationship for the gross regional product per capita and the share of the population using the Internet was shown; the positive influence of neighboring regions on economic growth in the given region was confirmed; local spatial clusters of regions by the share of the population using the Internet were found; conditional  $\beta$ -convergence of the average growth rates of the gross regional product both short- and long-term was revealed; Solow's conclusion about the decreasing return of the excess factor of production was confirmed; a positive impact was found of the number of active subscribers of mobile broadband access to the Internet per 100 inhabitants on the average growth rate of gross regional product, on the share of households having personal computer, on the proportion of households having access to the Internet, and on the average growth rate of gross regional product.

**Scientific novelty:** for the first time, the article uses Russian regional panel data for the period from 2014 to 2017 to measure the relationship between the digital infrastructure of households and the average rate of economic growth, taking into account spatial dependencies.

**Practical significance:** the main conclusions of the article can be used in scientific and practical activities to develop measures to increase the rate of regional economic growth by stimulating investment and consumer demand of households.

**Keywords:** Digital economy; Region; Economic growth; Convergence; Household; Digitalization; Spatial-econometric model

**Acknowledgement:** The research is carried out with the financial support of the Russian Fund for Basic Research within a scientific project No. 20-010-00663 "Evolution of the model of economic behavior of an individual and a household under digital transformation".

**Conflict of Interest:** No conflict of interest is declared by the author.

**For citation:** Kadochnikova E. I. Convergence of economic growth and digitalization of households: spatial analysis of interrelation with regional panel data, *Actual Problems of Economics and Law*, 2020, Vol. 14, No. 3, pp. 487–507 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.3.487-507>

### Введение

В России за период 2014–2017 гг. средний темп роста доли населения, использовавшего сеть Интернет, составил 104,17 %, а доля населения, использовавшего сеть Интернет, в 2017 г. составила

в среднем 79,8 %, в том числе каждый день или почти каждый день – 60,6 % [1]. Использование цифровых технологий становится частью жизни домохозяйства в повседневном поведении в экономическом и социальном пространстве, а изменение структуры

производственных ресурсов приводит к замене труда на капитал.

Как известно, капитал на одного работника, согласно модели Солоу – Свена [2, 3], зависит от экзогенной и постоянной нормы сбережения. Поэтому модель Солоу – Свена не предполагает оптимальное поведение потребителя. В отличие от модели Солоу – Свена в модели роста Рамсея – Касса – Купманса [4–6] норма сбережения является не постоянной величиной, а будет функцией капитала. Поскольку основой мотивации потребительского поведения домохозяйства является необходимость обеспечения благосостоянием и ресурсами своих будущих поколений, то текущее поколение максимизирует полезность на протяжении бесконечного временного горизонта с учетом бюджетного ограничения по экзогенным ставкам заработной платы и процентным ставкам. Увеличение активов (капитала) на одного человека приводит к положительному решению индивидов о сбережениях и к росту нормы сбережений в экономике, что может привести к уменьшению скорости конвергенции темпов роста экономики. И наоборот, рост населения приводит к уменьшению активов на одного человека, снижению нормы сбережений в экономике и увеличению скорости конвергенции темпов роста экономики к собственному равновесному состоянию. Поэтому при условиях модели Рамсея, если по мере роста капитала растет норма сбережения, то скорость конвергенции уменьшается. Однако в исследовании [7, с. 133–137] показано, что, даже если норма сбережения растет, свойство конвергенции роста экономики сохраняется, т. е. экономика все еще стремится расти тем быстрее, чем дальше она от своего собственного равновесного состояния.

Исходя из данных рассуждений представляется интересным ответить на исследовательский вопрос: связана ли цифровизация домохозяйств посредством потребительского выбора и нормы сбережений с экономическим ростом в регионах? Важно отметить следующее обстоятельство. Повсеместно присутствуя в систематических практиках, условиях существования, потребительских габитусах разных классов домашних хозяйств, обладающих различными объемами экономического и социального капитала [8, 9], сеть Интернет способствует сближению экономического и социального пространства домашних хозяйств и интегрированности экономического пространства.

Поэтому нельзя игнорировать взаимодействие между регионами, на территориях которых функционируют домашние хозяйства. Это обстоятельство требует включения в эконометрические модели пространственного лага для получения несмещенных оценок объясняющих факторов.

В работе предполагалось, что домохозяйства в регионах обладают достаточной цифровой инфраструктурой, регионы интегрированы, но слабо ее используют для нужд потребительского и инвестиционного спроса. В исследовании эта гипотеза для проверки формализована в пространственно-эконометрических моделях с авторегрессионным лагом и с пространственным взаимодействием в ошибках, приведены основные результаты оценки моделей, дана их экономическая интерпретация, сделаны основные выводы.

**Обзор литературы.** Тестирование гипотезы о  $\beta$ -конвергенции экономического роста на российских региональных данных с помощью пространственно-эконометрических моделей выполнено многими исследователями. В работе [10] сделан вывод, что регионы, имеющие общие границы, характеризуются более высокой степенью конвергенции с точки зрения валового внутреннего продукта (далее – ВВП) на душу населения из-за повышения мобильности, распространения знаний и торговых отношений. В исследовании [11] по данным за периоды 1992–1998 и 1999–2004 гг. обнаружена условная  $\beta$ -конвергенция темпов роста валового регионального продукта на душу населения, сделан вывод о незначимости пространственных эффектов от расходов на научные исследования и разработки. В работе [12] по данным за период с 1996 по 2008 г. автор обнаруживает  $\beta$ -конвергенцию темпов роста валового регионального продукта и приходит к выводу о том, что эффекты межрегиональной кооперации доминируют над эффектами межрегиональной конкуренции. В исследовании [13] по данным с 1996 по 2012 г. обнаружена  $\beta$ -конвергенция региональных среднедушевых доходов населения, установлено существенное влияние пространственных особенностей регионов на характеристики конвергенции. Вывод о положительном пространственном влиянии на соседние регионы в экономическом росте по данным с 1996 по 2013 г. получен в исследовании [14]. В работе [15] тестируется гипотеза об условной  $\beta$ -конвергенции в четырех видах экономической деятельности (промышленное

производство, строительство, сельское хозяйство, розничная торговля), авторы обнаружили сходимость только в розничной торговле в 2000–2017 гг. и в промышленном производстве в 2009–2017 гг.

В ранних исследованиях эмпирические закономерности, которые сопутствуют процессу экономического роста традиционной экономики, отражены в исследовании [16]. Данные факты были неоднократно проверены. В частности, закономерности о примерно постоянной норме доходности капитала (национальное сбережение) и примерно постоянной доли труда и физического капитала в традиционной экономике показаны в работах [17–19]. С конца 1980-х гг. внимание исследователей фокусируется на влиянии инфраструктурных производственных активов на экономический рост, систематизация результатов выполнена в работе [20]. Авторы также выполняют обзор более поздних исследований, свидетельствующих о положительном влиянии цифровых инфраструктурных производственных активов на экономический рост. Потребление и сбережение домашних хозяйств тесно связано с экономическим ростом, в настоящее время стали востребованы исследования экономического поведения домохозяйств в условиях цифровой трансформации. В исследовании [21] на примере данных провинции Хубей с 1980 по 2010 г. показана положительная корреляция между потреблением домашних хозяйств и экономическим ростом в долгосрочной перспективе, авторы делают вывод о том, что экономический рост является основной причиной (по Грейнджеру) потребления домашних хозяйств, тогда как роль потребления в экономическом росте не очевидна. Автор работы [22] на примере экономики Малайзии за период 1961–2009 гг. приходит к выводу о коинтеграции, двунаправленности причинности Грейнджера для потребления домохозяйств и экономического роста в краткосрочных и долгосрочных отношениях. В исследовании [23] на основе структурной векторной модели коррекции ошибок показано, что потребление домашних хозяйств оказывает влияние на экономический рост только в краткосрочной перспективе, а в долгосрочной на потребление домохозяйств влияет экономический рост. В работе [24] на примере Китая в 2013, 2015, 2017 гг. показана положительная корреляция цифровых финансов с текущими расходами домашних хозяйств на питание, одежду, содержание дома, медицину, образование. Исследование [25] на

примере данных экономики Китая в 2016 г. показывает влияние социальных сетей на стимулирование потребления семей, преимущественно с низким уровнем дохода.

**Метод и данные.** Выборка данных была получена на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)) по 82 регионам (без Ненецкого автономного округа, Республики Крым, г. Севастополя по причине отсутствия некоторых показателей) за период с 2014 по 2017 г.

В данном исследовании традиционно, следуя за [26–28], для измерения условной  $\beta$ -конвергенции экономического роста использован логарифм среднего темпа роста реального валового регионального продукта на душу населения в ценах 2014 г.

Положительная взаимосвязь между информационными и коммуникационными технологиями и экономическим ростом показана в работах [29–32]. Для российской экономики аналогичные исследования выполнены в работах [20, 33–35], показано положительное и значимое влияние инфраструктуры связи [33], цифрового производственного инфраструктурного капитала, мобильного интернета [20], расходов на информационные технологии и связь [34, 35], числа организаций, которые использовали сеть Интернет [35], на валовой региональный продукт на душу населения в регионах России. В данном исследовании представляется интересным измерить влияние информационных и коммуникационных технологий, которые используют домохозяйства в процессах инвестиционного и потребительского спроса, на средний темп роста реального валового регионального продукта на душу населения. Поэтому в качестве объясняющих переменных матрицы  $X$  использованы: доля домохозяйств, имевших персональный компьютер; доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет; доля населения, использующего сеть Интернет; число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения; число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения. В качестве контрольных переменных выбраны: объем инвестиций в основной капитал на душу населения (тыс. руб.), затраты на технологические инновации на душу населения (тыс. руб.), потребительские расходы на душу населения (руб.); депозиты физических лиц

в рублях (млн руб.); норма сбережений (среднедушевые денежные доходы – потребительские расходы на душу населения/среднедушевые денежные доходы) (%). Табл. 1 представляет описательные статистики по 82 регионам РФ (без Ненецкого автономного округа, Республики Крым, г. Севастополя) в 2017 г.

