Оценка взаимосвязи инновационного развития региона и уровня жизни населения в субъектах арктической зоны России

Assessment of the relationship between the innovative development of the region and the standard of living of the population in the subjects of the Arctic zone of Russia

doi 10.26310/2071-3010.2023.292.2.007

А. В. Бабкин,
д. э.н., профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
✉ al-vas@mail.ru

A. V. Babkin,
Doctor of Economics, professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Н. Е. Егоров,
к. ф.-м.н, в. н.с.
✉ ene01@ya.ru

N. E. Egorov,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher

Г. С. Ковров,
к. э.н., в. н.с.
✉ kgs02@ya.ru

G. S. Kovrov,
Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher

А. С. Барашкова,
к. э.н., в. н.с.
✉ asbarashkova52@mail.ru

A. S. Barashkova,
Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher

Научно-исследовательский институт региональной экономики Севера, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова

Scientific-Research Institute of Regional Economy of the North, North-Eastern Federal University

Актуальность работы обусловлена необходимостью проведения прогнозных оценок влияния результативности инновационной деятельности на повышение уровня жизни населения в регионах. Представлена модель «Четверная спираль» взаимодействия участников инновационного процесса. На основе корреляционно-регрессионного анализа в рамках модели четверной спирали показана возможность прогнозной оценки уровня жизни населения территории в зависимости от уровня инновационного развития региона. В целом, наличие определенной взаимосвязи между ключевыми индикаторами в инновационной сфере и гражданского общества позволяет использовать регрессионную формулу для моделирования прогнозных оценок влияния результативности инновационной деятельности на повышение уровня жизни населения в регионах.

Результаты работы могут быть полезны исполнительным органам государственной власти, бизнес–структурам и научно-образовательным организациям регионов для стратегического планирования и управления развитием инновационной экономики и гражданского общества макрорегионов.

The relevance of the work is due to the need for predictive assessments of the impact of the effectiveness of innovation activities on improving the standard ofliving of the population in the regions. The «Quadruple Spiral» model of interaction of participants in the innovation process is presented. On the basis of correlation and regression analysis within the framework of the quadruple helix model, the possibility of predictive assessment of the standard ofliving of the population of the territory depending on thelevel of innovative development of the region is shown. In general, the presence of a certain relationship between key indicators in the innovation sphere and civil society allows us to use a regression formula to model predictive estimates of the impact of innovation performance on improving the standard ofliving of the population in the regions.

Ключевые слова: субъекты арктической зоны, инновационное развитие регионов; тройная и четверная спираль; гражданское общество; уровень жизни населения; корреляционно-регрессионный анализ.

Keywords: subjects of the Arctic zone, innovative development of regions; triple and quadruple helix; civil society; standard ofliving of the population; correlation and regression analysis.

Введение

Инновационное и устойчивое развитие экономики страны зависит не только от наличия сильного правительства, научного сообщества, университетов и отраслей промышленности, но и от того, как они взаимодействуют для улучшения уровня и качества жизни населения в целом. В связи с этим, эволюция взаимодействий инновационных моделей все больше выдвигает необходимость учета гражданского общества в модели Тройной спирали (ТС) [1, 2].

О концепции ТС имеется множество научных трудов зарубежных и отечественных исследователей. Например, различные формы инновационного развития в рамках модели ТС на примере зарубежного опыта рассмотрены в работах [3–5]. С научными трудами, посвященными вопросам адаптации модели ТС в регионах России, можно ознакомиться в материалах статей российских ученых, опубликованных, например, за последние годы [6–8].

