

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УРОВЕНЬ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ РОССИИ

М. С. Вареник

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: msvarenik@anspa.ru

Аннотация. Работа посвящена выявлению закономерностей сопряжения научно-инновационной деятельности и интенсивности цифрового развития в субъектах РФ с валовым региональным продуктом (ВРП) на душу населения в регионах России. Актуальность исследования определяется значимостью обеспечения технологического лидерства и суверенитета в рамках достижения Национальных целей развития России.

Целью работы является выявление уровня взаимовлияния научно-инновационной деятельности и цифрового развития с уровнем ВРП на душу населения регионов России.

В работе использовался методологический подход, основанный на привлечении широкого круга статистических и иных показателей, отражающих научно-инновационную деятельность и развитие информационно-коммуникационных технологий. Для исследования использовались данные Росстата за 2021 и 2022 годы (показатели ВРП на душу населения, науки, инноваций и развития) информационных технологий, а также результаты, полученные автором через поисковую систему БД «Scopus» (публикационная активность ученых в регионах России, по основным отраслям науки). Анализ проводился на выборке из 77 регионов (без ряда северных и дальневосточных субъектов РФ с очень высоким уровнем ВРП на душу населения, связанным с преобладанием добывающей промышленности в структуре экономики). Построение моделей взаимосвязи проводилось на основе корреляционно-регрессионного анализа и получения формул множественной линейной регрессии.

Основные результаты исследования: установлено, что научная, инновационная и цифровизационная активности в регионах значительно коррелируют с ВРП на душу населения; при этом наиболее высокий уровень корреляции показали такие факторы, как количество публикаций в Scopus в области экономики, эконометрики и финансов, относительные затраты на прикладные исследования, объем инновационных товаров и услуг, а также объем переданной информации через Интернет. Построенная эконометрическая модель множественной регрессии, демонстрирующая взаимозависимость ключевых показателей науки, инноваций и цифрового развития с уровнем экономики, показала высокую объяснительную способность ($R^2 = 0.72$), что указывает на значительное положительное влияние исследуемых показателей на экономическое развитие и предоставляет некий ориентировочный «рецепт» для формирования и реализации региональной научно-инновационной политики и политики регионов в области цифрового развития. Отдельно проанализированы случаи значительного отклонения моделируемых показателей ВРП на душу населения от их реальных значений.

Научная новизна исследования связана с широтой перечня используемых для анализа показателей, комплексностью подхода для оценки влияния инноваций на региональную экономику, включающего совместное рассмотрение научно-инновационной и информационно-коммуникационной составляющих в качестве единого инновационного фактора для экономического роста.

Полученные результаты имеют практическую значимость для стратегирования развития региональной экономики. Соотношение показателей регрессионной модели указывает на наиболее перспективные стратегические ориентиры при планировании развития научно-инновационных систем в регионах с учетом процессов их цифровизации.

Ключевые слова: валовый региональный продукт (ВРП), научно-инновационная деятельность, цифровизация, корреляционно-регрессионный анализ, информационные технологии, регионы России, стратегирование.

Для цитирования: Вареник М. С. Влияние научно-инновационной деятельности и цифровизации на уровень экономики регионов России // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2024. – № 6. – С. 27–39. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-6-27>.

THE IMPACT OF SCIENTIFIC AND INNOVATIVE ACTIVITIES AND DIGITALIZATION ON THE LEVEL OF ECONOMY OF RUSSIAN REGIONS

M. S. Varenik

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

e-mail: msvarenik@anspa.ru

Abstract. *The work is devoted to identifying patterns of coupling scientific and innovative activities and the intensity of digital development in the constituent entities of the Russian Federation with the gross regional product (GRP) per capita in the regions of Russia. The relevance of the study is determined by the importance of ensuring technological leadership and sovereignty in the framework of achieving the National Development Goals of Russia.*

The purpose of the work is to identify the level of mutual influence of scientific and innovative activities and digital development with the level of GRP per capita in the regions of Russia.

The work used a methodological approach based on the involvement of a wide range of statistical and other indicators reflecting scientific and innovative activities and the development of information and communication technologies. The study used Rosstat data for 2021 and 2022 (indicators of GRP per capita, science, innovation and development) of information technology, as well as the results obtained by the author through the search engine of the Scopus database (publication activity of scientists in the regions of Russia, by main branches of science). The analysis was conducted on a sample of 77 regions (excluding a number of northern and far eastern regions of the Russian Federation with a very high level of GRP per capita, associated with the predominance of the extractive industry in the structure of the economy). The construction of models of the relationship was carried out on the basis of correlation and regression analysis and obtaining formulas for multiple linear regression. The main results of the study: it was found that scientific, innovative and digitalization activities in the regions significantly correlate with GRP per capita; while the highest level of correlation was shown by such factors as the number of publications in Scopus in the field of economics, econometrics and finance, relative costs of applied research, the volume of innovative goods and services, as well as the volume of information transmitted via the Internet. The constructed econometric model of multiple regression, demonstrating the interdependence of key indicators of science, innovation and digital development with the level of the economy, showed high explanatory power ($R^2 = 0.72$), which indicates a significant positive impact of the studied indicators on economic development and provides a certain indicative «recipe» for the formation and implementation of regional scientific and innovation policy and regional policy in the field of digital development. Cases of significant deviation of the simulated indicators of GRP per capita from their real values are analyzed separately.

The scientific novelty of the study is associated with the breadth of the list of indicators used for the analysis, the complexity of the approach to assessing the impact of innovation on the regional economy, including a joint consideration of the scientific and innovative and information and communication components as a single innovative factor for economic growth.

The results obtained are of practical significance for strategizing the development of the regional economy. The ratio of the regression model indicators indicates the most promising strategic guidelines in planning the development of scientific and innovative systems in the regions, taking into account their digitalization processes.

Key words: *gross regional product (GRP), scientific and innovative activity, digitalization, correlation and regression analysis, information technology, regions of Russia, strategizing.*

Cite as: Varenik, M. S. (2024) [The Impact of Scientific and Innovative Activities and Digitalization on the Level of Economy of Russian Regions]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 6, pp. 27–39. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-6-27>.