Для учета пространственных взаимосвязей в регрессионных моделях в данном исследовании использована граничная взвешивающая матрица, полученная на основе базы данных о местонахождении административных границ – *GADM*.

Для выявления пространственной зависимости определены глобальные индексы Морана [36]:

$$I(X) = \frac{N}{\sum_{i,j} w_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i,j} w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2},$$

где  $N$  – число регионов,  $\bar{X}$  – среднее значение показателя  $X$  (в данном исследовании – доля населения, использовавшего сеть Интернет),  $w_{ij}$  – элементы граничной матрицы весов.

Также вычислены индексы пространственной корреляции Гири [37]:

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_i - X_j)^2}{2W \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2},$$

где  $W$  обозначает сумму по всем  $w_{ij}$ , другие обозначения соответствуют обозначениям индекса Морана.

Индекс Морана принимает значения в интервале [-1; 1]. Индекс Гири принимает значения в интервале [0; 2], где значения от 0 до 1 обозначают наличие положительной пространственной корреляции, а значения от 1 до 2 свидетельствуют об отрицательной пространственной корреляции.

Положительный коэффициент пространственной корреляции означает, что растущий регион способствует росту своих соседей, отрицательное значение говорит о том, что растущий регион забирает себе ресурсы своих соседей. Незначимость коэффициента говорит об отсутствии взаимосвязи процессов в разных регионах.

Таблица 1

Описательные статистики переменных  
Table 1. Descriptive statistics of the variables

Переменные / Variables	Mean	St. D.	Min	Median	Max
Валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб. / Gross regional product per capita, thousand rubles	357,9	44,1	81,1	276,4	3 385,7
Доля домохозяйств, имевших персональный компьютер, % / Share of households having a personal computer, %	71,9	0,8	39,4	70,9	94,7
Доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, % / Share of households having access to the Internet, %	75,2	0,7	62,1	74,9	95,3
Доля населения, использующего сеть Интернет, % / Share of households using the Internet, %	78,3	0,6	63,0	78,0	95,5
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения, ед. / Number of connected mobile user devices per 1,000 of the population, units	1 787,8	33,3	1 050,2	1 797,4	2 965,0
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения, ед. / Number of active users of broadband Internet connection per 100 of the population, people	73,5	1,4	45,8	71,8	114,1
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, млн руб. / Volume of investments into capital assets per capita, mln rubles	131,9	26,5	26,4	75,5	2 014,3
Затраты на технологические инновации на душу населения, тыс. руб. / Expenses for technological innovations per capita, thousand rubles	7,3	1,3	0,0	4,4	77,4
Потребительские расходы на душу населения, тыс. руб. / Consumer expenses per capita, thousand rubles	20,2	0,7	7,3	19,4	47,6
Депозиты физических лиц в рублях, млн руб. / Ruble deposits of physical persons, mln rubles	250 414,7	74 025,5	4 479,0	118 234,0	5 894 076,0
Норма сбережений, % / Rate of savings, %	27,8	1,0	6,2	26,3	64,1

Источник: составлено автором по данным сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели».  
Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators” reference book.

Для выявления пространственной кластеризации регионов определены локальные индексы Морана (*LISA – Local Index Spatial Autocorrelation*) [36]:

$$I_{Li} = N \cdot \frac{(X_i - \bar{X}) \sum_j w_{ij} (X_j - \bar{X})}{\sum_j (X_j - \bar{X})^2}.$$

Если данный регион существенно отличается от соседей (*outlier*), то ему принадлежит отрицательное значение локального индекса Морана. Положительная корреляция указывает на то, что данный регион подобен соседним территориям (*cluster*). Чем больше значение *LISA* по модулю, тем сильнее подобие/различие региона с соседями.

Для формализации механизма взаимодействия использования информационных и коммуникационных технологий домохозяйствами и  $\beta$ -конвергенции экономического роста в исследовании в качестве базовой использована модель условной  $\beta$ -конвергенции Барро и Сала-Мартин [26]:

$$\frac{1}{T} \ln \frac{Y_{i(t_0+T)}}{Y_{i t_0}} = \alpha + \beta \ln Y_{i t_0} + \sum_{j=1}^k \gamma_j X_{j i t_0} + \varepsilon_i,$$

где  $i = 1, \dots, n$  – количество регионов,  $t_0$  – начальный момент времени,  $[t_0, t_0 + T]$  – период конвергенции,  $Y$  – зависимая переменная,  $X_j, j = 1, \dots, K$  – объясняющие переменные,  $\alpha, \beta, \gamma_j, j = 1, \dots, K$  – оценки коэффициентов,  $\varepsilon_i \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$ ,  $i = 1, \dots, n$  – ошибка модели.

Отрицательное значение коэффициента  $\beta$  означает конвергенцию (сходимость) темпов роста и предсказывает больший экономический рост в регионах с более низким начальным уровнем развития. В случае безусловной  $\beta$ -конвергенции, основанной на неоклассической теории роста [2, 3], все регионы идентичны по ресурсам и норме сбережений, имеют одинаковое для всех регионов устойчивое состояние равновесия (*steady-state level*), но отличаются только начальными условиями. В этом случае бедные регионы растут быстрее, чем богатые, и догоняют их в долгосрочной перспективе, а в устойчивом состоянии регионы имеют одинаковую скорость роста. Поэтому использование спецификаций безусловной  $\beta$ -конвергенции позволяет проверить, стремятся ли регионы к одному и тому же устойчивому состоянию. В моделях условной  $\beta$ -конвергенции проверяется гипотеза о наличии отрицательной зависимости между средними темпами

роста и стартовым душевым доходом в предположении, что регионы имеют свое собственное устойчивое состояние. Для контроля неоднородности сходимости в модели условной  $\beta$ -конвергенции включены характеристики региональных различий в уровнях равновесных устойчивых состояний – объясняющие переменные матрицы  $X$ .

В исследовании в программной среде *R* методом максимального правдоподобия оценены статические модели условной  $\beta$ -конвергенции с пространственной компонентой (пакет *spdep*) [37; 38, с. 59–72; 41, с. 17–20] для выявления краткосрочных (ежегодных) пространственных эффектов и модели условной  $\beta$ -конвергенции на панельных данных (пакет *plm*, пакет *splm*) для выявления долгосрочных пространственных эффектов [38, с. 59–72; 39; 40; 41, с. 43–53]. Чтобы учесть взаимное влияние регионов, в данном исследовании использованы модифицированные модели  $\beta$ -конвергенции с добавлением пространственных лагов по типу *SAR* и *SEM* на панельных данных [14, 15].

Модель с пространственным авторегрессионным лагом (*SAR*) [38, с. 34–41; 41, с. 9]:

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}} \right) = \alpha + \beta \ln y_{i,t_0} + \sum_{k=1}^K \gamma_j X_{k i t_0} + \rho W_{ij} \left( \frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}} \right) + \varepsilon_{it},$$

где  $y_{i,t_0}$  – ВРП на душу населения в регионе  $i$  в начальный момент времени  $t$ ,  $[t_0, t_0 + T]$  – период конвергенции,  $\alpha$  – параметр, подлежащий оценке;  $\beta$  – коэффициент конвергенции;  $W_{ij}$  – взвешивающая матрица, в данном исследовании нормированная по строкам, граничная (диагональные элементы граничной матрицы равны нулю, а внедиагональные элементы равны единице, если соответствующая пара регионов имеет общую границу и ноль в противном случае);  $\rho$  – пространственный авторегрессионный коэффициент для зависимой переменной;  $\gamma_j$  – пространственные коэффициенты для независимых переменных;  $\varepsilon_{it}$  – случайные ошибки.

Коэффициент авторегрессии  $\rho$  при пространственном лаге зависимой переменной позволяет выявить влияние средних темпов роста валового регионального продукта других регионов на иссле-

двумый показатель данного региона. Статистическая незначимость пространственного авторегрессионного коэффициента означает, что процессы роста валового регионального продукта в различных регионах не связаны между собой, положительное значение свидетельствует о кооперации регионов, а отрицательное – о конкуренции регионов.

Модель с пространственным взаимодействием в ошибках (SEM) [38, с. 34–41; 41, с. 9]:

$$\frac{1}{T} \ln \left( \frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}} \right) = \alpha + \beta \ln y_{i,t_0} + \sum_{k=1}^K \gamma_j X_{kit_0} + \lambda W u_{i,t} + \varepsilon_{i,t},$$

где  $y_{i,t_0}$  – ВРП на душу населения в регионе  $i$  в начальный момент времени  $t$ ;  $[t_0, t_0+T]$  – период конвергенции,  $\alpha$  – параметр, подлежащий оценке;  $\beta$  – коэффициент конвергенции;  $W_{ij}$  – взвешивающая матрица, в данном исследовании нормированная по строкам, граничная (диагональные элементы граничной матрицы равны нулю, а внедиагональные элементы равны единице, если соответствующая пара регионов имеет общую границу и ноль в противном случае);  $\gamma_j$  – пространственные коэффициенты для независи-

мых переменных;  $\lambda$  – коэффициент пространственной автокорреляции для шока;  $\varepsilon_{it}$  – случайные ошибки.

