

РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 330.34, 338.24, ББК 65.012, JEL Code C23, E25
DOI: 10.17072/1994-9960-2022-2-145-160



© Шимановский Д.В., 2022

ИННОВАЦИИ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ РОССИИ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Дмитрий Викторович Шимановский

ORCID ID: [0000-0002-5201-9438](https://orcid.org/0000-0002-5201-9438), Researcher ID: [G-8533-2017](https://orcid.org/G-8533-2017), e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.ru

Пермский государственный национальный исследовательский университет
(Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15)

Аннотация. В настоящее время в развитых странах экстенсивные источники экономического развития относительно стабильны и не могут служить драйверами роста валового внутреннего продукта. Численность занятых, как и накопление физического капитала, в этих государствах меняется несущественно на временном горизонте до десяти лет. Следовательно, экономический рост возможен лишь за счет совершенствования используемого труда и оборудования. В то же время инновации выступают одним из тех факторов, которые повышают среднюю эффективность используемых экономических ресурсов. Таким образом, стимулирование инновационной активности может быть одним из основных источников интенсивного экономического роста. Проведенное исследование посвящено анализу инноваций в различных регионах России и их воздействию на рост валового регионального продукта. Цель исследования состоит в выявлении вклада инновационной составляющей в рост экономики регионов Российской Федерации. Для ее достижения были применены эконометрические методы на основе панельных данных. Из результатов исследования следует вывод, что инновации можно разделить на внутренние и импортируемые. Импорт инноваций определяется динамикой импорта научно-образовательных услуг. В то же время экономические санкции в период с 2014 по 2019 г. не повлияли на импортируемый научно-технический прогресс. Результаты расчетов показывают, что инновации и накопление человеческого капитала стали основными факторами роста валового внутреннего продукта России с 2014 г. Следовательно, стимулирование инновационной активности может повлиять на рост как отечественной экономики в целом, так и отдельных ее регионов. Проведенное исследование может быть интересно специалистам экономического блока органов государственного управления. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на методах государственного управления уровнем инноваций с целью его повышения.

Ключевые слова: инновации, экономический рост, модель с фиксированными эффектами, факторы экономического роста

Для цитирования:

Шимановский Д.В. Инновации как фактор экономического роста регионов России: эконометрический анализ // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2022. Т. 17, № 2. С. 145–160. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-2-145-160

INNOVATIONS AS A FACTOR OF ECONOMIC GROWTH IN THE RUSSIAN REGIONS: ECONOMETRIC ANALYSIS

Dmitriy Viktorovich Shimanovsky

ORCID ID: 0000-0002-5201-9438, Researcher ID: G-8533-2017, e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.ru

Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia)

Abstract. Today, the extensive sources of economic growth in progressive countries are rather stable and do not drive GDP growth. The number of the employed and the accumulation of physical capital in these states show an insignificant change over a time horizon of up to ten years. Thus, economic growth is likely to be determined by the advancements in labor and applied equipment. At the same time, innovations act as a factor that increases the average efficiency of the economic resources used. Therefore, the stimulation of innovative activity can be one of the main sources for intensive economic growth. The study is devoted to the analysis of innovations in various regions of Russia and innovations' impact on GRP growth. This article aims at identifying the contribution of the innovation component to the growth of the economy in the regions of the Russian Federation. The stated goal requires panel data based econometric methods. The results of the study give the conclusion that there are domestic and imported innovations. Imported innovations are determined by the dynamics in the import of scientific educational services. At the same time, the 2014–2019 economic sanctions did not affect imported scientific and technological progress. The results of the calculations show that innovation and the accumulation of human capital have become the main factors in Russia's GDP growth since 2014. Consequently, the stimulation of innovative activity may affect the growth of both the domestic economy as a whole and its individual regions. The conducted research may be of interest to the government bodies handling the economy. Further research should be focused on the public management methods at the level of innovation for better performance.

Keywords: innovations, economic growth, fixed-effects model, economic growth factors

For citation:

Shimanovsky D.V. Innovations as a factor of economic growth in the Russian regions: Econometric analysis. *Perm University Herald. Economy*, 2022, vol. 17, no. 2, pp. 145–160. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-2-145-160

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в экономически развитых странах инновации представляют собой один из основных источников роста валового внутреннего продукта (далее – ВВП). Объясняется это тем, что численность занятых в таких государствах в последние годы отличается стабильностью или даже некоторым сокращением [1]. Указанное обстоятельство и большой объем накопленных основных фондов не позволяют росту трудовых ресурсов и инвестициям в основной капитал быть основным двигателем экономического развития. Дальнейший рост экономики возможен в большей степени лишь благодаря увеличению количества инноваций.

Необходимость стимулирования инновационной активности в России отмечена в нескольких нормативных документах федерального уровня, опубликованных на протяжении

предыдущих двадцати лет¹. Однако успехи в области развития инноваций в нашей стране за последние десять лет не столь существенны, что подтверждается данными Федеральной службы государственной статистики. Доля наукоемких и высокотехнологичных отраслей в ВВП Российской Федерации в 2019 г. увеличилась лишь на 2 процентных пункта (далее – п. п.) по сравнению с 2012 г. и составила 22,2%.

Рост инноваций в России сдерживает в том числе неблагоприятная институциональная среда [2]. Например, отмечается, что отечественный малый бизнес не склонен инвестиро-

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» // Правовая система «Гарант». URL: <http://base.garant.ru/194365/#ixzz36hTEJna1> (дата обращения: 05.03.2022).

вать в развитие новых технологий и совершенствование кадрового потенциала.

В целом по России заметна тенденция недостаточных темпов развития инновационной активности, при этом имеются значительные межрегиональные различия в уровне развития инноваций. Так, в 2012 г. по числу создаваемых передовых промышленных технологий лидировали Санкт-Петербург и Москва. В то время как в некоторых регионах Дальнего Востока и Северного Кавказа за 2012 г. не было создано ни одной передовой промышленной технологии.

В связи с указанными положениями актуальным, на наш взгляд, является рассмотрение вопроса о роли инновационной активности в экономическом росте различных регионов Российской Федерации.

Цель статьи – выявить с помощью эконометрических методов моделирования долю инновационной составляющей в экономическом росте субъектов Российской Федерации.

Оригинальность проведенного исследования заключается в выделении в структуре научно-технического прогресса внутренней инновационной активности и импортируемых инноваций, а также в поиске факторов, влияющих на импорт нововведений из технологически развитых стран.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в возможности использования его результатов органами федеральной власти в процессе принятия управленческих решений о финансировании инновационных инициатив научных учреждений и коммерческих организаций.

Для достижения результатов были выбраны эконометрические методы. В частности, использована методология построения моделей с фиксированными эффектами на основе панельных данных.

ОБЗОР НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ПОСВЯЩЕННЫХ МОДЕЛИРОВАНИЮ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ И ЕЕ РОЛИ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РОСТЕ

Теоретические основы экономического роста за счет научно-технического прогресса были заложены американским экономистом Р. Солоу в конце 1950-х гг. [3].

Его концепция исходит из неоклассической макроэкономической теории, согласно которой производительность труда определяется его капиталовооруженностью и видом производственной функции.

По мнению Р. Солоу, лишь научно-технический прогресс может повышать капиталовооруженность труда, которая при его отсутствии остается стабильной.

Другой фундаментальной работой, посвященной влиянию инноваций на экономический рост, является статья американского экономиста Р. Лукаса, опубликованная в конце 1980-х гг. [4], где автор провел анализ воздействия инвестиций в человеческий капитал и науку на темпы экономического роста.