Введение

Управляемое развитие региона на основе научно-инновационных достижений соответствует концепции региональной инновационной системы (РИС). РИС характеризуется как «набор узлов в инновационной цепочке, включающей в себя генерирующие

знания фирмы, а также организации, предприятия, использующие эти знания, и разнообразные структуры, выполняющие специализированные посреднические функции: инфраструктурное обеспечение финансирования инновационных проектов, их рыночную экспертизу и политическую поддержку» [8].

В этой связи эффективное управление РИС, как и процессы ее формирования и становления должны основываться на понимании закономерностей взаимодействия всех ее элементов, в том числе, их непосредственном влиянии на экономику региона. Одним из широко применяемых инструментов для выявления связей, зависимостей и тенденций экономических показателей является корреляционно-регрессионный анализ и построение соответствующих эконометрических моделей [1]. Так, установлено, что характерными признаками наиболее инновационно развитых регионов является большое количество предприятий, занимающихся научными исследованиями и разработками, а также значительное количество созданных передовых производственных технологий. Этот фактор также следует учитывать при определении инвестиционной привлекательности, так как большинство предприятий, специализирующихся на инновациях, требуют серьезных затрат ввиду долгосрочности перспективы окупаемости полученных продуктов [7].

Вместе с тем, наряду с наукой и инновациями, непосредственными факторами современного экономического роста, основанным на знаниях и информации (данных), являются образование и цифровизация.

Указ Президента России о Национальных целях развития предписывает принять меры по снижению дисбаланса развития регионов России, обеспечить разработку обновленной Стратегии пространственного развития страны до 2030 года (концепция стратегии уже размещена на сайте Минэкономразвития России¹), кроме того, в нем развернуто, по задачам говорится о необходимости достижения технологического лидерства и обеспечения «цифровой трансформации государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы»². Однако все указанные задачи представлены в разных национальных целях. Задачи сферы образования включены, в частности, в национальную цель «Реализация потенциала каждо-

го человека, развитие его талантов, воспитание патриотичной и социально ответственной личности». Действительно, такое разделение отвечает и отраслевой ответственности органов власти на различных уровнях. При этом наука, инновации и образование стратегически в рамках формирования общих социально-экономических стратегий регионального развития³, а отдельных стратегий цифровой трансформации регионов⁴, учитывающих и отраслевой аспект, поскольку соответствующие предписывающие документы в области цифрового развития приняты и на отраслевом уровне, в том числе – в сфере науки и высшего образования⁵.

Вместе с тем, очевидно, что для комплексного стратегирования развития региона на основе знания сектора экономики необходимо понимать характерные для российских условий закономерности максимизации комплексного эффекта развития всех трех сфер, в зависимости от концентрации управленческих, организационных и финансовых усилий на определенных, измеряемых статистически направлениях. Иными словами – актуален вопрос о том, на каких направлениях и ориентирах целесообразно сконцентрироваться при достижении наиболее выраженного экономического эффекта от знаний, компетенций, технологий и коммуникаций.

Вместе с тем, совокупное использование показателей научно-инновационного и цифрового развития для анализа влияния инноваций и цифровизации на экономический рост регионов использовалось в России пока относительно не во многих работах. В этой связи выделяется работа Г. А. Унгуры, на основе эконометрических подходов показавшая системную взаимосвязь процессов в области экономики знаний, включающей сектора образования, науки и ИКТ, что полезно «в управлении экономикой знаний в условиях цифровой трансформации российских регионов» [12]. В другой работе на основе регрессионного ана-

¹ Концепция Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года // Минэкономразвития России. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/85fb48440f79df778539e0b215af5345/konceptiya_strategii_prostranstvennogo_razvitiya_rf_na_period_do_2030_goda.pdf (дата обращения: 01.09.2024).

² Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Президент России. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/85fb48440f79df778539e0b215af5345/konceptiya_strategii_prostranstvennogo_razvitiya_rf_na_period_do_2030_goda.pdf (дата обращения: 01.09.2024).

³ Приказ Министерства экономического развития РФ от 23 марта 2017 г. № 132 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке и корректировке стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации и плана мероприятий по ее реализации» // Минэкономразвития России. – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/3b00b259b4cccebf36dd63177813aa7a/Prikaz132.pdf> (дата обращения: 01.09.2024).

⁴ Стратегии цифровой трансформации // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1064/> (дата обращения: 01.09.2024).

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 21 декабря 2021 г. № 3759-р. Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования // Гарант.ру. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403203308/> (дата обращения: 01.09.2024).

лиза изучались синергетические эффекты цифрового и инновационного развития в становлении циркулярной экономики в регионах России [10].

Регрессионным методом достаточно широко исследовалось отдельно влияние цифровизации и инноваций на развитие отраслей экономики и регионов. Так, А. А. Урасова исследует развитие отраслей от технологий, в результате чего ею было проведено разбиение регионов на группы и получены соответствующие этим группам интегральные индикаторы [13]. Г. Я. Белякова с коллегами построили модели «зависимости объёмов выпуска отраслевых товаров от факторов цифровизации процессов производства» [11], в которых существует высокая связь между факторами. И. М. Черненко с коллегами на основе линейной регрессии, использующей уравнения минцеровского типа, проводят проверку «гипотез о дифференциации заработных плат в зависимости от индивидуальных цифровых компетенций и вероятности компьютеризации профессии, с одной стороны, и от уровня цифровизации регионов – с другой стороны» [4]. Ш. М. Магомедгаджиев и др. рассчитали «коэффициенты корреляции между 16 показателями, характеризующими цифровую экономику и социально-экономическое развитие регионов России» [9], причем наиболее значимые зависимости между такими показателями, как ВРП, объем промышленного производства и среднедушевые денежные доходы населения и уровнем развития цифровой экономики, существуют в наиболее развитых регионах. Ф. Ф. Галимулина и А. И. Шинкевич применили методы статистических диаграмм и множественной регрессии для «выявления связей между цифровой трансформацией нефтехимической промышленности и ресурсосбережением на предприятиях отрасли» [5]. Л. В. Афанасьева с коллегами также создали учитывающие факторы цифровизации модель, описываемую уравнением множественной регрессии, которая «может служить основой для прогнозирования и оценки величины ненаблюдаемых доходов населения как фактора ограничения устойчивого развития регионов Российской Федерации» [3]. Работа М. Ю. Архиповой и В. П. Сиротина определяет «ключевые детерминанты цифрового развития и информационного неравенства, изменение которых влияет на значения индекса доступности информационных и коммуникационных технологий