Пространственный автокорреляционный коэффициент для шока  $\lambda$  выявляет влияние пространственной структуры ошибок. Статистическая незначимость  $\lambda$  означает, что шоки соседних регионов, влияющие на темп роста валового регионального продукта в данном регионе, не связаны между собой.

**Эмпирические результаты.** Локальные индексы Морана (табл. П1 Приложения) для доли населения, использующего сеть Интернет, подтвердили наличие локальных пространственных кластеров подобных соседним территориям регионов в Уральском федеральном округе (Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ), Дальневосточном федеральном округе (Республика Бурятия, Чукотский автономный округ, Камчатский край, Магаданская область), Северо-Западном федеральном округе (Республика Коми, Мурманская область), Центральном федеральном округе (Брянская область, Белгородская область, Курская область), Москва, Санкт-Петербург (рис. 1).

Глобальные статистически значимые индексы пространственной корреляции (табл. 2) указали на присутствие положительной пространственной корреляции, когда сильные регионы способствуют

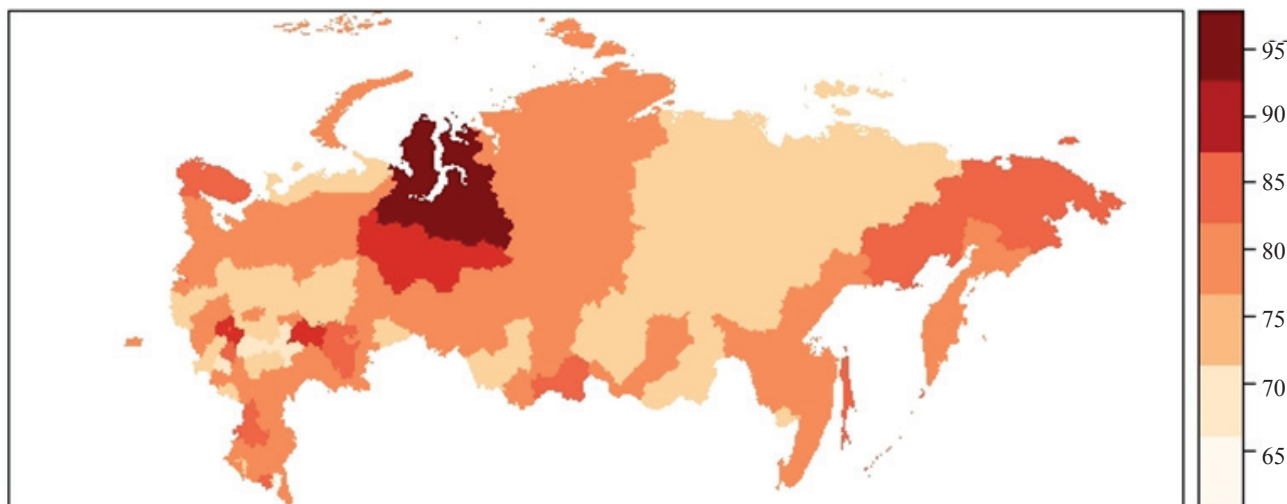


Рис. 1. Картограмма доли населения, использующего сеть Интернет, в регионах России в 2017 г.

Источник: составлено автором по данным сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017».

Fig. 1. Chart of the share of the population using the Internet in the Russian regions in 2017

Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators. 2017” reference book.

Таблица 2

Глобальные индексы пространственной корреляции доли населения, использующего сеть Интернет

Table 2. Global indices of spatial correlation of the share of the population using the Internet

Индексы / Indices	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Глобальный индекс Морана доли населения, использующего сеть Интернет / Global Moran's index of the share of the population using the Internet	0,219***	0,209***	0,250***	0,103*
Глобальный индекс Гири доли населения, использующего сеть Интернет / Global Geary's index of the share of the population using the Internet	0,664***	0,719***	0,667***	0,905
Глобальный индекс Морана для ВВП на душу населения / Global Moran's index for GRP per capita	0,233***	0,245***	0,274***	0,216***
Глобальный индекс Гири для ВВП на душу населения / Global Geary's index for GRP per capita	0,755***	0,753***	0,733***	0,793**

Примечание: \*\*\*, \*\*, \* – значимость на уровне 1; 5 и 10 % соответственно.

Note: \*\*\*, \*\*, \* – significance at the level of 1; 5 and 10 %, respectively.

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators” reference books.

экономическому росту соседей и росту у них использования сети Интернет.

На пространственных диаграммах Морана (рис. 2) в 2014–2016 гг. большинство регионов сосредоточены в квадрантах *HH* и *LL*. Это означает, что наблюдаются регионы с высокой долей населения, использующего сеть Интернет в окружении успешных соседей (квадрант *HH*) и регионы с низкой долей населения, использующего сеть Интернет в окружении таких же соседей (квадрант *LL*). Это ситуация кооперации регионов относительно использования сети Интернет домашними хозяйствами. Количество регионов в квадрантах *HL* (нетипичные успешные регионы в окружении слабых) и *LH* (нетипичные слабые регионы, соседствующие с успешными) увеличилось в 2017 г. Это означает, что возросло количество регионов, которые находятся в условиях конкурентного «стягивания» ресурсов со своих соседей. В числе таких нетипичных успешных регионов находится Республика Татарстан (квадрант *HL*).

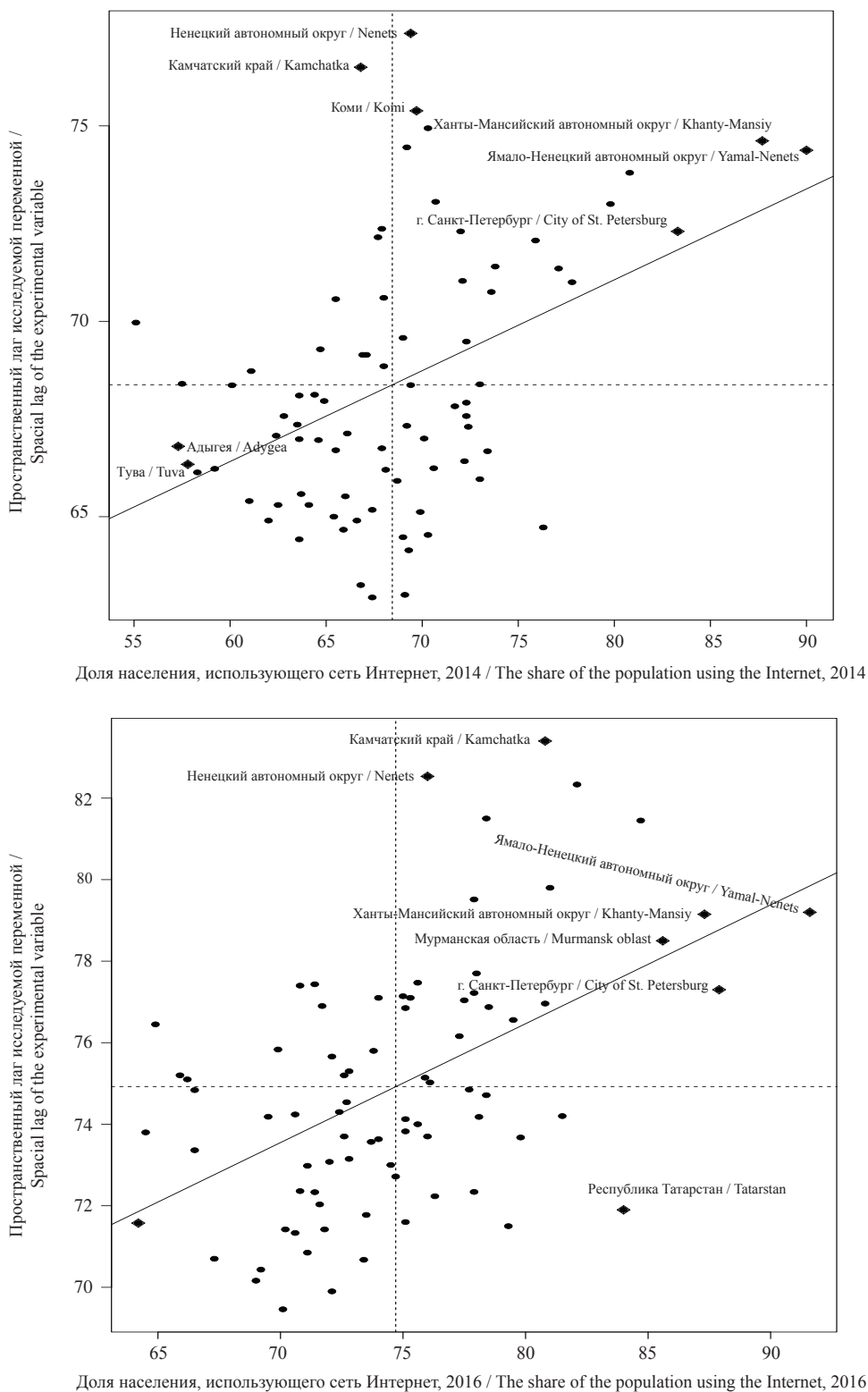
В табл. П2–П4 Приложения представлены результаты оценки статических моделей условной  $\beta$ -конвергенции среднего темпа роста реального валового регионального продукта на душу населения без пространственных эффектов и с пространственными эффектами. Результаты оценки моделей условной  $\beta$ -конвергенции на панельных данных без пространственной компоненты представлены в табл. 3 в тексте

статьи, а выявление долгосрочных пространственных эффектов – в табл. 4. Результаты теста Хаусмана говорят в пользу рассмотрения детерминированных (фиксированных) эффектов. Однако мы приводим в статье результаты оценивания моделей со случайными эффектами, с тем чтобы показать значимость оценок ряда регрессоров, представляющих интерес для исследования.