Далее, опуская всю эволюцию взглядов на роль научно-технического прогресса в экономическом росте, остановимся на основных современных работах по данной тематике.

Исследования отечественного экономиста С.В. Дубовского посвящены моделированию технологических волн Кондратьева для экономики России [5]. Согласно теории длинных волн Кондратьева, инновационная активность развивается циклически по траектории, близкой к синусоиде. Один раз в 30–35 лет наступает период прорывных открытий в науке и технике, который с временным интервалом в 5–7 лет приводит к росту ВВП и высокой норме прибыли организаций, производящих продукцию с использованием только что изобретенных технологий. Однако постепенно экономический эффект от прорывных открытий ослабевает и сходит на нет, пока не наступает новый инновационный бум.

Российским исследователем И.А. Погосовым осуществлена оценка вклада научно-технического прогресса в экономический рост России в 1999–2007 гг. [6]. В результате исследования автор пришел к выводу, что вклад инновационной составляющей в экономический рост за указанный период может достигать 75%.

Ученые Е.И. Лазарева и Д.С. Лозовицкая предприняли попытку оценки вклада инновационной составляющей в рост отечественной экономики [7]. Уровень инновационной активности региона в их работе оценивается с использованием нормированного значения показателя «Количество разработанных передовых

производственных технологий». В результате исследования авторы приходят к выводу, что после кризиса 2008–2009 гг. вклад научно-технического прогресса в рост ВВП значительно сократился.

Исследователи Донецкого национального университета Т.А. Дадашова и Н.В. Артишевская определяли вклад ВВП в экономический рост Российской Федерации на основе теории производственных функций и эконометрического моделирования [8]. Изучив построенную эконометрическую модель, авторы приходят к выводу, что в отдельные годы вклад инноваций в рост ВВП мог быть как положительным, так и отрицательным.

Еще в одной работе коллектива российских авторов [9] отмечается, что в период перехода к постиндустриальному обществу одним из важнейших факторов роста ВВП становится развитие информационно-коммуникационных технологий.

Особо следует рассмотреть, как различные авторы понимают термин «инновация». По М. Додгсону, инновация – это «научная, технологическая, организационная и финансовая деятельность, ведущая к коммерческому введению нового (или улучшенного) продукта или нового (или улучшенного) производственного процесса или оборудования» [10, с. 126].

Описав основные подходы отечественных авторов к экономико-математическим оценкам вклада инновационной составляющей в экономический рост, перейдем к исследованию зарубежного опыта.

В коллективной работе авторов из США и Португалии под руководством Дж. Ферейры был проведен анализ зависимости роста ВВП стран Европы от инноваций в сфере охраны окружающей среды [11]. В результате исследования авторы приходят к выводу, что экологические инновации в стране благоприятно сказываются на ее экономическом росте.

Коллектив индийских авторов исследовал влияние показателей инновационной активности на экономический рост стран Европы [12]. Установлено, что в некоторых странах наблюдается взаимобратная, статистически значимая зависимость между уровнем инноваций и ростом ВВП. В некоторых странах эта зависимость носит односторонний характер.

В качестве обобщающего источника рассмотрим работу английского экономиста Г. Камерона [13]. Исследователь проводит исторический обзор трудов, посвященных моделированию вклада научно-технического прогресса в экономический рост, и подчеркивает, что изначально авторы экономико-математических моделей рассматривали экономический рост как экзогенный, не пытаясь объяснить его причины. Однако в дальнейшем стали появляться работы, объясняющие неравномерную интенсивность инноваций с течением времени и пытающиеся прогнозировать ее динамику.

Таким образом, анализ сходных по тематике исследований позволяет говорить о согласии большинства авторов с тем, что увеличение числа инноваций положительно влияет на экономический рост. При этом методы оценки инновационной составляющей в трудах разных авторов различны. В большей части исследований используются довольно простые методики расчетов, а эконометрические методы не применяются.

В связи с этим актуальной становится задача построения экономико-математических моделей, которые помогли бы оценить долю инновационной составляющей в экономическом росте различных территорий.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данная статья посвящена моделированию регионального экономического роста и оценке вклада инновационной составляющей в экономическое развитие. По этой причине сначала необходимо определиться с методом моделирования.

Первой предпосылкой модели послужило допущение, согласно которому рост совокупного предложения региона определяется производственной функцией Кобба – Дугласа. Данный вид производственной функции был использован отечественными авторами при моделировании динамики валового регионального продукта (например, [14]).

Второй предпосылкой модели послужило предположение, что инвестиции в основной капитал, рост численности занятых, повышение качества кадров и внедрение инноваций

определяют совокупное предложение в регионе. Следует отметить, что в данном контексте фактор «капитал», используемый в стандартном виде производственной функции Кобба – Дугласа, был заменен на «инвестиции в основной капитал». Подобный переход апробирован в работе [15].

Таким образом, в рамках исследования процесс роста валового продукта региона можно описать следующей производственной функцией:

$$S_{i,t} = A_{i,t} \cdot I_{i,t}^\alpha \cdot НКI_{i,t}^\beta \cdot L_{i,t}^\gamma, \quad (1)$$

где $S_{i,t}$ – темп прироста совокупного предложения i -го региона в период t ; $A_{i,t}$ – уровень инновационной активности i -го региона в период t ; $I_{i,t}$ – темп прироста инвестиций в основной капитал i -го региона в период t ; $НКI_{i,t}$ – индекс накопленного человеческого капитала i -го региона в период t ; $L_{i,t}$ – темп прироста численности занятых в i -м регионе в период t .

Подчеркнем, что производственная функция (1) учитывает не только численность занятых, но и производительность их труда, выраженную в факторе «человеческий капитал». Целесообразность такого перехода была показана в наших предыдущих работах [16].

Определившись с показателями совокупного предложения, перейдем к показателям совокупного спроса. Как было показано в работах отечественных авторов [17], совокупный спрос в регионе определяется динамикой реальных доходов населения и динамикой прибыли организаций:

$$D_{i,t} = f(Y_{d,i,t}, Pr_{i,t}), \quad (2)$$

где $D_{i,t}$ – темп прироста спроса i -го региона в период t ; $Y_{d,i,t}$ – темп прироста реальных располагаемых доходов населения i -го региона в период t ; $Pr_{i,t}$ – темп прироста совокупной прибыли предприятий i -го региона в период t .

Как видно из пояснений к формулам (1) и (2), численность занятых является натуральным показателем, а инвестиции в основной капитал и совокупная прибыль организаций – стоимостными. По этой причине стоимостные показатели были приведены к ценам 2007 г. путем дефлирования:

$$\bar{Y}_{i,t} = \frac{Y_{i,t}}{\prod_{j=1}^t DI_{j,y}}, \quad (3)$$

где $\bar{Y}_{i,t}$ – стоимостный показатель i -го региона (валовой региональный продукт (далее – ВРП), инвестиции в основной капитал и др.) в ценах базисного года в период t ; $Y_{i,t}$ – стоимостный показатель i -го региона (ВРП, инвестиции в основной капитал и др.) в текущих ценах в период t ; $DI_{j,y}$ – индекс-дефлятор ВРП i -го региона.