и основных параметров цифрового неравенства» [2]. А. А. Зверева с коллегами на макроуровне с помощью сбалансированной панельной регрессии индекса цифровой эволюции 50 стран за 2008, 2013, 2017 гг. обнаружили «положительное влияние цифровизации на благосостояние в развитых странах, в то же время в группе развивающихся стран влияние не выявлено» [6]. Коллективом под руководством В. В. Акбердиной было использовано пространственное авторегрессионное моделирование, результатом которого стали «взаимосвязанная и непротиворечивая конструкция теоретических подходов, позволяющих рассматривать социально-экономическое пространство как объекта моделирования на цифровых платформах»⁶. Работа коллектива под руководством Т. Ю. Стукена на основе результатов регрессионного анализа получила «оценки влияния цифровой вооруженности труда на рост производительности труда»⁷.

При этом мировой и российский опыт свидетельствует о целесообразности учета процессов цифровизации в изучении инновационного развития. Цифровизация стала ключевым, магистральным путем инновационного развития в рамках становления Индустрии 4.0. Цифровая трансформация при этом является инновационным процессом в целом для экономических и социальных отношений [14; 19]. Она охватывает все сферы экономики и общества и существенно влияет на конкурентоспособность стран. В последние десятилетия влияние цифровизации на экономическое развитие за счет использования больших объемов данных стало решающим. Во многом это связывают с имевшим место в конце 2000-х годов глобальным кризисом, способствующим всеобщему переходу к большей устойчивости за счет внедрения цифровых технологий для прогнозирования и управления процессами в финансах, на производстве и публичной политике [18].

Зарубежные исследователи отмечают, что цифровая экономика привнесла изменения в пространственную парадигму развития. Так, на основе анализа 330 китайских городов с 2011 по 2020 год показано, что цифровизация значительно ускоряет инновационный процесс, что относят к улучшению информационной среды для инноваций. При этом цифровизация – при определенном уровне ее развития – вносит существенный вклад в сглаживание региональных дисбалан-

⁶ Акбердина В. В. Разработка прототипа цифровой исследовательской платформы распределенных региональных исследований для целей моделирования сбалансированного пространственного развития России // Карточка проекта фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержанного РФФ, 2022–2023 гг. – URL: <https://www.rscf.ru/project/22-28-01674/> (дата обращения: 02.02.2024).

⁷ Стукен Т. Ю. Цифровизация экономики как драйвер роста производительности труда: теоретические и эмпирические оценки // Карточка проекта фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержанного РФФ, 2022–2023 гг. – URL: <https://www.rscf.ru/project/22-28-20336/> (дата обращения: 15.01.2024).

сов развития, в том числе, осуществляемого за счет инноваций. Отмечается синергетический эффект инновационного и цифрового развития для региональной экономики, его проявлением является то, что цифровизация выступает как своего рода катализатор увеличения объема инноваций [20].

В этой связи возрастает потребность в более тонких подходах к стратегированию цифрового и инновационного развития с учетом региональных особенностей. Норвежские исследователи предлагают теоретическую структуру, определяющую цифровой потенциал регионов на основе их инновационного потенциала, выделяя 4 типа регионов с соответственно разными рекомендуемыми типами стратегий инновационно-цифрового развития, при этом, по их мнению, соответствующие типы стратегий целесообразно адаптировать под конкретные характеристики стратегизируемого региона [15].

Одним из ключевых направлений инновационного развития в рамках становления Индустрии 4.0 является экологизация производства. В этой связи на основе анализа данных за 2008–2018 годы для ЕС-27, Великобритании и Норвегии показана высокая взаимосвязь и кластеризация цифровой занятости и секторов производства, связанных с широким применением эко-инноваций. Предлагается учитывать полученную карту инновационно-цифровых кластеров «для разработки и реализации политики для устойчивой зеленой региональной экономики и определять новые участки территорий, развитие которых необходимо стимулировать» [16]. Корреляционный анализ данных по странам ЕС за период 2015–2020 гг. государств-членов Европейского Союза показал, что цифровое развитие положительно повлияло на экономический рост государств-членов ЕС. Вместе с тем, показано, что более развитые в цифровом отношении страны-члены не только имели более высокий ВВП на душу населения, но и росли более динамично, чем менее развитые [17]. Данное обстоятельство – в условиях необходимости стремления к сбалансированному развитию регионов на уровне страны – целесообразно учитывать при комплексном стратегировании социально-экономического развития.

Представленные работы и актуальность задач развития экономики знаний в нашей стране, отраженная в государственных стратегических документах, обуславливают постановку цели настоящей работы как выявления закономерностей взаимовлияния процессов научно-инновационного (с учетом образовательной компоненты) и цифрового развития.

Методы исследования

В работе используются показатели сборника Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели»⁸, а также полученные автором через поиск в БД «Scopus» ВРП (рублей) на душу населения показатели числа публикаций ученых, работающих в субъектах Российской Федерации – в целом и по основным отраслям науки. Эти данные использовались для оценки относительной продуктивности науки. Данные были получены в 2022 году, когда доступ к Scopus в России еще работал до введения санкций. Использовались данные за 2021 год, когда значительных барьеров для публикаций российских ученых еще не было. В целом правильнее было бы использовать БД Elibrary (РИНЦ), однако поисковая система Scopus позволяет более точно получать информацию по публикационной активности организаций, расположенных в определенных городах, в отличие от поисковой системы РИНЦ.