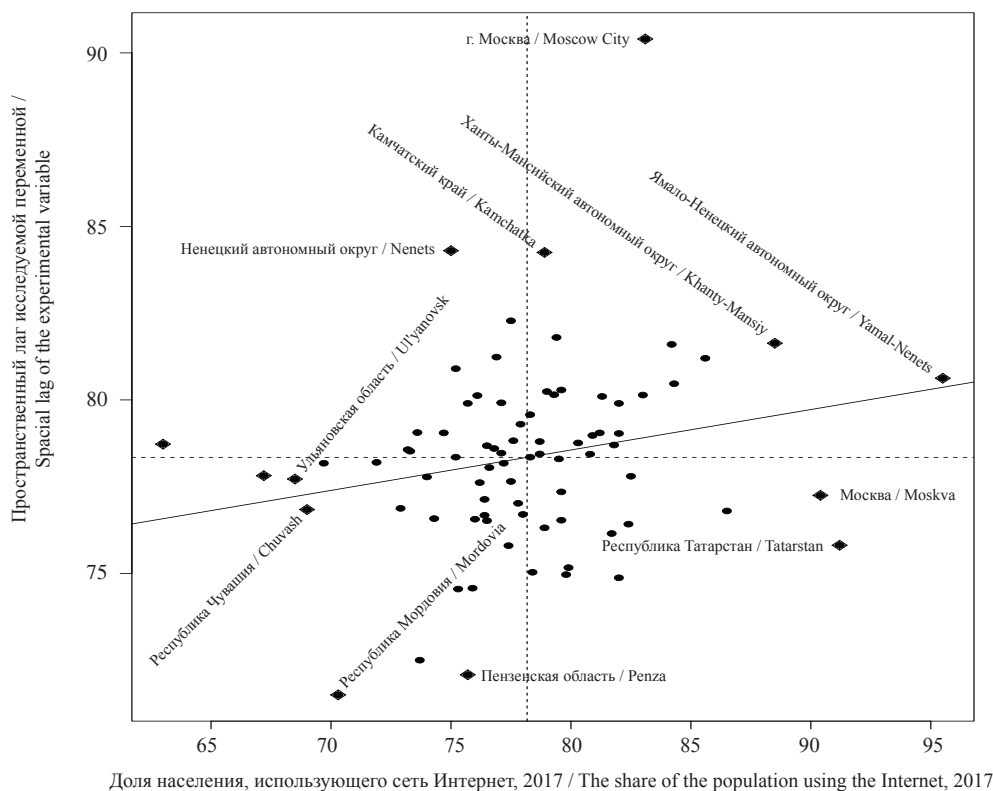
В краткосрочной перспективе ряд статических моделей (*OLS* – 2016, 2017; *SAR* – 2015, 2016, 2017; *SEM* – 2016, 2017) предсказывает процесс условной  $\beta$ -конвергенции средних темпов роста валового регионального продукта. В долгосрочной перспективе процесс условной сходимости средних темпов роста валового регионального продукта предсказывает пространственная модель на панельных данных *SEM\_RE*, т. е. обнаружен более высокий средний темп роста валового регионального продукта в отстающих регионах и более низкий средний темп роста в регионах-лидерах, что согласуется с результатами в работах [12, 14, 42, 43].

Оценки коэффициентов при экзогенных переменных в большинстве случаев имеют ожидаемый знак. В долгосрочной перспективе все модели выявили статистически значимое положительное влияние числа активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения на средний темп роста валового регионального про-





**Рис. 2. Пространственные диаграммы Морана для доли населения, использующего сеть Интернет (начало)**  
**Fig. 2. Spatial Moran's diagrams for the share of the population using the Internet (beginning)**



**Рис. 2. Пространственные диаграммы Морана для доли населения, использующего сеть Интернет (продолжение)**  
**Fig. 2. Spatial Moran's diagrams for the share of the population using the Internet (continuation)**

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».  
Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators” reference books.

Таблица 3

**Результаты оценки моделей условной  $\beta$ -конвергенции на панельных данных без пространственной компоненты**  
**Table 3. Results of estimating the models of conditional  $\beta$ -convergence with panel data without the spatial component**

Регрессоры / Regressors	OLS	FE	RE
Свободный коэффициент / Free coefficient	0,165**		0,134
Натуральный логарифм валового регионального продукта на душу населения в 2013 г. / Natural logarithm of the gross regional product per capita in 2013	-0,036**		-0,023
Доля домохозяйств, имевших персональный компьютер, % / Share of households having a personal computer, %	0,001	0,001	0,002**
Доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, % / Share of households having access to the Internet, %	-0,002*	-0,001	-0,002*
Доля населения, использующего сеть Интернет, % / Share of households using the Internet, %	-0,002	0,002	-0,001
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения, ед. / Number of connected mobile user devices per 1,000 of the population, units	0,001*	0,004	0,004*
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения, ед. / Number of active users of broadband Internet connection per 100 of the population, people	-0,001***	-0,002***	-0,002***
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, млн руб. / Volume of investments into capital assets per capita, mln rubles	0,001	0,001	0,001
Затраты на технологические инновации на душу населения, тыс. руб. / Expenses for technological innovations per capita, thousand rubles	0,006	0,003	0,001
Потребительские расходы на душу населения, тыс. руб. / Consumer expenses per capita, thousand rubles	0,001**	-0,001**	0,001

Кадочникова Е. И. Конвергенция экономического роста и цифровизация домохозяйств: пространственный анализ взаимосвязи...  
Kadochnikova E. I. Convergence of economic growth and digitalization of households: spatial analysis of interrelation...

Окончание табл. 3 / Continuation of table 3

Регрессоры / Regressors	OLS	FE	RE
Депозиты физических лиц в рублях, млн руб. / Ruble deposits of physical persons, mln rubles	-0,001	-0,001*	-0,001
Норма сбережений, % / Rate of savings, %	0,003***	0,006***	0,004***
Adj. R2	0.180	0.220	0.232
p-value (F)	0,001	0,001	
p-value (X <sup>2</sup> )			0,001
n	324	324	324

Примечание: \*\*\*, \*\*, \* – значимость на уровне 1; 5, и 10 % соответственно.

Note: \*\*\*, \*\*, \* – significance at the level of 1; 5 and 10 %, respectively.

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators” reference books.

Таблица 4

**Результаты оценки моделей условной  $\beta$ -конвергенции среднего темпа роста реального валового регионального продукта на душу населения для выявления долгосрочных пространственных эффектов (границная весовая матрица)**

**Table 4. Results of estimating the models of conditional  $\beta$ -convergence of the average growth rate of the actual gross regional product per capita for identifying the long-term spatial effects (boundary weighting matrix)**

Регрессоры / Regressors	SAR_RE	SEM_RE	SAR_FE	SEM_FE
Свободный коэффициент / Free coefficient	0,090	0,073	–	–
Натуральный логарифм валового регионального продукта на душу населения в 2013 г. / Natural logarithm of the gross regional product per capita in 2013	-0,025	-0,034e-02**	–	–
Доля домохозяйств, имевших персональный компьютер, % / Share of households having a personal computer, %	0,001*	0,001e-03	0,001e-03	0,001**
Доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, % / Share of households having access to the Internet, %	-0,002**	-0,002**	-0,002*	-0,002*
Доля населения, использующего сеть Интернет, % / Share of households using the Internet, %	0,003	0,001	0,001	0,007
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения, ед. / Number of connected mobile user devices per 1,000 of the population, units	0,002	0,002	0,001	0,001
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения, ед. / Number of active users of broadband Internet connection per 100 of the population, people	-0,001***	-0,001***	-0,001***	-0,001***
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, млн руб. / Volume of investments into capital assets per capita, mln rubles	0,001	0,001	0,001**	0,001*
Затраты на технологические инновации на душу населения, тыс. руб. / Expenses for technological innovations per capita, thousand rubles	0,001	0,001	0,001	0,001
Потребительские расходы на душу населения, тыс. руб. / Consumer expenses per capita, thousand rubles	0,001	0,001	-0,001***	-0,001***
Депозиты физических лиц в рублях, млн руб. / Ruble deposits of physical persons, mln rubles	-0,001	-0,001	-0,001**	-0,001*
Норма сбережений, % / Rate of savings, %	0,003***	0,002***	0,005***	0,006***
Пространственный авторегрессионный коэффициент для зависимой переменной / Spatial autoregression coefficient for the dependent variable	0,400***	–	0,242***	–
Коэффициент пространственной автокорреляции для шока / Spatial autoregression coefficient for the shock	–	0,510***	–	0,195274**
AIC	-975,841	-967,645	-1 183,343	–
Hausman test (p-value)	0,001	0,004	–	–
n	324	324	324	324

Примечание: \*\*\*, \*\*, \* – значимость на уровне 1, 5, и 10 % соответственно.

Note: \*\*\*, \*\*, \* – significance at the level of 1; 5 and 10 %, respectively.

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators” reference books.