Остановимся на методике расчета показателя «индекс человеческого капитала», входящего в формулу (1). Как отмечают некоторые авторы (например, [16]), человеческий капитал определяется тремя составляющими: уровнем образования занятых, уровнем здоровья работников и уровнем их культуры. Исходя из этого для оценки индекса человеческого капитала были использованы три показателя: доля занятых с высшим образованием, заболеваемость хроническими болезнями на 1000 человек населения, число посещений театров в год на 1000 человек населения.

Все указанные показатели были нормированы минимаксным методом:

$$N_{i,t} = \frac{X_{i,t} - X_{\min,t}}{X_{\max,t} - X_{\min,t}}, \quad (4)$$

где $N_{i,t}$ – нормированное значение показателя для i -го региона в период t ; $X_{i,t}$ – исходное значение показателя i -го региона в период t ; $X_{\min,t}$ – минимальное значение исходного показателя среди всех регионов в период t ; $X_{\max,t}$ – максимальное значение исходного показателя среди всех регионов в период t .

Переход к нормированным показателям является стандартным преобразованием, используемым в экономических исследованиях. Например, такой подход применен для оценки энергетической безопасности в Китайской Народной Республике [18].

Далее для нормированных значений трех показателей (доли занятых с высшим образованием, заболеваемости в расчете на 1000 человек населения, посещений театров в расчете на 1000 человек населения) было вычислено среднее арифметическое, которое, на наш взгляд, может характеризовать величину накопленного значения человеческого капитала региона:

$$HKI_{i,t} = \frac{N_{ed,i,t} + N_{hl,i,t} + N_{cul,i,t}}{3}, \quad (5)$$

где $HKI_{i,t}$ – индекс человеческого капитала для i -го региона в период t ; $N_{ed,i,t}$ – нормированное значение доли занятых с высшим образованием для i -го региона в период t ; $N_{hl,i,t}$ – нормированное значение заболеваемости на 1000 человек населения для i -го региона в период t ; $N_{cul,i,t}$ – нормированное значение посещений театров на 1000 человек населения для i -го региона в период t .

Представляется очевидным, что фактический ВРП определяется в точке, где его совокупный спрос равен совокупному предложению. Таким образом, фактический ВРП является функцией от уровня научно-технического прогресса, величины накопленного человеческого капитала, численности занятых, инвестиций в основной капитал, реальных доходов населения и прибыли организаций:

$$Y_{i,t} = f(A_{i,t}, L_{i,t}, HKI_{i,t}, I_{i,t}, Y_{d,i,t}, Pr_{i,t}), \quad (6)$$

где $Y_{i,t}$ – темп прироста ВРП i -го региона в период t ; $A_{i,t}$ – уровень инновационной активности i -го региона в период t ; $I_{i,t}$ – темп прироста инвестиций в основной капитал i -го региона в период t ; $HKI_{i,t}$ – индекс накопленного человеческого капитала i -го региона в период t ; $L_{i,t}$ – темп прироста численности занятых в i -м регионе в период t ; $Y_{d,i,t}$ – темп прироста реальных располагаемых доходов населения i -го региона в период t ; $Pr_{i,t}$ – темп прироста совокупной прибыли предприятий i -го региона в период t .

Вместе с тем переменную $A_{i,t}$ в формуле (6) можно оценить по различным показателям. Научно-технический прогресс может осуществляться как за счет собственных сил, так и путем импорта технологий [19]. В связи с этим с помощью эконометрических методов в статье проверяются три гипотезы.

Гипотеза 1. Доля инновационных товаров, работ, услуг определяет научно-технический прогресс, создаваемый за счет внутренних сил.

Гипотеза 2. Импорт образовательных услуг определяет импортируемый научно-технический прогресс.

Гипотеза 3. Международные санкции определяют импортируемый научно-технический прогресс.

Важно понимать, что научно-технический прогресс неоднороден как во времени, так и в региональном разрезе. Поэтому в общем виде уравнение (6) было смоделировано с помощью линейной регрессионной модели с фиксированными двунаправленными эффектами:

$$Y_{i,t} = b_0 + FE_t + FE_i + b_1 L_{i,t} + b_2 HKI_{i,t} + b_3 I_{i,t} + b_4 Y_{d,i,t} + b_5 Pr_{i,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (7)$$

где FE_t – фиксированный эффект в период t , отражающий особенности инновационного процесса в этот период; FE_i – фиксированный эффект для i -го региона, отражающий особенности инновационного процесса в этом субъекте РФ.

Использование моделей с фиксированными эффектами является распространенной методикой в экономических исследованиях. Например, данный вид моделей был использован в работах Е.В. Козоноговой [20].

СБОР СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ПОСТРОЕНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Информационной базой исследования стали данные Федеральной службы государственной статистики, расположенные в базе данных с открытым доступом – ЕМИСС². Данные собраны за период с 2007 по 2019 г. по 74 регионам Российской Федерации. Общий объем выборки составил 949 наблюдений.

С одной стороны, объем выборки вполне достаточен для оценки модели (7). С другой – промежуток в 12 лет представляется слишком коротким для оценки динамики интенсивности научно-технического прогресса. Тем не менее ограниченность статистических данных в открытом доступе не позволяет использовать в исследовании большой временной отрезок.

Описание переменных и их обозначения представлены в табл. 1.

Далее вычислены описательные статистики переменных, указанных в табл. 1. Результаты вычислений приведены в табл. 2.

² Единая межведомственная информационно-статистическая система. URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 12.05.2020).

Таблица 1. Описание переменных эконометрической модели

Table 1. Description of econometric model variables

| Переменная, ед. изм. | Обозначение |
|--|-------------|
| 1. Темп прироста ВРП в ценах 2007 г., % | <i>Y</i> |
| 2. Темп прироста численности занятых, % | <i>L</i> |
| 3. Индекс человеческого капитала, п. п. | <i>HKI</i> |
| 4. Темп прироста инвестиций в основной капитал в ценах 2007 г., % | <i>I</i> |
| 5. Темп прироста реальных денежных доходов населения, % | <i>YD</i> |
| 6. Темп прироста сальдированного финансового результата организаций в ценах 2007 г., % | <i>Pr</i> |

Источники: п. 1–2, 4–6 – Росстат; п. 3. – расчеты автора.

Данные табл. 2 позволяют отметить, что наиболее изменчивыми показателями являются темп прироста инвестиций в основной капитал и сальдированный финансовый результат организаций. Наименее изменчивыми – индекс человеческого капитала и темп прироста численности занятых.

Таблица 2. Описательные статистики переменных

Table 2. Descriptive statistics of variables

| Переменная | Среднее | Максимум | Минимум |
|------------|---------|----------|----------------------|
| <i>Y</i> | 2,68 | 20,00 | –19,60 |
| <i>L</i> | 0,07 | 63,02 | –13,29 |
| <i>HKI</i> | 0,56 | 0,85 | 0,06 |
| <i>I</i> | 5,40 | 169,46 | –56,88 |
| <i>YD</i> | 2,48 | 31,50 | –19,70 |
| <i>Pr</i> | 6,19 | 169,46 | –56,88 |
| Переменная | Медиана | СКО* | Коэффициент вариации |
| <i>Y</i> | 2,50 | 4,61 | 1,72 |
| <i>L</i> | –0,25 | 0,04 | 0,57 |
| <i>HKI</i> | 0,58 | 0,14 | 0,25 |
| <i>I</i> | 3,09 | 25,09 | 4,65 |
| <i>YD</i> | 1,30 | 6,41 | 2,58 |
| <i>Pr</i> | 3,88 | 25,44 | 4,11 |

* СКО – среднеквадратичное отклонение.