Данные Росстата по субъектам РФ (за 2021 и 2022 годы) использовались в выборке из 77 субъектов без 8 добывающих нефтегазовых регионов (Ненецкий, Ямало-Ненецкий автономные округа, Ханты-Мансийский автономный округ–Югра, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область, Магаданская область). Данные регионы демонстрируют очень высокий уровень ВРП на душу населения при относительно невысоком уровне исследовательской активности.

Таким образом, была сформирована выборка из 77 регионов, по которым имелись данные по выбранному автором перечню показателей:

- ВРП на душу населения (рублей), 2021 г. (2022 г.);
- количество публикаций в изданиях, индексируемых в Scopus, на душу населения, 2021 г., а также количество публикаций по отраслям науки: «Сельскохозяйственные и биологические науки», «Искусство и гуманитарные науки», «Биохимия, генетика и молекулярная биология», «Бизнес, управление и бухгалтерский учет», «Химическая инженерия», «Химия», «Компьютерные науки», «Науки о принятии решений», «Стоматология», «Науки о Земле и планетах», «Экономика, эконометрика и финансы» (название научных дисциплин даны в переводе с англ.);
- отнесенные на душу населения показатели статистического сборника Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели» по разделу 19. «Наука и инновации», 2021–2022 г. – 18 групп показателей;

⁸ Регионы России. Социально-экономические показатели // Росстат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 01.09.2024).

– отнесенные на душу населения показатели статистического сборника Росстата «Регионы России. Социально-экономические показатели» по разделу 18. «Информационные и коммуникационные технологии», 2021-2022 г. (отнесены на душу населения, руб., отн. единиц или % – 12 групп показателей;

– численность преподавателей вузов (на душу населения), раздел 5 «Образование», 2021-2022 гг. Данный показатель – единственный, взятый из раздела «Образование» как условно отражающий общую насыщенность специалистами образовательного процесса в регионах;

– общая численность ученых («численность преподавателей вузов и исследователей»), а также ряд показателей, отнесенных на условную «общую численность ученых» в регионе.

Далее была построена и проанализирована множественная линейная регрессия взаимозависимости уровня экономики от данных показателей.

Результаты исследования

На первом этапе была построена корреляционная матрица исследуемых показателей для соответствующего года и выбраны показатели, которые наибольшим образом коррелируют с ВРП на душу населения и при этом – наименьшим между собой (во избежание мультиколлинеарности). Сначала рассматривались данные за 2021 год. В результате в модели были использованы следующие показатели (табл. 1). Результирующим показателем у модели является ВРП на душу населения, 2021 г. по регионам России, а роль факторных переменных x_1 , x_2 , x_3 , и x_4 играют количество публикаций Scopus по предметной области экономика, эконометрика и финансы (на душу населения), 2021 г.; ВЗИР: Прикладные исследования (рублей) / (количество исследователей и преподавателей), 2021 г.; Объем инновационных товаров, работ, услуг, рублей, на душу населения, 2021 г.; Объем информации, переданной при доступе к сети Интернет, петабайт – фиксированный доступ, на душу населения, 2021 г.

Таблица 1. Корреляционная матрица переменных модели

	ВРП на душу населения (рублей), 2021 г.	Публикации Scopus по отраслям науки: Экономика, эконометрика и финансы, на душу населения, 2021 г.	ВЗИР (внутренние текущие затраты на исследования и разработки): Прикладные исследования (рублей) / (количество исследователей и преподавателей вузов), 2021 г.	19.18. Объем инновационных товаров, работ, услуг, рублей, на душу населения, 2021 г.	18.12. Объем информации, переданной при доступе к сети Интернет, петабайт – фиксированный доступ, на душу населения, 2021 г.
ВРП на душу населения (рублей), 2021 г.	1				
Публикации Scopus по отраслям науки: Экономика, эконометрика и финансы, на душу населения, 2021 г.	0,68	1			
ВЗИР (внутренние текущие затраты на исследования и разработки): Прикладные исследования (рублей) / (количество исследователей и преподавателей вузов), 2021 г.	0,53	0,33	1		
19.18. Объем инновационных товаров, работ, услуг, рублей, на душу населения, 2021 г.	0,54	0,27	0,35	1	
18.12. Объем информации, переданной при доступе к сети Интернет, петабайт –фиксированный доступ, на душу населения, 2021 г.	0,64	0,43	0,30	0,4	1

Источник: данные получены автором

Как видно из представленных в таблице 1 данных, наиболее значительным образом положительно коррелирует с ВРП на душу населения показатель публикационной активности, нормированный на душу населения региона, причем – в области экономики, эконометрики и финансов. Высокая корреляция между этими двумя показателями может объясняться тем, что экономические исследования ориентированы на анализ актуальных проблем и процессов социально-экономического развития. Чем сложнее и важнее про-

блемы, с которыми сталкиваются регионы, тем больше появляется качественных научных публикаций, что, в свою очередь, может способствовать лучшему пониманию этих проблем и более эффективным решениям, что затем позитивно сказывается на экономических показателях региона.

Далее рассмотрим результаты регрессионного анализа (таблица 2) и соответствующую формулу множественной регрессии.