дукта. Также в долгосрочной перспективе подтвердилось ожидаемое положительное влияние доли домохозяйств, имевших персональный компьютер, доли домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет. Однако в соответствии с полученными результатами не подтвердилось долгосрочное положительное влияние доли населения, использующего сеть Интернет, и числа подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения. В краткосрочной перспективе модели *SEM* – 2015, 2016, 2017 выявили положительное влияние доли населения, использующего сеть Интернет, на средний темп экономического роста в регионах. Тем самым можно предположить, что использование сети Интернет населением пока еще не является повсеместным в систематических практиках, условиях существования и потребительских габитусах, чтобы иметь положительный эффект на экономический рост в долгосрочной перспективе.

Так же, как и в работе [43], подтвердилось положительное влияние объема инвестиций в основной капитал на душу населения на средний темп роста в регионах. Не обнаружена связь затрат на технологические инновации на душу населения со средним темпом экономического роста.

Связь потребительских расходов на душу населения со средним темпом экономического роста также оказалась статистически значимой. Оценки коэффициентов при потребительских расходах не были устойчивы. В моделях без пространственной компоненты они положительные – увеличение потребления в регионе приводит к его экономическому росту, что теоретически соответствует ожиданиям в силу стимулирования спроса и экономического роста через потребление, а с пространственной компонентой – отрицательные. Возможно, увеличение потребления в данном регионе приводит к снижению его темпов роста по причине «стягивания» ресурсов в соседние регионы. При анализе данных с пространственной зависимостью невключение в модель статистически значимых пространственных лагов дает смещение в оценках, аналогичное пропущенной переменной, а при включении пространственных лагов на экономический рост данного региона оказывают влияние регрессоры не только данного региона, но и соседних. Поэтому для более точного объяснения влияния регрессоров в будущих исследованиях представляется возможным оценить прямые и косвенные предельные эффекты [37; 41, с. 20–26; 44].

За исключением статических моделей для 2017 г. все другие краткосрочные и долгосрочные модели говорят о статистически значимом положительном влиянии нормы сбережений, что подтверждает теорию [7, с. 133–137]. Ожидалось, что 2017 г. не станет исключением во влиянии нормы сбережений на сходимость темпов экономического роста в регионах. Возможно, отсутствие влияния связано с тенденцией диверсификации сбережений в инвестиции в недвижимость, которая начала проявляться именно в этот период. Ожидаемым оказался знак у коэффициента перед переменной «депозиты» – капиталозбыточные регионы имеют тенденцию к меньшему среднему темпу экономического роста, чем более бедные, что подтверждает теорию [45].

Положительный значимый пространственный авторегрессионный коэффициент ( $\rho$ ) подтверждает предположение о влиянии соседних регионов на экономический рост данного региона. Положительный значимый коэффициент пространственной автокорреляции ( $\lambda$ ) подтверждает гипотезу о влиянии шоков соседних регионов на темп роста валового регионального продукта в данном регионе.

### Выводы

По результатам оценивания двух типов пространственных эконометрических моделей по кросс-секционным и панельным данным можно сформулировать следующие выводы.

1. Выявлена положительная пространственная зависимость для валового регионального продукта на душу населения и доли населения, использующего сеть Интернет.
2. Сильные регионы способствуют экономическому росту соседей.
3. Сильные регионы способствуют росту использования сети Интернет у своих соседей.
4. Обнаружены локальные пространственные кластеры регионов по доле населения, использующего сеть Интернет, в которых в условиях цифровизации потенциально можно предполагать изменение потребительских предпочтений. Преобладание пользователей сети Интернет наблюдается в региональных кластерах Урала и Сибири, Центральной и Северо-Западной России, а также в городах Москве и Санкт-Петербурге. За период с 2014 по 2017 г. увеличивается количество успешных регионов с высокой

долей домашних хозяйств – пользователей сети Интернет (квадрант *НН* пространственной диаграммы Морана).

Выявлена условная  $\beta$ -конвергенция средних темпов роста валового регионального продукта как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Это предсказывает больший экономический рост в регионах с более низким начальным уровнем развития в предположении, что регионы имеют свое собственное устойчивое состояние. Отрицательный значимый коэффициент для депозитов физических лиц также подтверждает вывод [45] об убывающей отдаче избыточного фактора производства, в результате которой трудоизбыточные регионы могут развиваться быстрее и догонять передовые капиталозбыточные регионы.

Все модели обнаружили положительное влияние числа активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения на средний темп роста валового регионального продукта. Однако влияние доли населения, использующего сеть Интернет, подтвердилось только в краткосрочной перспективе. Все модели показали положительное влияние нормы сбережений на экономический рост при сохранении условной  $\beta$ -конвергенции его темпов в регионах в краткосрочной (за исключением 2017 г.) и долгосрочной перспективах, что подтверждает вывод [7, с. 133–137].

Пространственный авторегрессионный коэффициент и коэффициент пространственной автокорреляции подтвердили, что имеет место механизм кооперации регионов – положительное влияние соседних регионов на экономический рост в данном регионе. Это свидетельствует о необходимости учета пространственных экстерналий и межрегиональной передачи шоков в процессах экономического роста регионов.

В качестве дальнейших направлений исследования мы рассматриваем следующие. В данной работе для оценивания моделей применяется метод максимального правдоподобия [38]. Однако возможная проблема эндогенности некоторых регрессоров, например, объем инвестиций, затраты на технологические инновации, потребительские расходы, делает оценки метода максимального правдоподобия смещенными и несостоятельными. Это обстоятельство мотивирует использовать обобщенный метод моментов для систем уравнений [46], в них в качестве инструментов берутся лаги переменных модели. Также интересно выполнить

сравнение результатов, полученных с использованием граничной весовой матрицы, с результатами, полученными при использовании матрицы расстояний.

Результаты настоящего исследования могут быть использованы при формировании политики стимулирования экономического роста через потребительские предпочтения следующим образом. Во-первых, в регионах есть предпосылки для использования цифровых инструментов в стимулировании потребительского спроса домашних хозяйств и регулировании экономического роста в долгосрочной перспективе. Необходимо в полной мере использовать потенциал цифровизации домашних хозяйств, чтобы через их потребление способствовать устойчивому и быстрому экономическому развитию регионов. Во-вторых, известно, что согласно теории жизненного цикла и модели потребления с формированием привычки более высокий рост приводит к увеличению нормы сбережений в краткосрочной перспективе. Однако для повышения экономического роста в регионах требуется заботиться об увеличении сбережений домохозяйств путем обеспечения поступления доходов от инвестиционных проектов. И, наконец, полезно воздействовать на спрос и цифровизацию домохозяйств в соседних регионах, чтобы через механизм кооперации регионов управлять проблемным регионом.

Как показала пространственная диаграмма Морана для доли населения, использующего сеть Интернет, Республика Татарстан относится к успешным регионам в окружении отстающих соседей. В данной ситуации для положительного влияния на конвергенцию экономического роста и развитие соседних регионов можно рекомендовать следующее:

– посредством Интернета расширять возможности доступа к инновациям и знаниям через развитие онлайн-сервисов в систематических практиках домохозяйств (получение государственных услуг, покупка товаров и получение иных услуг (в том числе финансовых и образовательных));

– посредством интернет-сервисов способствовать технологическому прогрессу соседних регионов и сближению их экономик через онлайн-«захват» процессов стимулирования спроса у соседей;

– улучшать возможности онлайн-доступа домохозяйств к инвестиционным проектам для увеличения их сбережений и для сближения экономик соседних регионов.

ПРИЛОЖЕНИЕ / APPENDIX

Таблица П1

Локальные индексы пространственной корреляции (LISA) доли населения, использующего сеть Интернет  
Table A1. Local indices of spatial correlation (LISA) of the share of population using the Internet