Для исключения мультиколлинеарности далее была построена корреляционная мат-

рица между объясняющими переменными. Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Корреляционная матрица объясняющих переменных

Table 3. Correlational matrix of explicative variables

| Переменная | <i>Pr</i> | <i>L</i> | <i>I</i> | <i>HKI</i> | <i>YD</i> |
|------------|-----------|----------|----------|------------|-----------|
| <i>Pr</i> | 1,00 | – | – | – | – |
| <i>L</i> | 0,02 | 1,00 | – | – | – |
| <i>I</i> | 0,12 | 0,14 | 1,00 | – | – |
| <i>HKI</i> | –0,13 | –0,13 | –0,09 | 1,00 | – |
| <i>YD</i> | 0,29 | 0,22 | 0,24 | –0,37 | 1,00 |

Как видно из табл. 3, в корреляционной матрице отсутствуют коэффициенты корреляции, абсолютное значение которых больше 0,7. Следовательно, можно говорить об отсутствии мультиколлинеарности.

Затем на основе панельных данных была проведена проверка временных рядов на стационарность с помощью теста Левина – Лина – Чу (подробнее о тесте см. [21]). Тест исходит из нулевой гипотезы, согласно которой не все временные ряды панели стационарны. Результаты применения теста представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результат применения теста Левина – Лина – Чу для проверки временных рядов на стационарность

Table 4. The Levin-Lin-Chu test results after checking time series for stationarity

| Переменная | <i>t</i> -статистика | <i>p</i> -значение | Результат теста |
|------------|----------------------|--------------------|--|
| <i>Y</i> | –25,14 | 0,00 | Все временные ряды панели стационарны |
| <i>L</i> | –18,35 | 0,00 | Все временные ряды панели стационарны |
| <i>HKI</i> | 7,09 | 0,99 | Не все временные ряды панели стационарны |
| <i>I</i> | –17,49 | 0,00 | Все временные ряды панели стационарны |
| <i>YD</i> | –14,03 | 0,00 | Все временные ряды панели стационарны |
| <i>Pr</i> | –21,18 | 0,00 | Все временные ряды панели стационарны |

Из табл. 4 следует, что все временные ряды, кроме значений индекса человеческого капитала, являются стационарными. Чтобы перейти к стационарным временным рядам переменной HKI , были взяты первые разности значений данной переменной:

$$\Delta HKI_{i,t} = HKI_{i,t} - HKI_{i,t-1}. \quad (8)$$

После перехода к первым разностям все временные ряды панели HKI , в соответствии с тестом Левина – Лина – Чу, становятся стационарными.

Перейдем к построению собственно эконометрической модели. Было рассмотрено три варианта моделей на основе панельных данных: с двунаправленными фиксированными эффектами, с фиксированными эффектами по времени, с фиксированными эффектами по регионам. Результаты оценки неизвестных параметров названных моделей представлены в табл. 5.

Из табл. 5 следует, что наибольший коэффициент детерминации имеет модель с двунаправленными фиксированными эффектами. Поэтому в дальнейшем она будет использоваться для анализа факторов регионального экономического роста.

График остатков соответствующей модели был проанализирован на наличие выбросов. Графическое изображение остатков представлено на рис. 1.

Таблица 5. Результаты оценки неизвестных параметров

Table 5. Results of evaluating unknown parameters

| Переменная (критерий качества) | Модель | | |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | с двунаправленными FE | с FE по регионам | с FE по периодам |
| L | 0,09** (0,04) | 0,25*** (0,04) | 0,06 (0,03) |
| ΔHKI | 0,05** (0,03) | 0,02* (0,01) | 0,05*** (0,02) |
| I | 0,03*** (0,005) | 0,06*** (0,005) | 0,03*** (0,004) |
| YD | 0,06** (0,03) | 0,22*** (0,02) | 0,07*** (0,02) |
| Pr | 0,005 (0,004) | 0,003 (0,005) | 0,005 (0,004) |
| $Const$ | 0,02*** (0,001) | 0,03*** (0,006) | 0,02*** (0,001) |
| R^2 | 0,55 | 0,39 | 0,47 |
| DW | 2,12 | 2,21 | 1,79 |
| Объем выборки, наблюдений | 876 | 876 | 876 |

Примечания: 1) в скобках приведены стандартные ошибки соответствующих оценок неизвестных параметров; 2) *** – значимость переменной на уровне 1%; ** – на уровне 5%; * – на уровне 10%.

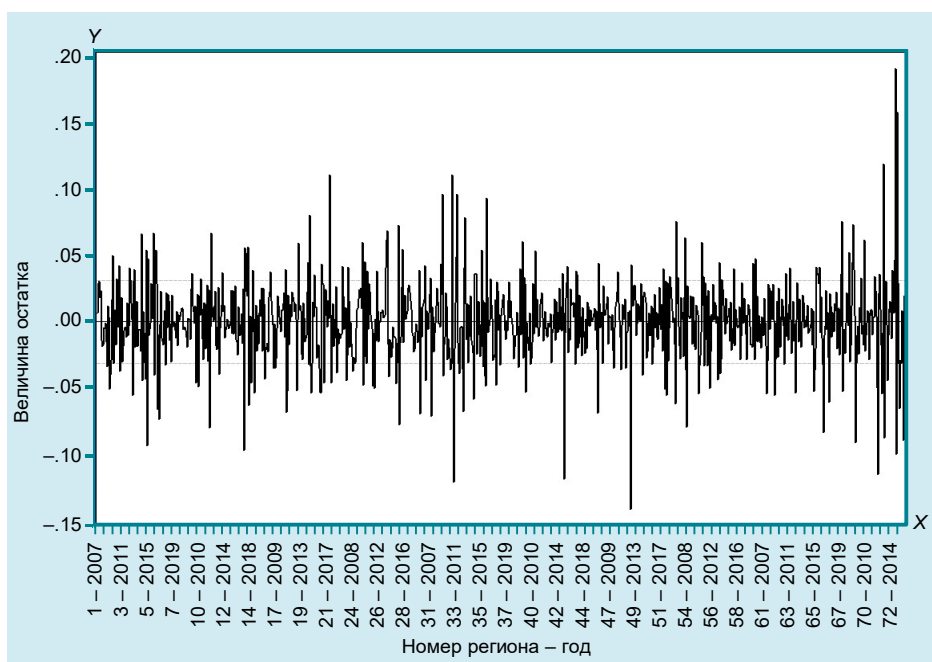


Рис. 1. Графическое изображение остатков в модели с двунаправленными фиксированными эффектами

Fig. 1. Visual representation of residues in the model with two-directional fixed effects

На рис. 1 видно, что положительный выброс дает рост ВРП Сахалинской области в 2007 г. на 27,7%. Этот рост связан с разработкой нового нефтегазового месторождения в данном регионе. Отрицательные выбросы соответствуют падению в 2009 г. ВРП Самарской области на 19,6% и ВРП Республики Ингушетия на 13,6%.

После удаления выбросов и исключения незначимых переменных модель с двунаправленными фиксированными эффектами принимает вид (9).

Далее модель (9) была проверена на нормальность распределения остатков с помощью теста Харке – Бера. Гистограмма остатков приведена на рис. 2. Согласно критерию Харке – Бера гипотеза о нормальном распределении остатков принимается на уровне значимости 0,1.

Итак, на основании коэффициента детерминации, тестов Стьюдента, статистики Дарбина – Уотсона, отсутствия мультиколлинеарности, стационарности всех временных рядов, нормальности распределения остатков можно говорить, что модель (9) является статистически значимой.