Таблица 2. Регрессионный анализ исследуемой модели (*a* – регрессионная статистика, *b* – показатели дисперсионного анализа, *c* – переменные, коэффициенты и статистические показатели формулы регрессии)

a)

Показатели	Значения
Множественный R	0,85
R-квадрат	0,72
Нормированный R-квадрат	0,71
Стандартная ошибка	171049,42
Наблюдения	77

b)

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>	<i>F</i> -критерий Фишера (табл.)
Регрессия	4	5,48E+12	1,37E+12	46,88	2,41E-19	2,49
Остаток	72	2,1E+12	29257904690			
Итого	76	7,59E+12				

в)

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95.0%	Верхние 95.0%
Y-пересечение: ВРП на душу населения (рублей), 2021 г.	214917,9	40293,6	5,33	1,06E-06	134594,08	295241,74	134594,08	295241,74
Переменная x_1 : Публикации Scopus по отраслям науки: Экономика, эконометрика и финансы, на душу населения, 2021 г.	7056141983	1190530514	5,92	9,77E-08	4682862811	9,42E+09	4,68E+09	9,42E+09
Переменная x_2 : ВТЗИР: Прикладные исследования (рублей) / (количество исследователей и преподавателей), 2021 г.	0,32	0,10	3,18	0,002	0,12	0,53	0,12	0,53

Продолжение таблицы 2в

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95.0%	Верхние 95.0%
Переменная x_3 : Объем инновационных товаров, работ, услуг, рублей, на душу населения, 2021 г.	1,78	0,52	3,36	0,001	0,72	2,83	0,72	2,83
Переменная x_4 : Объем информации, переданной при доступе к сети Интернет, петабайт – фиксированный доступ, на душу населения, 2021 г.	370164017,84	89943793,33	4,11	0,0001	190864345,3	549463690	190864345	549463690
		<i>t-табл.</i>	<i>1,99</i>					

Источник: данные получены автором

В результате было получено следующее уравнение множественной регрессии:

$$y = 214917,9 + 7056141982,61 \cdot x_1 + 0,32 \cdot x_2 + 1,78 \cdot x_3 + 370164017,84 \cdot x_4. \quad (1)$$

Высокое значение F-статистики свидетельствует о том, что модель имеет значимую объяснительную способность. На основании имеющихся данных построенная линейная модель регрессии значима. Уравнение показывает, как изменение каждой из независимых переменных влияет на ВРП на душу населения. R^2 – коэффициент, равный 0,72, указывает на то, что модель объясняет 72% вариации независимых переменных, включенных в модель. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера.

Как следует из формулы (1), регионы с ВРП на душу населения, меньшим 215 тыс. руб., с точки зрения уровня экономики практически не зависят от уровня развития региональной научно-инновационной сферы и цифровизации, что может указывать на то, что только особо интенсивное развитие науки и цифровизации в регионах влияет на экономический рост. Среди переменных выделяется публикационная активность в сфере экономики – 100 публикаций в Scopus на 1 млн сопровождаются (по формуле) подушевой экономический рост сразу на 70 тыс. руб. При этом каждая тысяча рублей расходов на прикладные исследования на одного ученого может дать увеличение ВРП на душу населения на 320 руб. Увеличение производства инновационных товаров, проведение работ и оказание услуг дает в 1,8 раз больший в денежном выражении рост ВРП на душу населения. При этом информационные по-

токи в сети Интернет в регионе оказываются в совокупности с инновациями наиболее значимым фактором экономического роста. Обратим внимание, что такой показатель, как патентная активность и разработка производственных технологий не попали в формулу, являясь, по видимому, вторичными по отношению к научной исследовательской активности, внедрение (прямое или косвенное) результатов которой в экономическую жизнь может происходить и без новых изобретений и технологий, а сразу – на основе нового знания и корректировки производственного процесса.

Из рисунка 1 хорошо видно, что ряд точек, соответствующих реальным показателям регионов, располагается выше, а ряд смоделированных значений – ниже, при этом для регионов с относительно меньшим ВРП на душу населения различие между наблюдаемыми и модельными значениями оказывается больше. Можно отнести значительную часть этого явления на счет гипотезы о том, что на более низких уровнях экономического развития более значимыми оказываются иные факторы, нежели развитие науки, инноваций и цифровизации, вместе с тем, эта гипотеза требует дополнительной верификации, выходящей за рамки настоящего исследования.

С другой стороны, полученная формула регрессии демонстрирует оптимальное сочетание влияния показателей сферы исследований и разработок на уровень экономического развития. В этой связи интересны

значительные отклонения реальных значений данного уровня от смоделированных значений.

Среди субъектов с ВРП на душу населения такие насыщенные научно-производственным потенциалом регионы, как Ульяновская область, Республика Мордовия и Самарская область имеют наиболее значительно более высокое значение смоделированного ВРП на душу населения по сравнению с реальным уровнем, а такие, как Республика Хакасия и Красноярский край имеют меньшие уровни смоделированного ВРП на душу населения по сравнению с реальным. Дан-

ное обстоятельство показывает, что далеко не всегда значительные вложения в науку и инновации, а также развитие цифровизации оборачиваются реальным ростом ВРП непосредственно в регионе размещения соответствующих мощностей, их эффект распространяется на общенациональные задачи развития. В то же время, значительный вклад высокодоходной сырьевой экономики в регионах Севера (помимо тех, что были удалены из выборки) несколько «смазывает» наблюдаемый эффект его развития за счет внутреннего научно-инновационного потенциала.