Регион / Region	Годы / Years			Регион / Region	Годы / Years		
	2015	2016	2017		2015	2016	2017
Республика Адыгея / Adygei Republic	0,654	-0,105	-0,313	Москва / Moscow	2,059**	1,091	2,300***
Алтайский край / Altay krai	0,018	0,294	0,077	Московская область / Moskovskaya oblast	-0,057	-0,187	-0,459
Амурская область / Amur oblast	0,006	0,369	-0,215	Мурманская область / Murmansk oblast	1,258*	1,406*	0,851
Архангельская область / Arkhangelsk oblast	-0,002	-0,065	0,020	Ненецкий автономный округ / Nenets autonomous region	-0,484	0,337	-0,758
Астраханская область / Astrakhan oblast	-0,010	0,332	0,080	Нижегородская область / Nizhegorodskaya oblast	0,529*	0,908***	0,328
Республика Башкортостан / Republic of Bashkortostan	0,019	0,026	0,119	Республика Северная Осетия – Алания / Republic of Northern Ossetia – Alaniya	-0,075	-0,034	-0,490
Белгородская область / Belgorod oblast	1,148**	-0,226	0,011	Новгородская область / Novgorod oblast	0,070	0,107	0,278
Брянская область / Bryansk oblast	0,880**	0,127	0,416	Новосибирская область / Novosibirsk oblast	0,059	-0,022	0,013
Республика Бурятия / Buryat Republic	1,010**	0,825*	-0,090	Омская область / Omsk oblast	-0,007	-0,037	-0,011
Чеченская Республика / Chechen Republic	-2,191	-0,045	-0,296	Орловская область / Orlovskaya oblast	0,565	-0,139	0,189
Челябинская область / Chelyabinsk oblast	-0,083	0,011	0,016	Оренбургская область / Orenburg oblast	-0,088	-0,060	-0,114
Чукотский автономный округ / Chukotka autonomous region	1,024**	0,900*	0,188	Пензенская область / Penza oblast	0,491	0,442	0,600*
Республика Чувашия / Chuvash Republic	0,303	0,521	0,494	Пермский край / Perm krai	-0,014	-0,084	0,072
Санкт-Петербург / Saint Petersburg	1,724**	1,160	-0,456	Приморский край / Primorskiy krai	0,041	0,852	0,004
Республика Дагестан / Dagestan Republic	-0,907	-0,310	-0,022	Псковская область / Pskov oblast	-0,007	-0,008	0,109
Республика Алтай / Altay Republic	-0,024	1,153***	0,002	Ростовская область / Rostov oblast	-0,041	0,463	0,355
Республика Ингушетия / Ingush Republic	-2,449	0,036	1,002*	Рязанская область / Ryazan oblast	0,260	0,393	0,016
Иркутская область / Irkutsk oblast	-0,086	0,202	0,089	Республика Саха (Якутия) / Republic of Sakha (Yakutia)	0,000	0,000	0,000
Ивановская область / Ivanovo oblast	-0,260	-0,039	-0,279	Самарская область / Samara oblast	-0,078	0,013	0,066
Республика Кабардино-Балкария / Republic of Kabardino-Balkaria	0,038	0,029	0,245	Саратовская область / Saratov oblast	0,186	0,077	-0,050
Республика Калмыкия / Kalmyk Republic	-0,003	0,269	0,224	Смоленская область / Smolensk oblast	-0,053	0,014	0,011
Калужская область / Kaluga oblast	0,024	0,072	-0,150	Ставропольский край / Stavropol krai	0,014	-0,004	0,021
Камчатский край / Kamchatka krai	1,000*	1,808**	0,158	Свердловская область / Sverdlovskaya oblast	0,090	0,297	-0,013
Карачаево-Черкесская Республика / Karachai-Cherkes Republic	0,143	-0,182	-0,154	Тамбовская область / Tambov oblast	0,164	0,324	0,250
Республика Карелия / Republic of Kareliya	0,366	0,276	0,095	Республика Татарстан / Republic of Tatarstan	-0,467	-0,908	-1,211
Кемеровская область / Kemerovo oblast	0,009	-0,135	0,047	Томская область / Tomsk oblast	-0,020	0,045	-0,074
Хабаровский край / Khabarovsk krai	0,326	-0,360	0,001	Тульская область / Tula oblast	-0,134	-0,510	-0,292
Республика Хакасия / Khakass Republic	-0,167	0,490	-0,015	Республика Тыва / Tyva Republic	0,241	1,039**	-0,070
Ханты-Мансийский автономный округ / Khanty-Mansi autonomous region	1,663***	1,908***	1,357***	Тверская область / Tver oblast	0,005	0,042	0,000
Кировская область / Kirov oblast	0,071	0,158	-0,057	Тюменская область / Tyumen oblast	-0,365	0,021	0,043

Кадоchnikova E. I. Конвергенция экономического роста и цифровизация домохозяйств: пространственный анализ взаимосвязи...  
Kadochnikova E. I. Convergence of economic growth and digitalization of households: spatial analysis of interrelation...

Продолжение табл. П1 / Continuation of table A1

Регион / Region	Годы / Years			Регион / Region	Годы / Years		
	2015	2016	2017		2015	2016	2017
Республика Коми / Komi Republic	0,927***	0,519*	0,110	Удмуртская Республика / Udmurt Republic	0,034	-0,034	-0,156
Костромская область / Kostroma oblast	0,304	0,338	0,114	Ульяновская область / Ulyanovsk oblast	0,244	0,102	0,173
Краснодарский край / Krasnodar krai	0,221	-0,011	0,078	Владимирская область / Vladimir oblast	0,050	0,222	-0,030
Красноярск / Krasnoyarsk	-0,101	0,050	0,118	Волгоградская область / Volgograd oblast	-0,034	0,218	0,061
Курганская область / Kurgan oblast	0,014	-0,361	-0,067	Вологодская область / Vologda oblast	-0,022	-0,026	0,143
Курская область / Kursk oblast	1,348***	-0,262	0,077	Воронежская область / Voronezh oblast	0,367	0,016	0,004
Ленинградская область / Leningradskaya oblast	0,143	0,125	-0,021	Ямало-Ненецкий автономный округ / Yamal-Nenets autonomous region	2,731***	2,591***	1,607***
Липецкая область / Lipetsk oblast	0,286	0,003	-0,198	Ярославская область / Yaroslavl oblast	-0,014	0,015	-0,164
Магаданская область / Magadan oblast	1,476***	1,092**	0,142	Еврейская автономная область / Jewish autonomous oblast	-0,016	-0,579	-0,113
Республика Марий Эл / Mari El Republic	0,176	0,334	-0,047	Забайкальский край / Zabaikalskiy krai	0,338	0,564	0,269
Республика Мордовия / Republic of Mordovia	0,459	0,847*	2,063***				

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the "Russian regions. Social-economic indicators" reference books.

Таблица П2

**Результаты МНК-оценки модели условной  $\beta$ -конвергенции среднего темпа роста реального валового регионального продукта на душу населения без пространственных эффектов**  
**Table A2. Results of MНК estimating the model of conditional  $\beta$ -convergence of the average growth rate of the actual gross regional product per capita without spatial effects**

Регрессоры / Regressors	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Свободный коэффициент / Free coefficient	0,096	-0,046	-0,007	0,215
Натуральный логарифм валового регионального продукта на душу населения в 2013 г. / Natural logarithm of the gross regional product per capita in 2013	-0,050	-0,031	-0,052	-0,091**
Доля домохозяйств, имевших персональный компьютер, % / Share of households having a personal computer, %	-0,033	0,002	0,002	0,001
Доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, % / Share of households having access to the Internet, %	0,001	-0,001	-0,001*	-0,004*
Доля населения, использующего сеть Интернет, % / Share of households using the Internet, %	0,002	0,002*	0,002	0,003
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения, ед. / Number of connected mobile user devices per 1,000 of the population, units	0,001	0,001	0,001	0,001
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения, ед. / Number of active users of broadband Internet connection per 100 of the population, people	-0,001*	-0,002*	-0,001	-0,001
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, млн руб. / Volume of investments into capital assets per capita, mln rubles	-0,001	0,001	0,001	0,001*
Затраты на технологические инновации на душу населения, тыс. руб. / Expenses for technological innovations per capita, thousand rubles	0,001	0,001	0,001	-0,001
Потребительские расходы на душу населения, тыс. руб. / Consumer expenses per capita, thousand rubles	0,001*	0,001	0,001*	0,001

Продолжение табл. П2 / Continuation of table A2

Регрессоры / Regressors	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Депозиты физических лиц в рублях, млн руб. / Ruble deposits of physical persons, mln rubles	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
Норма сбережений, % / Rate of savings, %	0,003**	0,002**	0,001*	0,001
Adjusted R-squared:	0,119	0,182	0,166	0,104
F test (p-value)	0,043	0,008	0,012	0,063
Wald test (p-value)	0,19	0,55	0,73	0,15
AIC	-208,452	-277,371	-303,856	-207,373
n	81	81	81	81

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the "Russian regions. Social-economic indicators" reference books.

Таблица П3

**Результаты оценки модели типа SAR условной  $\beta$ -конвергенции среднего темпа роста реального валового регионального продукта на душу населения для выявления краткосрочных пространственных эффектов (граничная весовая матрица)**

**Table A3. Results of estimating the SAR models of conditional  $\beta$ -convergence of the average growth rate of the actual gross regional product per capita for identifying the short-term spatial effects (boundary weighting matrix)**

Регрессоры / Regressors	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Свободный коэффициент / Free coefficient	0,095	-0,022	0,009	0,208
Натуральный логарифм валового регионального продукта на душу населения в 2013 г. / Natural logarithm of the gross regional product per capita in 2013	-0,050	-0,032*	-0,051***	-0,088***
Доля домохозяйств, имевших персональный компьютер, % / Share of households having a personal computer, %	-0,003	0,001	0,001	0,001
Доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, % / Share of households having access to the Internet, %	0,001	-0,002**	-0,002*	-0,004**
Доля населения, использующего сеть Интернет, % / Share of households using the Internet, %	0,002	0,003	0,002	0,004*
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения, ед. / Number of connected mobile user devices per 1,000 of the population, units	0,001	0,001	0,001	0,001
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения, ед. / Number of active users of broadband Internet connection per 100 of the population, people	-0,001*	-0,002***	-0,001	-0,002
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, млн руб. / Volume of investments into capital assets per capita, mln rubles	-0,001	0,001	0,001**	0,001**
Затраты на технологические инновации на душу населения, тыс. руб. / Expenses for technological innovations per capita, thousand rubles	0,001	0,001*	0,001	-0,001
Потребительские расходы на душу населения, тыс. руб. / Consumer expenses per capita, thousand rubles	0,001**	0,001	0,001*	0,001
Депозиты физических лиц в рублях, млн руб. / Ruble deposits of physical persons, mln rubles	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001

Кадошникова Е. И. Конвергенция экономического роста и цифровизация домохозяйств: пространственный анализ взаимосвязи...  
Kadochnikova E. I. Convergence of economic growth and digitalization of households: spatial analysis of interrelation...