Перейдем к описанию оценок фиксированных эффектов. Фиксированные эффекты по периодам представлены в табл. 6.

Таблица 6. Фиксированные эффекты по периодам в модели (9)

Table 6. Fixed effects by periods in the model (9)

| Период (год) | Фиксированный эффект |
|--------------|----------------------|
| 2008 | 3,56 |
| 2009 | -6,35 |
| 2010 | 2,22 |
| 2011 | 4,22 |
| 2012 | 0,52 |
| 2013 | -0,19 |
| 2014 | 0,51 |
| 2015 | -1,63 |
| 2016 | -0,95 |
| 2017 | -0,40 |
| 2018 | -0,81 |
| 2019 | -0,72 |

$$Y_{i,t} = 0,02 + FE_t + FE_i + 0,09L_{i,t} + 0,06\Delta HKI_{i,t} + 0,03I_{i,t} + 0,07Y_{d,i,t} \quad (9)$$

(0,00) (0,03) (0,01) (0,00) (0,02)

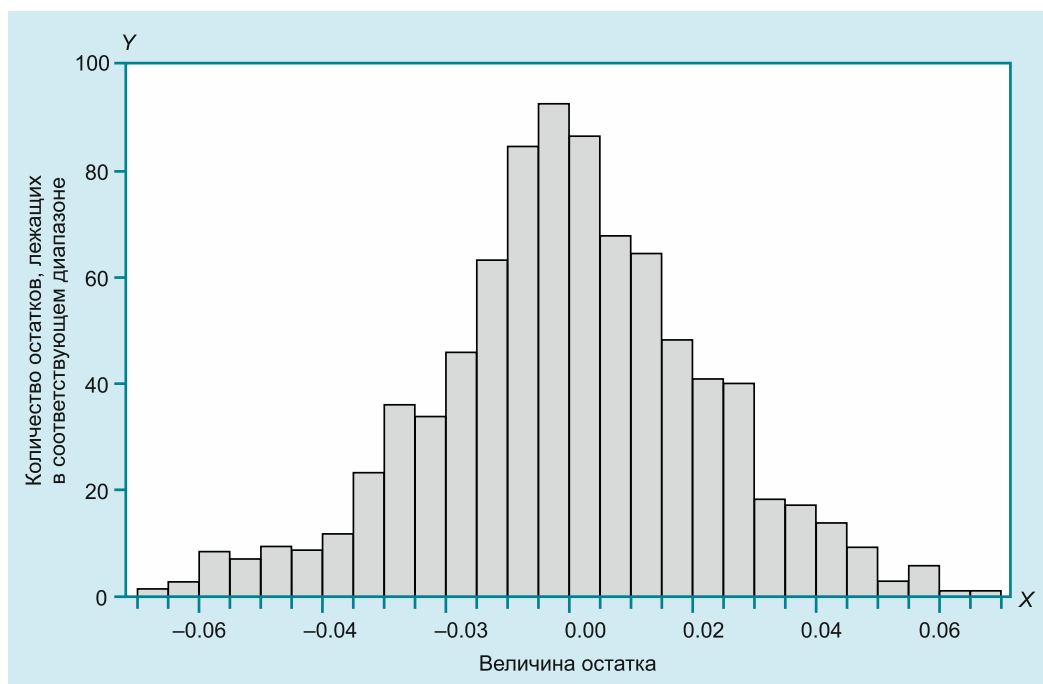


Рис. 2. Гистограмма остатков после удаления выбросов

Fig. 2. Histogram of residues after eliminating outlying observations

Исходя из описанной формулой (6) модели, фиксированный эффект для периода можно интерпретировать как особенности научно-технического прогресса в соответствующий период.

По представленным в табл. 6 данным выделяются три периода в инновационном развитии России за последние 15 лет:

- 1) кризис 2009 г. и его последствия;
- 2) успешное инновационное развитие в период с 2010 по 2013 г., в том числе за счет импорта технологий;

3) резкое сокращение технологического импорта в связи с ослаблением национальной валюты и введением экономических санкций (с 2014 г. по настоящее время).

Для проверки гипотез 2 и 3 настоящей статьи была построена вспомогательная модель множественной регрессии:

$$FE_t = a \cdot \varepsilon_t + b \cdot S_t, \quad (10)$$

где ε_t – темп прироста импорта образовательных услуг в год t ; S_t – фиктивная переменная, означающая наличие санкций; a – угловой коэффициент, отражающий степень влияния импорта образовательных услуг на заимствование инноваций; b – угловой коэффициент, отражающий степень влияния уровня санкций на импорт инноваций.

Включению двух указанных переменных в модель (9) препятствует отсутствие соответствующей региональной статистики.

Отдельно считаем необходимым пояснить выбор спецификации модели относительно санкционного режима. Бесспорно, уровень экономических санкций значительно различался в течение периода с 2014 по 2019 г.; определенные экономические санкции в отношении России со стороны высокотехнологичных стран существовали и до 2014 г. Однако, как показали исследования зарубежных авторов, уровень санкционного давления на Россию резко возрос с марта 2014 г. [22]. Таким образом, при первом приближении уровень экономических санкций можно рассматривать как фиктивную переменную с переклещением в 2014 г.

Следует отметить, что между импортом технологий и их воздействием на рост выпуска может присутствовать лаг в несколько лет ввиду освоения и внедрения новых про-

изводственных процессов. Однако в условиях имеющейся выборки включение лаговых значений импорта образовательных услуг в модель (10) приводит к тому, что коэффициент детерминации снижается.

В результате оценки неизвестных параметров модели (10) выяснилось, что международные санкции не влияют на уровень научно-технического прогресса. При этом переменная, отражающая темп прироста образовательных услуг, оказалась значимой на 5%-м уровне. Из данной модели следует, что рост импорта образовательных услуг на 1% ведет к росту ВВП на 0,12%.

Таким образом, гипотеза 2 исследования подтверждается. В то же время опровергается гипотеза 3 о влиянии санкций на импортируемый научно-технический прогресс.

Далее перейдем к проверке гипотезы 1. Для оценки степени воздействия инновационной активности российских организаций на рост ВРП под действием научно-технического прогресса была построена следующая модель парной регрессии:

$$FE_i = b \cdot Inv_i, \quad (11)$$

где Inv_i – средняя доля инновационных товаров, работ, услуг в i -м регионе за период с 2008 по 2019 г.; b – угловой коэффициент, отражающий влияние внутренней инновационной активности на уровень ВРП.

Результаты оценки неизвестных параметров модели (11) позволяют сделать вывод, что доля инновационных товаров, работ, услуг положительно влияет на экономический рост в российских регионах и определяет научно-технический прогресс, создаваемый собственными силами.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Прежде всего на основе эконометрических моделей, описанных в предыдущем разделе статьи, была произведена оценка вклада различных факторов в экономический рост Российской Федерации за период с 2008 по 2019 г. Данный период был разделен на три отрезка: мировой финансовый кризис (2008–2009 гг.), восстановительный рост (2010–2013 гг.) и период санкций (2014–2019 гг.). Результаты расчетов представлены в табл. 7.

Таблица 7. Основные факторы экономического роста и их вклад в рост ВВП за период с 2008 по 2019 г.