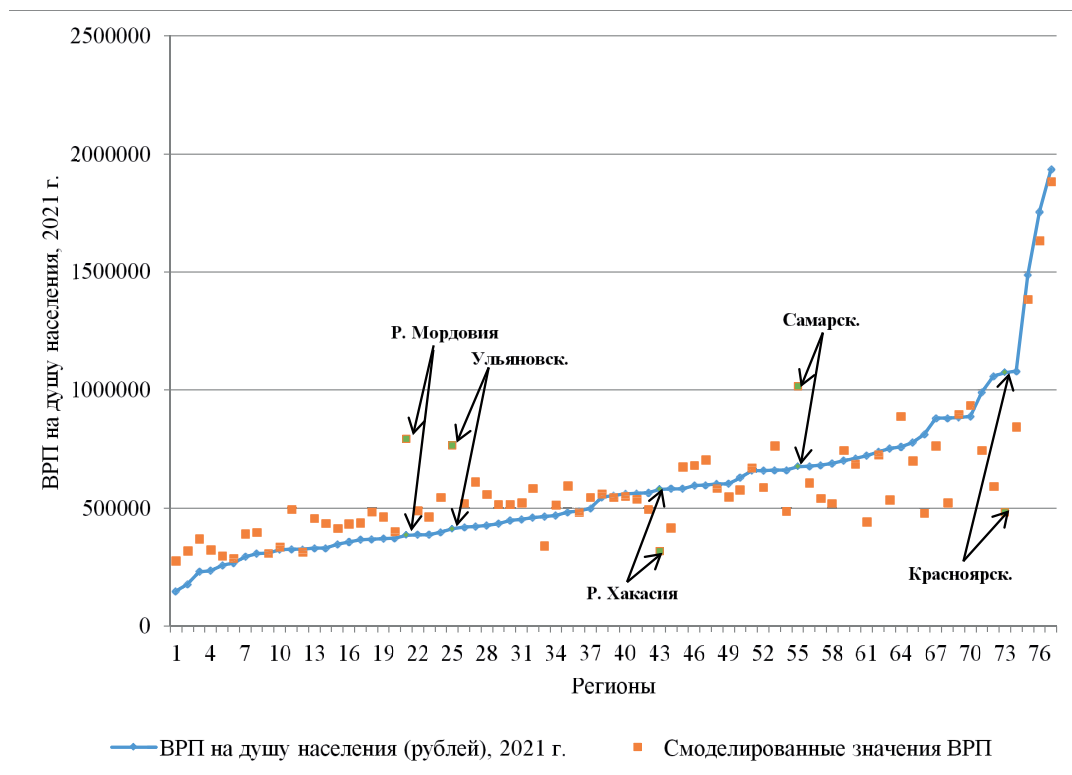


Рисунок 1. График исходных и смоделированных значений ВРП (рублей) на душу населения, по 77 регионам России, 2021 г. Показаны регионы с наибольшим отклонением реальных данных от рассчитанных по модели (1)
 Источник: рассчитано автором

Если использовать все показатели за 2022 г., кроме количества публикаций Scopus по отраслям науки, то R^2 составит 0,66, что всего на 0,06 ниже, чем за 2021 г.

Уравнение множественной регрессии несколько изменится и примет следующий вид:

$$y = 290563,29 + 9071492007,24 \cdot x_1 + 0,17 \cdot x_2 + 1,79 \cdot x_3 + 319103762,43 \cdot x_4. \quad (2)$$

2022 год был по известным причинам стрессовым для экономики страны, но в этом отношении важно, что практически неизменной осталась зависимость ее от трех параметров, связанных с наукой и инноваци-

ями, вместе с тем, уменьшилась связь с прикладной наукой. Но в целом структура модели оказалась довольно устойчивой к изменениям.

Важно при этом, что Москва и Санкт-Петербург

концентрируют значительную часть научного, инновационного и цифровизационного потенциала России, включая ведущие университеты, научно-исследовательские центры и крупные компании, участвующие в инновационной деятельности, а также

развитую цифровую инфраструктуру, имея при этом наиболее высокие ВРП на душу населения в исследуемой выборке. При исключении из выборки показателей за 2021 год было получено следующее уравнение множественной регрессии:

$$y = 264126,15 + 0,36 \cdot x_1 + 2,02 \cdot x_2 + 369922281 \cdot x_3, \quad (3)$$

где

x_1 – ВЗИР: Прикладные исследования (рублей) / (количество исследователей и преподавателей),
 x_2 – объем инновационных товаров, работ, услуг, рублей, на душу населения, Объем информации, переданной при доступе к сети Интернет, петабайт – фиксированный доступ, на душу населения,
 x_3 – объем информации, переданной при доступе к сети Интернет, петабайт – фиксированный доступ, на душу населения 2021 г. Переменная «Публикации Scopus по отраслям науки: Экономика, эконометрика и финансы, на душу населения, 2021 г.» «выпала» из уравнения, при этом выявленный уровень R^2 оказался на двадцать одну сотую ниже, чем в более полной выборке (0,51), что указывает на ослабление объясняющей способности модели. Таким образом, научные публикации и инновационная деятельность в Москве и Санкт-Петербурге значительно сильнее влияют на экономику этих регионов, чем в других субъектах страны, что подчеркивает необходимость дифференцированного подхода к развитию науки и инноваций.

Заключение

Отметим, что проведенный в работе «линейный» подход к моделированию взаимозависимости «уровень экономики – инновационное развитие» не совершенен, реальная зависимость сложна и нелинейна, и ее изучение необходимо совершенствовать, однако исследование изучения именно линейной регрессии широко распространено для общей оценки соотношения экономического роста в регионах и странах в зависимости (конечно, взаимной) от различных факторов. Аналогичных работ по инновационным показателям очень много. Новизной работы является значительное расширение спектра изучаемых показателей, отражающих новые факторы влияния научно-инновационной и цифровой сфер на экономику. Также стандартна и применяемая методика, повторяемая во многих статьях. Вместе с тем, попытка линейного описания дает больше информации о принципиальных отклонениях из выявленной закономерности, которые индивидуально проанализированы. Также отметим, что автор далек от идеализации качества и необходимости публикаций именно в изданиях Scopus, и если бы с помощью базы РИНЦ без применения очень больших временных затрат вычислять экономические и другие публикации по регионам, то, конечно, для анализа брались бы именно эти показатели публикационной активности.

Полученные результаты наглядно демонстрируют тот факт, что регионы, активно развивающие научно-исследовательскую, инновационную и цифровизационную деятельность, обладают более высоким уровнем экономического развития. Обращает на себя внимание высокая значимость публикационной ак-

тивности, особенно в сфере экономических наук.

Полученные формулы показывают, что лишь при определенном уровне экономики научно-инновационная активность и цифровые информационные потоки начинают оказывать существенное влияние на экономический рост. Данное обстоятельство особенно значимо для стратегического управления пространственным размещением научного потенциала.

Модели предоставляют определенный «стратегический рецепт» научно-инновационного развития российского региона с учетом процессов его цифровизации: поддержка исследований конкретных, экономических проблем, развитие прикладной науки, решающей производственные или иные проблемы, стремление к производству инновационной продукции, а также развитие информационного обмена и, очевидно, экономики, основанной на данных. Такой рецепт может быть довольно универсальным для научно-инновационных составляющих региональных стратегий развития, при учете, однако, региональных особенностей, которые наглядно видны на примере крупнейших городов страны.