Продолжение табл. ПЗ / Continuation of table A3

Регрессоры / Regressors	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Норма сбережений, % / Rate of savings, %	0,003***	0,001***	0,002***	0,002
Пространственный авторегрессионный коэффициент для зависимой переменной / Spatial autoregression coefficient for the dependent variable	0,012	0,206	0,211	0,084
LR test (p-value)	0,938	0,146	0,114	0,576
Wald test (p-value)	0,950	0,137	0,105	0,573
AIC	-206,460	-277,490	-304,360	-205,690
n	81	81	81	81

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the "Russian regions. Social-economic indicators" reference books.

Таблица П4

**Результаты оценки модели типа SEM условной  $\beta$ -конвергенции среднего темпа роста реального валового регионального продукта на душу населения для выявления краткосрочных пространственных эффектов (граничная весовая матрица)**

**Table A4. Results of estimating the SEM model of conditional  $\beta$ -convergence of the average growth rate of the actual gross regional product per capita for identifying the short-term spatial effects (boundary weighting matrix)**

Регрессоры / Regressors	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Свободный коэффициент / Free coefficient	0,099	-0,028	-0,009	0,205
Натуральный логарифм валового регионального продукта на душу населения в 2013 г. / Natural logarithm of the gross regional product per capita in 2013	-0,052**	-0,027	-0,047**	-0,088***
Доля домохозяйств, имевших персональный компьютер, % / Share of households having a personal computer, %	-0,003	0,002	0,006	0,002
Доля домохозяйств, имевших доступ к сети Интернет, % / Share of households having access to the Internet, %	0,001	-0,002	-0,001	-0,004**
Доля населения, использующего сеть Интернет, % / Share of households using the Internet, %	0,002	0,002**	0,002*	0,004*
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1 000 человек населения, ед. / Number of connected mobile user devices per 1,000 of the population, units	0,001	0,001	0,001	0,001
Число активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет на 100 человек населения, ед. / Number of active users of broadband Internet connection per 100 of the population, people	-0,001**	-0,002**	0,001	0,001
Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, млн руб. / Volume of investments into capital assets per capita, mln rubles	-0,001	0,001	0,001**	0,001**
Затраты на технологические инновации на душу населения, тыс. руб. / Expenses for technological innovations per capita, thousand rubles	0,001	0,001**	0,001	0,001
Потребительские расходы на душу населения, тыс. руб. / Consumer expenses per capita, thousand rubles	0,001**	0,001	0,001	0,001
Депозиты физических лиц в рублях, млн руб. / Ruble deposits of physical persons, mln rubles	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001

Продолжение табл. П4 / Continuation of table A4

Регрессоры / Regressors	Годы / Years			
	2014	2015	2016	2017
Норма сбережений, % / Rate of savings, %	0,003***	0,001***	0,001***	0,001
$\lambda$	-0,054	0,341	0,272	0,052
LR test (p-value)	0,770	0,071	0,099	0,770
Wald test (p-value)	0,734	0,011	0,054	0,740
AIC	-206,540	-278,630	-304,580	-205,460
n	81	81	81	81

Источник: составлено автором по данным сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели».

Source: compiled by the author with the data of the “Russian regions. Social-economic indicators” reference books.

### Список литературы

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018. URL: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 25.02.2019).
2. Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. 1956. № 70, Iss. 1. Pp. 65–94.
3. Swan T. W. Economic growth and capital accumulation // The Economic Record. 1956. № 32, Iss. 2. Pp. 334–361.
4. Ramsey F. P. A mathematical theory of saving // The Economic Journal. 1928. № 38, Iss. 152. Pp. 543–559.
5. Koopmans T. C. On the concept of optimal economic growth. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta varia // The Econometric Approach to Development Planning. Part I. 1965. № 28. Pp. 225–300.
6. Cass D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation // The Review of Economic Studies. 1965. № 32, Iss. 3. Pp. 233–240.
7. Барро Р., Сала-и-Мартин Х. Экономический рост. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 824 с.: ил.
8. Deaton A., Muellbauer J. Economies and Consumer Behavior. Cambridge University Press, 1980.
9. Рощина Я. М. Дифференциация стилей жизни россиян в поле досуга // Экономическая социология. 2007. Вып. 8. № 4. С. 23–42.
10. Andrienko Y., Guriev S. Determinants of Interregional Mobility in Russia: Evidence from Panel Data, CEFIR publications. 2003. February.
11. Buccellato T. Convergence Across Russian Regions: A Spatial Econometrics Approach. Centre for the Study of Economic and Social Change in Europe, SSEES, UCL. Economics Working Papers. 2007. № 72. London. URL: <http://discovery.ucl.ac.uk/17480/1/17480.pdf>
12. Коломак Е. А. Межрегиональное неравенство в России: экономический и социальный аспекты // Пространственная экономика. 2010. № 1. С. 26–35.
13. Иванова В. И. Региональная конвергенция доходов населения: пространственный анализ // Пространственная экономика. 2014. № 4. С. 100–119.
14. Ivanova V. I. Spatial Convergence of Real Wages in Russian Cities // The Annals of Regional Science. 2018. № 61 (1). Pp. 1–30.
15. Demidova O., Prokopov D. Beta-Convergence of Russian Regions: Sectoral and Spatial Aspects // Special IARIW-HSE Conference “Experiences and Future Challenges in Measuring Income and Wealth in CIS Countries and Eastern Europe” Moscow, Russia, September 17–18, 2019.
16. Kaldor N. Capital Accumulation and Economic Growth // Proceedings of a Conference Held by the International Economics Association / A. Lutz Friedrich, Hague Douglas C. eds. London: Macmillan, 1963.
17. Young A. The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience // The Quarterly Journal of Economics. 1995. № 110 (3). Pp. 641–680.
18. Dougherty C. A Comparison of Productivity and Economic Growth in the G-7 Countries: Ph.D. dissertation. Harvard University, 1991.

19. Barro R. J., Sala-i-Martin X. Economic growth. 2<sup>nd</sup> ed. 2004. Massachusetts Institute of Technology.
20. Крамин Т. В., Климанова А. Р. Развитие цифровой инфраструктуры в регионах России // Terra Economicus. 2019. № 17 (2). С. 60–76. DOI: 10.23683/2073-6606-2019-17-2-60-76
21. Sun X.-X., Deng L.-L. An empirical analysis on the influence of household consumption on economic growth in Hubei Province (Conference Paper) // 19<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management: Management System Innovation. Changsha; China; 27–29 October 2012. Pp. 41–51.
22. Nasir Z. A. Household consumption and economic growth: Cointegration and causality analysis for Malaysia // Malaysian Journal of Consumer and Family Economics. 2012. № 15 (1). Pp. 190–203.
23. Karim Z. A., Karim B. A., Zaidi M. A. S. Fixed investment, household consumption, and economic growth: A structural vector error correction model (SVECM) study of Malaysia // International Journal of Business and Society. 2012. № 13 (1). Pp. 63–76.
24. The impact of digital finance on household consumption: Evidence from China / J. Li, Y. Wu, J. J. Xiao // Economic Modelling. 2020. № 86. Pp. 317–326.
25. Xi Kang. The Impact of Family Social Network on Household Consumption // Modern Economy. 2019. № 10. Pp. 679–697.
26. Barro R. J., Sala-i-Martin X. Convergence // Journal of political Economy. 1992. № 100 (2). Pp. 223–251.
27. Efthymios G. Tsionas. Regional Growth and Convergence: Evidence from the United States // Regional Studies. 2000. № 34. Pp. 231–238.
28. The Determinants of Economic Growth in European Regions / J. C. Cuaresma, G. Doppelhofer, M. Feldkircher // Regional Studies. 2014. № 48 (1). Pp. 44–67.
29. Roller L. H., Waverman, L. Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach // American Economic Review. 2001. № 91 (4). Pp. 909–923.
30. Holt L., Jamison M. Broadband and contributions to economic growth: Lessons from the US experience // Telecommunications Policy. 2009. № 33 (10–11). Pp. 575–581.
31. Measuring (in a time of crisis) the impact of broadband connections on economic growth: an OECD panel analysis / A. Castaldo, A. Fiorini, B. Maggi // Applied Economics. 2018. № 50 (8). Pp. 838–854.
32. Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data / R. P. Pradhan, G. Mallik, T. P. Bagchi // IIMB Management Review. 2018. № 30 (1). Pp. 91–103.
33. Коломак Е. А. Эффективность инфраструктурного капитала в России // Журнал Новой экономической ассоциации. 2011. № 10 (10). С. 74–93.
34. Вклад интеллектуального и социального капиталов в экономический рост регионов Российской Федерации / Т. В. Крамин, Р. А. Григорьев, А. В. Тимирясова, Л. В. Воронцова // Актуальные проблемы экономики и права. 2016. Т. 10, № 4. С. 66–76.
35. Крамин Т. В., Имашева И. Ю. К вопросу о бенчмаркинге на примере анализа эффективности использования широкополосного Интернета в регионах России // Актуальные проблемы экономики и права. 2020. Т. 14, № 1. С. 67–78. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.1.67-78>
36. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA // Geographical Analysis. 1995. № 27 (2). Pp. 93–115.
37. LeSage J. P., Pace R. K. Introduction to Spatial Econometrics. 2009. Boca Raton: CRC Press, 354 p.
38. Anselin L. Spatial econometrics: Methods and models. Kluwer, Dordrecht, 1988.
39. Elhorst J. P. Spatial panel data models // Handbook of applied spatial analysis / M. M. Fischer, A. Getis (Eds.). Berlin, Heidelberg and New York: Springer, 2010. Pp. 377–407.
40. Elhorst P., Halleck V. S. On spatial econometric models, spillover effects, and W. ERSA conference papers ERSA 13. European Regional Science Association, 2013. P. 222.
41. Elhorst J. P. Spatial Econometrics. From Cross-Sectional Data to Spatial Panels. Springer, 2014. 125 p.
42. Балаш О. С. Пространственный анализ конвергенции регионов России // Известия Саратовского университета. Нов. сер. Т. 12. Сер.: Экономика. Управление. Право. 2012. № 4. С. 45–52.
43. Демидова О. А., Иванов Д. С. Модели экономического роста с неоднородными пространственными эффектами (на примере российских регионов) // Экономический журнал ВШЭ. 2016. № 20 (1). С. 52–75.
44. Семерикова Е. В. Безработица в Западной и Восточной Германии: пространственный анализ панельных данных // Прикладная эконометрика. 2014. № 35 (3). С. 107–127.
45. Solow R. M. Neoclassical Growth Theory // Handbook of Macroeconomics / ed. by J. B. Taylor, M. Woodford. North-Holland: Elsevier. 1999. Vol. 1.
46. Kukenova M., Monteiro J. A Spatial dynamic panel model and system GMM: A Monte Carlo investigation // IRENE Working Papers, IRENE Institute of Economic Research. 2009. 09–01.