Table 7. Key factors of economic growth and their contribution into GDP growth, 2008–2019

| Фактор | Вклад в экономический рост в зависимости от периода, % | | |
|--|--|------------------------------------|----------------------------|
| | мировой финансовый кризис (2008–2009) | восстановительный рост (2010–2013) | период санкций (2014–2019) |
| Среднегодовой темп прироста ВВП, в том числе за счет | –1,31 | 3,65 | 0,95 |
| изменения численности занятых | –0,01 | 0,06 | 0,01 |
| инвестиций в основной капитал | –0,01 | 0,22 | –0,02 |
| накопления человеческого капитала | –0,52 | 0,11 | 0,47 |
| научно-технического прогресса | 0,25 | 0,44 | 0,23 |
| внутренняя инновационная активность | 0,23 | 0,26 | 0,27 |
| импортируемый научно-технический прогресс | 0,02 | 0,18 | –0,04 |
| роста потребления ввиду увеличения доходов населения | 0,19 | 0,26 | –0,08 |
| иных факторов | –1,21 | 2,56 | 0,34 |

Из табл. 7 в первую очередь следует, что инновационная активность является вторым по значимости фактором, определяющим экономический рост Российской Федерации.

Рассмотрим приведенные в табл. 7 данные более подробно.

Во-первых, из представленных расчетов видно, что изменение численности занятых слабо влияет на рост ВВП России. В настоящее время численность населения РФ относительно стабильна и рост населения не может стать источником экономического развития. Более того, в последние годы наблюдается сокращение миграционного прироста и старение населения [23]. Пандемия COVID-19 наверняка усугубит указанные процессы. Следовательно, рост численности занятых не может служить источником экономического развития в долгосрочной перспективе.

Во-вторых, долгое время рост совокупного спроса в России опережал рост потенциально возможного ВВП. Такой вывод можно сделать исходя из того, что за период с 2008 по 2013 г. реальные доходы населения росли быстрее, чем ВВП. Однако ослабление национальной валюты и ужесточение монетарной политики в 2014–2015 гг. привели к тому, что уровни спроса и предложения стали ближе к равновесному.

В-третьих, в России наблюдается слабая инвестиционная активность. Особенно эта проблема обострилась после 2014 г., когда ослабление рубля по отношению к доллару США привело к сокращению высокотехнологичного импорта. Недостаточность инвестиционной активности, которая сдерживает отечественный экономический рост, отмечают и другие авторы [24].

В-четвертых, накопление человеческого капитала стало важным фактором экономического развития в период с 2014 г. Это может быть связано с выполнением так называемых майских указов и увеличением финансирования социальной сферы. Некоторые отечественные авторы подтверждают тезис, согласно которому социальный прогресс способствует и экономическому росту [25].

Наконец перейдем к фактору экономического роста, исследованию которого и посвящена статья, а именно фактору «научно-технический прогресс». Как было сказано, в России научно-технический прогресс достигается как за счет внутренней инновационной активности, так и за счет импорта технологий. При этом последний тип прогресса определяется динамикой импорта образовательных услуг, и до 2019 г. он почти не зависел от жесткости вводимых экономических санкций.

Таблица 8. Регионы Российской Федерации, упорядоченные по величине вклада инновационной компоненты в рост ВРП за период с 2008 по 2019 г.

Table 8. Regions of the Russian Federation by their innovation component share in GRP growth, 2008–2019

| Регион | Вклад инновационной активности в рост ВРП, % | Среднегодовой темп прироста ВРП на душу населения (справочно), % |
|---|--|--|
| 1. Тамбовская область | 69,8 | 5,3 |
| 2. Белгородская область | 41,4 | 5,9 |
| <...> | <...> | <...> |
| 72. Республика Северная Осетия – Алания | 0,3 | 2,1 |
| 73. Республика Ингушетия | 0,1 | 3,2 |

Однако в условиях геополитических рисков импортируемый научно-технический прогресс не может быть надежным источником экономического развития.

Следует отметить, что в настоящее время инновационная активность дает ежегодное увеличение ВВП всего на 0,20–0,25 п. п. В силу того, что экстенсивные источники роста (увеличение численности занятых и инвестиции в основной капитал) не могут составлять основу экономического развития, увеличение инновационной активности может оказаться главным источником роста наряду с социальным прогрессом и накоплением человеческого капитала.

В связи с этим возникает вопрос о возможных путях повышения инновационной активности, например: предоставление льгот наукоемким отраслям, увеличение финансирования научных и опытно-конструкторских разработок и иные действия, обсуждение которых выходит за рамки статьи.

Помимо анализа воздействия динамики инновационной активности на экономический рост на уровне Российской Федерации, в рамках настоящего исследования был изучен региональный аспект указанной зависимости. Для этого были упорядочены фиксированные эффекты по регионам, которые отражают вклад инновационной составляющей в экономический рост соответствующих субъектов РФ. Регионы с наибольшей и наименьшей долей вклада этого фактора в рост ВРП представлены в табл. 8: наиболее инновационными регионами России за 2008–2019 гг. оказались аграрные регионы Цент-

рального Черноземья. На наш взгляд, это может быть связано с введением продовольственного эмбарго в 2014 г., которое дало хороший импульс развитию отечественного сельского хозяйства. Так, наиболее инновационным регионом оказалась Тамбовская область. По нашим подсчетам, основанным на данных Федеральной службы государственной статистики, отраслью специализации этого региона является сельское хозяйство. По состоянию на 2019 г. 26% ВРП Тамбовской области приходится на данную отрасль. Однако 73% прироста ВРП этого региона за 2016–2019 гг. происходило за счет роста добавленной стоимости в производстве сельскохозяйственной продукции.

На основании анализа данных, представленных в табл. 8, можно также сделать вывод о том, что более инновационные регионы характеризуются ускоренным по отношению к среднероссийскому уровню ростом ВРП на душу населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования выявлен вклад инновационной активности и других основных факторов в экономический рост регионов России. К сожалению, наличие статистических данных лишь с 2008 г. не позволяет делать выводы об изменении интенсивности научно-технического прогресса в России на протяжении нескольких десятилетий. Ограниченность периода публикуемой статистики по некоторым макрофинансовым показателям (средневзвешенная процентная ставка по выданным кре-

дителям, объем задолженности различных секторов экономики по банковским ссудам) тоже затрудняет анализ экономического роста в плане его структурной декомпозиции.

Тем не менее по результатам исследования можно сделать вывод, что экстенсивные источники роста ВВП (рост численности занятых и наращение физического капитала) в настоящее время исчерпали себя и не оказывают существенного влияния на экономическое развитие. В то время как вклад интенсивных факторов экономического роста (накопление человеческого капитала и инновации) в экономическое развитие России в последнее время усиливается.

Начиная с 2014 г. вклад человеческого капитала в рост ВВП России существенно вырос. Считаем, что этому могли способствовать «майские указы» президента и социально ориентированная фискальная политика.

На фоне замедления экономического роста в период действия экономических санкций (с 2014 по 2019 г.) можно констатировать улучшение его качества в плане перехода от экстенсивных источников к интенсивным.

Что же касается научно-технического прогресса, то с 2014 г. в его структуре произошли значительные перемены. Доля импортируемого прогресса из-за ослабления курса национальной валюты и снижения импорта научно-образовательных услуг уменьшилась. Одновременно возросла роль инноваций, создаваемых внутри Российской Федерации. Ввиду усиления геополитических рисков это представляется вполне обоснованным.