В то же время, необходимо понимать, что корреляционный анализ измеряет не одностороннее влияние одного процесса на другой, т.е. сам высокий уровень экономики, который может быть достигнут иными способами, не связанными с инновациями, определяет приток в такие регионы научных кадров и специалистов ИТ-сферы. В этом отношении важно продолжить исследование причинно-следственных связей показателей экономики знаний и ее общего уровня, а также связи знаниевой сферы с более широким и более современным понятием «качества жизни».

Литература

1. Адамадзиев К. Р., Адамадзиева А. К. Моделирование и оценка стохастических связей между ключевыми показателями групп регионов России // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 4–3. – С. 550–556. – EDN: VVYKBR.
2. Архипова М. Ю., Сирогин В. П. Региональные аспекты развития информационнокоммуникационных и цифровых технологий в России // *Экономика региона*. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 670–683. – <https://doi.org/10.17059/2019-3-4>. – EDN: PJJXG.
3. Афанасьева Л. В., Ткачева Т. Ю., Пияльцев А. И. Выявление и статистическая оценка факторов, сдерживающих экономический потенциал регионов в условиях цифровизации // *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент*. – 2020. – Т. 10, № 6. – С. 32–41. – EDN: QDBWLG.
4. Возможности и угрозы цифровизации для развития человеческого капитала на индивидуальном и региональном уровнях / И. М. Черненко [и др.] // *Экономика региона*. – 2021. Т. 17, вып. 4. – С. 1239–1255. – <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-14>. – EDN: ZCNEUY.
5. Галимулина Ф. Ф., Шинкевич А. И. Цифровая трансформация как драйвер ресурсосберегающего развития нефтехимического сектора экономики // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2020. – Т. 22, № 4(96). – С. 64–73. – <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2020-22-4-64-73>. – EDN: PQVPOP.
6. Зверева А. А., Беляева Ж. С., Сохаг К. Влияние цифровизации экономики на благосостояние в развитых и развивающихся странах // *Экономика региона*. – 2019. – Т. 15, № 4. – С. 1050–1062. – <https://doi.org/10.17059/2019-4-7>. – EDN: GDIOHG.
7. Иванова И. А., Колантаева А. С. Анализ инновационной деятельности регионов России // *Регионология*. – 2013. – № 4 (85). – С. 47–57. – EDN: RRSCJL.
8. Кисуркин А. А. Факторы, влияющие на инновационное развитие региона и их классификация по уровням управления // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 2. – С. 294. – EDN: OXCODX.
9. Магомедгаджиев Ш. М., Гасанова Н. Р., Шарифов М. Ш. Оценка связей и зависимостей между показателями цифровой экономики и социально-экономическими показателями регионов России // *Фундаментальные исследования*. – 2020. – № 8. – С. 45–49. – <https://doi.org/10.17513/fr.42825>. – EDN: KHDAXE.
10. Никитаева А. Ю., Шестопалова О. С. Механизм формирования циркулярной экономики: теоретические аспекты и практика юга России // *Региональная экономика. Юг России*. – 2023. – Т. 11, № 4. – С. 170–181. – <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2023.4.15>. – EDN: LGRNPA.
11. Особенности управления промышленной политикой в условиях цифровизации экономики / Г. Я. Белякова [и др.] // *Проблемы социально-экономического развития Сибири*. – 2021. – № 3(45). – С. 9–14. – <https://doi.org/10.18324/2224-1833-2021-3-9-14>. – EDN: MCWAIL.
12. Унтура Г. А. Экономика знаний и цифровизация: оценки влияния на экономический рост регионов России // *Регион: Экономика и Социология*. – 2022. – № 4 (116). – С. 31–58. – <https://doi.org/10.15372/REG20220402>. – EDN: OQMGYO.
13. Урасова А. А. Методология моделирования процессов цифровизации экономики регионов РФ: технологические доминанты и отраслевая трансформация : монография – Екатеринбург : Институт экономики Уральского отделения РАН. – 2021. – 354 с. – EDN: POHLPI.
14. Frank A. G., Dalenogare L. S., Ayala N. F. (2019) Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. *Int. J. Prod. Econ.* Vol. 210, No. 3, pp. 15–26. – <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>. (In Eng.).
15. Isaksen A., Rypestøl J. O. (2022) Policy to support digitalisation of industries in various regional settings: A conceptual discussion. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*. Vol. 76, No. 2, pp. 82–93. – <https://doi.org/10.1080/00291951.2022.2060857>. (In Eng.).
16. Pirciog S. C., et al. (2023) Mapping European high-digital intensive sectors – regional growth accelerator for the circular economy. *Frontiers in Environmental Science*. Vol. 10. – <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1061128>. (In Eng.).
17. Török L. (2024) The relationship between digital development and economic growth in the European Union. *International Review of Applied Sciences and Engineering*. – <https://doi.org/10.1556/1848.2024.00797>. (In Eng.).
18. Ureche-Rangau L., Burietz A. (2013) One crisis, two crises...the subprime crisis, and the European sovereign debt problems. *Econ. Model.* Vol. 35 (C), pp. 35–44. – <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.06.026>. (In Eng.).
19. Vial G. (2019) Understanding digital transformation: a review and a research agenda. *J. Strateg. Inf. Syst.*

Vol. 28, No. 2, pp. 118–144. – <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>. (In Eng.).

20. Zhou Q., et al. (2024) How does the development of the digital economy affect innovation output? Exploring mechanisms from the perspective of regional innovation systems. *Structural Change and Economic Dynamics*. Vol. 70 (C), pp. 1–17. – <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.01.007>. (In Eng.).

References

1. Adamadziev, K. R., Adamadzieva, A. K. (2016) [Modeling and evaluation of stochastic relationships between key indicators of groups of regions of Russia]. *Fundamentalnyye issledovaniya* [Fundamental research]. Vol. 4–3, pp. 550–556. – EDN: VVYKBR. (In Russ.).