## References

1. *Russian regions. Social-economic indicators*, 2018, available at: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (access date: 25.02.2019) (in Russ.).
2. Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 1956, No. 70, Iss. 1, pp. 65–94.
3. Swan T. W. Economic growth and capital accumulation, *The Economic Record*, 1956, No. 32, Iss. 2, pp. 334–361.
4. Ramsey F. P. A mathematical theory of saving, *The Economic Journal*, 1928, No. 38, Iss. 152, pp. 543–559.
5. Koopmans T. C. On the concept of optimal economic growth. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta varia, *The Econometric Approach to Development Planning*, Part I, 1965, No. 28, pp. 225–300.
6. Cass D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation, *The Review of Economic Studies*, 1965, No. 32, Iss. 3, pp. 233–240.
7. Barro R., Sala-i-Martin X. *Economic growth*, Moscow, Binom, Laboratoriya znaniy, 2014, 824 p.: il. (in Russ.).
8. Deaton A., Muellbauer J. *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press, 1980.
9. Roshchina Ya. M. Differentiation of lifestyles of the Russians in the field of leisure, *Ekonomicheskaya sotsiologiya*, 2007, Iss. 8, No. 4, pp. 23–42 (in Russ.).
10. Andrienko Y., Guriev S. Determinants of Interregional Mobility in Russia: Evidence from Panel Data, *CEFIR publications*, 2003, February.
11. Buccellato T. Convergence Across Russian Regions: A Spatial Econometrics Approach. Centre for the Study of Economic and Social Change in Europe, SSEES, UCL, *Economics Working Papers*, 2007, No. 72, London, available at: <http://discovery.ucl.ac.uk/17480/1/17480.pdf>
12. Kolomak E. A. Interregional inequality in Russia: economic and social aspects, *Prostranstvennaya ekonomika*, 2010, No. 1, pp. 26–35 (in Russ.).
13. Ivanova V. I. Regional convergence of the income of the population: spatial analysis, *Prostranstvennaya ekonomika*, 2014, No. 4, pp. 100–119 (in Russ.).
14. Ivanova V. I. Spatial Convergence of Real Wages in Russian Cities, *The Annals of Regional Science*, 2018, No. 61 (1), pp. 1–30.
15. Demidova O., Prokopov D. Beta-Convergence of Russian Regions: Sectoral and Spatial Aspects, *Special LARIW-HSE Conference “Experiences and Future Challenges in Measuring Income and Wealth in CIS Countries and Eastern Europe”*, Moscow, Russia, September 17–18, 2019.
16. Kaldor N. Capital Accumulation and Economic Growth, *Proceedings of a Conference Held by the International Economics Association*, A. Lutz Friedrich, Hague Douglas C. eds., London, Macmillan, 1963.
17. Young A. The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience, *The Quarterly Journal of Economics*, 1995, No. 110 (3), pp. 641–680.
18. Dougherty C. *A Comparison of Productivity and Economic Growth in the G-7 Countries*, Ph.D. dissertation, Harvard University, 1991.
19. Barro R. J., Sala-i-Martin X. *Economic growth*, 2<sup>nd</sup> ed., Massachusetts Institute of Technology, 2004.
20. Kramin T. V., Klimanova A. R. Development of digital infrastructure in the Russian regions, *Terra Economicus*, 2019, No. 17 (2), pp. 60–76 (in Russ.). DOI: 10.23683/2073-6606-2019-17-2-60-76
21. Sun X.-X., Deng L.-L. An empirical analysis on the influence of household consumption on economic growth in Hubei Province (Conference Paper), *19<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management: Management System Innovation*, Changsha, China; 27–29 October 2012. Pp. 41–51.
22. Nasir Z. A. Household consumption and economic growth: Cointegration and causality analysis for Malaysia, *Malaysian Journal of Consumer and Family Economics*, 2012, No. 15 (1), pp. 190–203.
23. Karim Z. A., Karim B. A., Zaidi M. A. S. Fixed investment, household consumption, and economic growth: A structural vector error correction model (SVECM) study of Malaysia, *International Journal of Business and Society*, 2012, No. 13 (1), pp. 63–76.
24. Li J., Wu Y., Xiao J. J. The impact of digital finance on household consumption: Evidence from China, *Economic Modelling*, 2020, No. 86, pp. 317–326.
25. Xi Kang. The Impact of Family Social Network on Household Consumption, *Modern Economy*, 2019, No. 10, pp. 679–697.
26. Barro R. J., Sala-i-Martin X. Convergence, *Journal of political Economy*, 1992, No. 100 (2), pp. 223–251.
27. Efthymios G. Tsionas. Regional Growth and Convergence: Evidence from the United States, *Regional Studies*, 2000, No. 34, pp. 231–238.
28. Cuaresma J. C., Doppelhofer G., Feldkircher M. The Determinants of Economic Growth in European Regions, *Regional Studies*, 2014, No. 48 (1), pp. 44–67.

29. Roller L. H., Waverman, L. Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach, *American Economic Review*, 2001, No. 91 (4), pp. 909–923.
30. Holt L., Jamison M. Broadband and contributions to economic growth: Lessons from the US experience, *Telecommunications Policy*, 2009, No. 33 (10–11), pp. 575–581.
31. Castaldo A., Fiorini A., Maggi B. Measuring (in a time of crisis) the impact of broadband connections on economic growth: an OECD panel analysis, *Applied Economics*, 2018, No. 50 (8), pp. 838–854.
32. Pradhan R. P., Mallik G., Bagchi T. P. Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data, *IIMB Management Review*, 2018, No. 30 (1), pp. 91–103.
33. Kolomak E. A. Efficiency of infrastructural capital in Russia, *Zhurnal novoi ekonomicheskoi assotsiatsii*, 2011, No. 10 (10), pp. 74–93 (in Russ.).
34. Kramin T. V., Grigor'ev R. A., Timiryasova A. V., Vorontsova L. V. Contribution of intellectual and social capital into economic growth of the Russian regions, *Actual Problems of Economics and Law*, 2016, Vol. 10, No. 4, pp. 66–76 (in Russ.).
35. Kramin T. V., Imasheva I. Yu. On benchmarking by the example of the analysis of efficiency of using the broadband Internet in the Russian regions, *Actual Problems of Economics and Law*, 2020, Vol. 14, No. 1, pp. 67–78 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.14.2020.1.67-78>
36. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA, *Geographical Analysis*, 1995, No. 27 (2), pp. 93–115.
37. LeSage J. P., Pace R. K. *Introduction to Spatial Econometrics*, Boca Raton, CRC Press, 2009, 354 p.
38. Anselin L. *Spatial econometrics: Methods and models*, Kluwer, Dordrecht, 1988.
39. Elhorst J. P. Spatial panel data models, *Handbook of applied spatial analysis*, M. M. Fischer, A. Getis (Eds.), Berlin, Heidelberg; New York, Springer, 2010, pp. 377–407.
40. Elhorst P., Halleck V. S. *On spatial econometric models, spillover effects, and W. ERSa conference papers ERSa 13*, European Regional Science Association, 2013, p. 222.
41. Elhorst J. P. *Spatial Econometrics. From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*, Springer, 2014, 125 p.
42. Balash O. S. Spatial analysis of convergence of the Russian regions, *Izvestiya Saratovskogo un-ta*, Nov. ser., Vol. 12, Ser.: Ekonomika. Upravlenie. Pravo, 2012, No. 4, pp. 45–52 (in Russ.).
43. Demidova O. A., Ivanov D. S. Models of economic growth with non-homogeneous spatial effects (by the example of the Russian regions), *Ekonomicheskii zhurnal VShE*, 2016, No. 20 (1), pp. 52–75 (in Russ.).
44. Semerikova E. V. Unemployment in Western and Eastern Germany: spatial analysis of panel data, *Prikladnaya ekonometrika*, 2014, No. 35 (3), pp. 107–127 (in Russ.).
45. Solow R. M. Neoclassical Growth Theory, *Handbook of Macroeconomics*, ed. by J. B. Taylor, M. Woodford, North-Holland, Elsevier, 1999, Vol. 1.
46. Kukenova M., Monteiro J. A Spatial dynamic panel model and system GMM: A Monte Carlo investigation, *IRENE Working Papers*, IRENE Institute of Economic Research, 2009, 09–01.

Дата поступления / Received 15.03.2020

Дата принятия в печать / Accepted 29.04.2020

Дата онлайн-размещения / Available online 25.09.2020