Дальнейшее направление исследований видится в обсуждении путей и механизмов повышения роли инноваций в экономическом развитии России благодаря проведению соответствующей государственной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов С.Г. Методология макроэкономического анализа и прогнозирования спроса на рабочую силу и ее предложения: дис. ... д-ра экон. наук. М., 2005. 331 с.
2. Барабаш Н.С., Бочковский П.П., Шамсутдинов Ю.А. Влияние институциональной и инфраструктурной сред на развитие инноваций в современном мире // Проблемы прогнозирования. 2017. № 3 (162). С. 75–89.
3. Solow R.M. Technical Change and the Aggregate Production Function // Review of Economics and Statistics (The MIT Press). 1957. Vol. 39, no. 3. P. 312–320. DOI: [10.2307/1926047](https://doi.org/10.2307/1926047)
4. Lucas R.E. On the mechanics of economic development // Journal of Monetary Economics. 1988. Vol. 22, iss. 1. P. 3–42. DOI: [10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
5. Дубовский С.В. Моделирование циклов Кондратьева и прогнозирование кризисов // Кондратьевские волны. 2012. № 1. С. 179–188.
6. Погосов И.А. Факторы долгосрочного экономического роста: научно-технический прогресс и капиталоемкость производства // Проблемы прогнозирования. 2015. № 5 (152). С. 11–16.
7. Лазарева Е.И., Лозовицкая Д.С. Эконометрическая оценка параметра научно-технического прогресса в модели инновационного экзогенного экономического роста // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2020. Т. 28, № 1. С. 123–136. DOI: [10.22363/2313-2329-2020-28-1-123-136](https://doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-1-123-136)
8. Дадашова Т.А., Артишевская Н.В. Моделирование влияния уровня научно-технического развития на экономический рост Российской Федерации // Новое в экономической кибернетике. 2021. № 1. С. 11–21.
9. Петухов Н.А., Архипова М.Ю., Нижегородцев Р.М. Факторы экономического роста регионов: регрессионно-кластерный анализ: монография. Харьков: ИНЖЕК, 2009. 416 с.
10. Носков А.А., Третьякова Е.А. Влияние научно-инновационной деятельности вузов на инновационное развитие регионов (пример Приволжского федерального округа): монография / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Электрон. дан. (9,24 Мб). Пермь, 2020. 239 с. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/mono/noskovtrityakova-vliyanie-nauchno-innovacionnoj-deyatelnosti-vuzov-nainnovacionnoe-razvitiye-regionov.pdf> (дата обращения: 15.03.2022).
11. Ferreira J.M. Fernandes C.I., Ferreira A.F. Technology transfer, climate change mitigation, and environmental patent impact on sustainability and economic growth: A comparison of European countries // Technological Forecasting and Social Change. 2020. Vol. 150. Article 119770. DOI: [10.1016/j.techfore.2019.119770](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119770)

12. Maradana R.P., Pradhan R.P., Dash S., Gaurav K, Jayakumar M., Chatterjee D. Does innovation promote economic growth? Evidence from European countries // Journal of Innovation and Entrepreneurship. 2017. Vol. 6. Article 1. DOI: [10.1186/s13731-016-0061-9](https://doi.org/10.1186/s13731-016-0061-9)
13. Cameron G. Innovation and economic growth. London: Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 1996. 30 p.
14. Неустроев С.С. Об оценке вклада инновационного фактора и результаты экономического развития региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2012. № 3 (21). С. 86–91.
15. Бессонов В.А., Цухло С.В. Анализ динамики российской переходной экономики: монография / Институт экономики переходного периода. М.: ИЭПП, 2002. 189 с. (Серия: Научные труды; № 42Р.) URL: <https://www.iep.ru/ru/publikacii/publication/342.html> (дата обращения: 15.03.2022).
16. Шимановский Д.В. Оценка взаимосвязи между величиной человеческого капитала и ростом экономики регионов Российской Федерации // Вестник Прикамского социального института. 2021. № 1 (88). С. 85–92.
17. Ильяшенко В.В. Взаимосвязь факторов предложения и спроса в обеспечении интенсивного типа экономического роста // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19, № 4. С. 34–44. DOI: [10.29141/2073-1019-2018-19-4-3](https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-4-3)
18. Кононов Ю.Д. Анализ зарубежного опыта комплексной оценки состояния энергетической безопасности // Энергетическая политика. 2018. № 6. С. 98–107.
19. Теребова С.В. Сотрудничество России и Евросоюза: от импорта технологий к экспорту // Проблемы прогнозирования. 2017. № 3 (162). С. 119–132.
20. Козоногова Е.В. Оценка влияния кластерной политики на экономику региона на основе моделей с фиксированными и случайными эффектами // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2018. № 3. С. 290–302. DOI: [10.15593/2224-9354/2018.3.23](https://doi.org/10.15593/2224-9354/2018.3.23)
21. Levin A., Lin C.F., Chu C.S. Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties // Journal of Econometrics. 2002. Vol. 108, iss. 1. P. 1–24. DOI: [10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
22. Dreger C., Kholodilin K.A., Ulbricht D., Fidrmuc J. Between the hammer and the anvil: The impact of economic sanctions and oil prices on Russia's ruble // Journal of Comparative Economics. 2016. Vol. 44, iss. 2. P. 295–308. DOI: [10.1016/j.jce.2015.12.010](https://doi.org/10.1016/j.jce.2015.12.010)
23. Мелехина П.Ю., Дмитриев А.Г. Перспективы развития человеческого капитала в экономике Российской Федерации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Т. 11, № 3А. С. 355–364. DOI: [10.34670/AR.2021.29.84.036](https://doi.org/10.34670/AR.2021.29.84.036)
24. Баранова Н.М. Некоторые оценки человеческого капитала и его роль в экономическом развитии России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2018. Т. 26, № 4. С. 559–569. DOI: [10.22363/2313-2329-2018-26-4-559-569](https://doi.org/10.22363/2313-2329-2018-26-4-559-569)
25. Аганбегян А.Г. Инвестиции в основной капитал и вложения в человеческий капитал – два взаимосвязанных источника социально-экономического роста // Проблемы прогнозирования. 2017. № 4 (163). С. 17–20.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Дмитрий Викторович Шимановский – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет (Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.ru).

REFERENCES

1. Kuznetsov S.G. *Metodologiya makroekonomicheskogo analiza i prognozirovaniya sprosa na rabochuyu silu i ee predlozheniya*. Diss. dokt. ekon. nauk [Methodology of macroeconomic analysis and forecast for labour demand and its offers. Dr. econ. sci. diss.]. Moscow, 2005. 331 p. (In Russian).
2. Barabash N.S., Bochkovskii P.P., Shamsutdinov Yu.A. Vliyanie institutsional'noi i infrastruktural'noi sred na razvitie innovatsii v sovremennom mire [Impact of institutional and infrastructural environment on

innovation development in the modern world]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Issues], 2017, no. 3 (162), pp. 75–89. (In Russian).

3. Solow R.M. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 1957, vol. 39, no. 3, pp. 312–320. DOI: [10.2307/1926047](https://doi.org/10.2307/1926047)

4. Lucas R.E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, vol. 22, iss. 1, pp. 3–42. DOI: [10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)

5. Dubovskii S.V. Modelirovanie tsiklov Kondrat'eva i prognozirovanie krizisov [Kondratiev waves modeling and crisis forecasts]. *Kondrat'evskie volny* [Kondratiev Waves], 2012, no. 1, pp. 179–188. (In Russian).