2. Arkhipova, M. Yu., Sirotin, V. P. (2019) [Regional aspects of the development of information and communication and digital technologies in Russia]. *Ekonomika regiona* [The economy of the region]. Vol. 15(3), pp. 670–683. – <https://doi.org/10.17059/2019-3-4>. – EDN: PJIJXG. (In Russ.).

3. Afanasyeva, L. V., Tkacheva, T. Yu., Piyaltsev, A. I. (2020) [Identification and statistical assessment of factors constraining the economic potential of regions in the context of digitalization]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* [Bulletin of the South-West State University. Series: Economy. Sociology. Management]. Vol. 10(6), pp. 32–41. – EDN: QDBWLG. (In Russ.).

4. Chernenko, I. M., et al. (2021) [Opportunities and threats of digitalization for the development of human capital at the individual and regional levels]. *Ekonomika regiona* [The economy of the region]. Vol. 17(4), pp. 1239–1255. – <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-4-14>. – EDN: ZCNEUY. (In Russ.).

5. Galimulina, F. F., Shinkevich, A. I. (2020) [Digital transformation as a driver of resource-saving development of the petrochemical sector of the economy]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Vol. 4(96), Iss. 22, pp. 64–73. – <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2020-22-4-64-73>. – EDN: PQVPOP. (In Russ.).

6. Zvereva, A. A., Belyaeva, J. S., Sohag, K. (2019) [The impact of digitalization welfare economies in developed and developing countries]. *Ekonomika regiona* [The economy of the region]. Vol. 15(4), pp. 1050–1062. – <https://doi.org/10.17059/2019-4-7>. – EDN: GDIOHG. (In Russ.).

7. Ivanova, I. A., Kolantaeva, A. S. (2013) [Analysis of innovation activity in Russian regions]. *Regionologiya* [Regionology]. Vol. 4 (85), pp. 47–56. – EDN: RRSCJL. (In Russ.).

8. Kisurkin, A. A. (2012) [Factors influencing the innovative development of the region and their classification by management levels]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. Vol. 2, 294 p. – EDN: OXCODX. (In Russ.).

9. Magomedgadzhiev, Sh. M., Gasanova, N. R., Sharifov, M. Sh. (2020) [Assessment of links and dependencies between indicators of the digital economy and socio-economic indicators of the regions of Russia]. *Fundamentalnyye issledovaniya* [Fundamental Research]. Vol. 8, pp. 45–49. – <https://doi.org/10.17513/fr.42825>. – EDN: KHDAXE. (In Russ.).

10. Nikitaeva, A. Y., Shestopalova, O. S. (2023) [The mechanism of formation of the circular economy: theoretical aspects and practice of the South of Russia]. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii* [Regional economy. The South of Russia]. Vol. 11. No. 4, pp. 170–181. – <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2023.4.15>. – EDN: LGRNPA. (In Russ.).

11. Belyakova, G. Ya, et al. (2021) [Features of industrial policy management in the context of digitalization of the economy]. *Problemy sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri* [Problems of socio-economic development of Siberia]. Vol. 3(45), pp. 9–14. – <https://doi.org/10.18324/2224-1833-2021-3-9-14>. – EDN: MCWAIL. (In Russ.).

12. Untura, G. A. (2022) [Knowledge economy and digitalization: assessments of the impact on the economic growth of Russian regions]. *Region: Ekonomika i Sociologiya* [Region: Economics and Sociology]. Vol. 4. No. 116, pp. 31–58. – <https://doi.org/10.15372/REG20220402>. – EDN: OQMGYO. (In Russ.).

13. Urasova, A. A. (2021) [Methodology for modeling the processes of digitalization of the economy of the regions of the Russian Federation: technological dominants and sectoral transformation]. *Institut ekonomiki Uralskogo otdeleniya RAN* [Yekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. 354 p. – EDN: POHLPI. (In Russ.).

14. Frank, A. G., Dalenogare, L. S., Ayala, N. F. (2019) Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. *Int. J. Prod. Econ.* Vol. 210, No. 1, pp. 15–26. – <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>. (In Eng.).

15. Isaksen, A., Rypestøl, J. O. (2022). Policy to support digitalisation of industries in various regional settings: A conceptual discussion. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*. Vol. 76, No. 2, pp. 82–93. – <https://doi.org/10.1080/00291951.2022.2060857>. (In Eng.).

16. Pirciog, S. C., et al. (2023) Mapping European high-digital intensive sectors – regional growth accelerator for the circular economy. *Frontiers in Environmental Science*. Vol. 10. – <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1061128>. (In Eng.).
17. Török, L. (2024) The relationship between digital development and economic growth in the European Union. *International Review of Applied Sciences and Engineering*. – <https://doi.org/10.1556/1848.2024.00797>. (In Eng.).
18. Ureche-Rangau, L., Burietz, A. (2013) One crisis, two crises... the subprime crisis, and the European sovereign debt problems. *Econ. Model*. Vol. 35 (C), pp. 35–44. – <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.06.026>. (In Eng.).
19. Vial, G. (2019) Understanding digital transformation: a review and a research agenda. *J. Strateg. Inf. Syst.* Vol. 28, No. 2, pp. 118–144. – <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>. (In Eng.).
20. Zhou, Q., et al. (2024) How does the development of the digital economy affect innovation output? Exploring mechanisms from the perspective of regional innovation systems. *Structural Change and Economic Dynamics*. Vol. 70 (C), pp. 1–17. – <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.01.007>. (In Eng.).

Информация об авторе:

Мария Сергеевна Вареник, кандидат социологических наук, доцент, заместитель директора, Высшая школа государственного администрирования, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

ORCID iD: 0000-0003-0351-2557

e-mail: mvsarenik@anspa.ru

Статья поступила в редакцию: 30.09.2024; принята в печать: 05.11.2024.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Information about the author:

Maria Sergeevna Varenik, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Deputy Director, Advanced School of Public Administration, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

ORCID iD: 0000-0003-0351-2557

e-mail: mvsarenik@anspa.ru

The paper was submitted: 30.09.2024.

Accepted for publication: 05.11.2024.

The author has read and approved the final manuscript.