6. Pogosov I.A. Faktory dolgosrochnogo ekonomicheskogo rosta: nauchno-tekhnicheskii progress i kapitaloemkost' proizvodstva [Factors of long-term economic growth: Scientific technological progress and capital requirements of production]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Issues], 2015, no. 5 (152), pp. 11–16. (In Russian).

7. Lazareva E.I., Lozovitskaya D.S. Ekonometricheskaya otsenka parametra nauchno-tekhnicheskogo progressa v modeli innovatsionnogo ekzogenogo ekonomicheskogo rosta [Econometric evaluation of the scientific and technical progress in the innovative exogenous economic growth model]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika* [RUDN Journal of Economics], 2020, vol. 28, no. 1, pp. 123–136. (In Russian). DOI: [10.22363/2313-2329-2020-28-1-123-136](https://doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-1-123-136)

8. Dadashova T.A., Artishevskaya N.V. Modelirovanie vliyaniya urovnya nauchno-tekhnicheskogo razvitiya na ekonomicheskii rost Rossiiskoi Federatsii [Modeling the impact of the level of scientific and technological development on the economic growth of the Russian Federation]. *Novoe v ekonomicheskoi kibernetike* [New in Economic Cybernetics], 2021, no. 1, pp. 11–21. (In Russian).

9. Petukhov N.A., Arkhipova M.Yu., Nizhegorodtsev R.M. Faktory ekonomicheskogo rosta regionov: regressionno-klasternyi analiz [Factors of regions' economic growth: Regressive cluster analysis]. Kharkiv, INZhEK Publ., 2009. 416 p. (In Russian).

10. Noskov A.A., Tretyakova E.A. Vliyaniye nauchno-innovatsionnoi deyatelnosti vuzov na innovatsionnoye razvitiye regionov (primer Privolzhskogo federal'nogo okruga): monografiya [Impact of scientific innovative performance of the universities on regions' innovative development (a case study of the Volga Federal District): Monograph]. Perm State University. Electronic data (9.24 Mb). Perm, 2020. 239 p. (In Russian) Available at: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/mono/noskovtretyakova-vliyaniye-nauchno-innovatsionnoj-deyatelnosti-vuzov-na-innovatsionnoye-razvitiye-regionov.pdf> (access date 15.03.2022).

11. Ferreira J.M., Fernandes C.I., Ferreira A.F. Technology transfer, climate change mitigation, and environmental patent impact on sustainability and economic growth: A comparison of European countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, vol. 150, article 119770. DOI: [10.1016/j.techfore.2019.119770](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119770)

12. Maradana R.P., Pradhan R.P., Dash S., Gaurav K., Jayakumar M., Chatterjee D. Does innovation promote economic growth? Evidence from European countries. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2017, vol. 6, article 1. DOI: [10.1186/s13731-016-0061-9](https://doi.org/10.1186/s13731-016-0061-9)

13. Cameron G. *Innovation and economic growth*. London, Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 1996. 30 p.

14. Neustroev S.S. Ob otsenke vkladu innovatsionnogo faktora i rezul'taty ekonomicheskogo razvitiya regiona [On assessing the contribution of an innovation factor to the results of the regional economic development]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecasts], 2012, no. 3 (21), pp. 86–91. (In Russian).

15. Bessonov V.A., Tsukhlo S.V. Analiz dinamiki rossiiskoi perekhodnoi ekonomiki: monografiya [Analysis of Russian transition economy dynamics: Monograph]. Institute of Economics of Transition Period, Moscow, IEPP Publ., 2002. 189 p. (Series: Scientific Works; no. 42P). (In Russian). Available at: <https://www.iep.ru/ru/publikacii/publication/342.html> (access date 15.03.2022).

16. Shimanovskii D.V. Otsenka vzaimosvyazi mezhdru velichinoy chelovecheskogo kapitala i rostom ekonomiki regionov Rossiiskoi Federatsii [Assessment of the correlation between the size of human capital and growth of the economy in Russian regions]. *Vestnik Prikamskogo sotsial'nogo instituta* [Bulletin of Prikamsky Social Institute], 2021, no. 1 (88), pp. 85–92. (In Russian).

17. Il'yashenko V.V. Vzaimosvyaz' faktorov predlozheniya i sprosa v obespechenii intensivnogo tipa ekonomicheskogo rosta [The interrelation of the supply and demand factors in ensuring an intensive type of economic growth]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [News of the Ural State Economic University], 2018, vol. 19, no. 4, pp. 34–44. (In Russian). DOI: [10.29141/2073-1019-2018-19-4-3](https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-4-3)

18. Kononov Yu.D. Analiz zarubezhnogo opyta kompleksnoi otsenki sostoyaniya energeticheskoi bezopasnosti [An analytical review of the best foreign practices in the comprehensive energy security assessment]. *Energeticheskaya politika* [Energy Policy], 2018, no. 6, pp. 98–107. (In Russian).

19. Terebova S.V. Sotrudnichestvo Rossii i Evrosoyuza: ot importa tekhnologii k eksportu [Cooperation of Russian and European Union: From technology import to its export]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Issues], 2017, no. 3 (162), pp. 119–132. (In Russian).
20. Kozonogova E.V. Otsenka vliyaniya klasternoi politiki na ekonomiku regiona na osnove modelei s fiksirovannymi i sluchainymi effektami [Evaluation of the impact of cluster policy on the regional economy on the basis of models with fixed and random effects]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* [PNRPU Sociology and Economics Bulletin], 2018, no. 3, pp. 290–302. (In Russian). DOI: [10.15593/2224-9354/2018.3.23](https://doi.org/10.15593/2224-9354/2018.3.23)
21. Levin A., Lin C.F., Chu C.S. Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 2002, vol. 108, iss. 1, pp. 1–24. DOI: [10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
22. Dreger C., Kholodilin K.A., Ulbricht D., Fidrmuc J. Between the hammer and the anvil: The impact of economic sanctions and oil prices on Russia's ruble. *Journal of Comparative Economics*, 2016, vol. 44, iss. 2, pp. 295–308. DOI: [10.1016/j.jce.2015.12.010](https://doi.org/10.1016/j.jce.2015.12.010)
23. Melekhina P.Yu., Dmitriev A.G. Perspektivy razvitiya chelovecheskogo kapitala v ekonomike Rossiiskoi Federatsii [Prospects for the development of human capital in the economy of the Russian Federation]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 2021, vol. 11, iss. 3A, pp. 355–364. (In Russian). DOI: [10.34670/AR.2021.29.84.036](https://doi.org/10.34670/AR.2021.29.84.036)
24. Baranova N.M. Nekotorye otsenki chelovecheskogo kapitala i ego rol' v ekonomicheskom razvitií Rossii [Some estimates of human capital and its role in the economic development of Russia]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika* [RUDN Journal of Economics], 2018, vol. 26, no. 4, pp. 559–569. (In Russian). DOI: [10.22363/2313-2329-2018-26-4-559-569](https://doi.org/10.22363/2313-2329-2018-26-4-559-569)
25. Aganbegyan A.G. Investitsii v osnovnoi kapital i vlozheniya v chelovecheskii kapital – dva vzaimosvyazannykh istochnika sotsial'no-ekonomicheskogo rosta [Investments into main capital and investments into human capital – two interconnected sources of social economic growth]. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting Issues], 2017, no. 4 (163), pp. 17–20. (In Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dmitriy Viktorovich Shimanovsky – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State University (15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia; e-mail: Dmitry-Shimanovsky@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 04.04.2022, принята к печати 04.06.2022

Received April 04, 2022; accepted June 04, 2022