С трехспиральной моделью во всем мире работают ученые и практики из различных областей и междисциплинарных сфер исследования, таких как искусственный интеллект, политическая теория, социология, профессиональная этика, высшее образование, региональная география, организационное поведение, находя возможности для интеграции новых направлений в исследовании теории ТС [9]. Так, в последние годы в этих исследованиях обсуждаются более сложные конфигурации инновационного процесса, учитывающего взаимоотношения акторов ТС с гражданским обществом (четвертая спираль) [10]

и экологической составляющей инновационного развития (пятая спираль) [11]. Это развитие в настоящее время превратило Тройную спираль в Четверную спираль, включающую кроме трех основных акторов инновационного процесса четвертый компонент в виде гражданского общества [12].

Впервые концепция модели ЧС была предложена в 2009 году Элиасом Г. Караяннисом и Дэвидом Ф. Дж. Кэмпбеллом [13] с целью вовлечения общества в инновационный процесс. В данном случае под ЧС понимается гражданское общество, на которое влияет деятельность различных общественных организаций и объединений, а также средства массовой информации [14]. В настоящее время общество и конкретные люди играют большую роль в социально-экономическом развитии региона, что обуславливает необходимость добавления четвертого компонента в модели ТС. Включение демократического общества в структуре четырехзвенной спирали представляет собой перспективное формирование и развитие инновационной экономики «снизу-вверх» [15].

В связи с происходящими в мире процессами глобализации, общество все больше приобретает крайне важную роль в создании и распространении новых благ и ценностей, поэтому ЧС более адекватно характеризует современное состояние постиндустриальной экономики, чем в рамках модели ТС. При этом четырехзвенная структура расширяет модель ТС посредством добавления функций гражданского общества, которые позволяют более шире понять механизмы диффузии знаний и внедрения инновационных технологий в отрасли экономики и социальной сферы.

В рамках концепции модели ЧС правительство, наука, промышленность и гражданское общество рассматриваются как ключевые субъекты, продвигающие демократический подход к инновациям, с помощью которого разработка стратегии и принятие решений подвергаются обратной связи от ключевых заинтересованных сторон, что приводит к социально ответственной политике и практике [16]. В настоящее время модель ЧС практически используется в северных странах Европы и некоторых штатах США, но интерес к ней проявляют также другие государства.

Ядром модели ЧС выступают пользователи инноваций — граждане, которые определяют инновационный процесс и являются его движущей силой [17]. Граждане не только участвуют в реальном процессе разработок, но и могут предлагать новые виды инноваций, в результате которого устанавливаются связи пользователей с другими участниками четверной спирали в научно-образовательной сфере, бизнес-структуре и региональной исполнительной власти. В свою очередь, представители этих трех других звеньев спирали поддерживают инновационную деятельность граждан (предоставляют им инструменты, информацию, платформы для разработки и навыки, необходимые для создания инноваций). Промышленность и государственный сектор смогут в дальнейшем выгодно использовать созданные гражданами инновации для дальнейшего развития инновационной экономики региона.

Таким образом, модель ЧС может стать отправной точкой для пересмотра отечественной инновационной стратегии. В совокупности с моделью «умной специализации» рассмотренная концепция может использоваться местными и региональными властями на практике в контексте развития территориальных единиц различного уровня, исходя из их территориальной, культурной, экономической и иной специфики [18]. Как считает К. С. Саблин [19], централизованный политико-административный рынок, сложившийся в России, предопределил модификацию потенциальных акторов ЧС, и привел к созданию «квазиспирали перераспределения» рентных доходов. Данное обстоятельство «отягчается» обилием природно-минеральных ресурсов, которое «цементирует» ренто-ориентированное поведение экономических и политических акторов в российской экономике.

Модель «Четверная спираль»

К настоящему времени в мировой практике также отсутствует методика количественной оценки взаимосвязи между акторами ЧС. Поэтому представляется актуальным разработка эконометрической модели «Четверная спираль» с добавлением к модели «ТС» четвертого звена — гражданского общества с соответствующим определением системы его показателей в социальной сфере и проведение тестовых численных расчетов по выявлению корреляционных связей между партнерами этих моделей с последующей оценкой уровней их взаимодействия (рис. 1). На рисунке площадь пересечения четырех акторов образует ядро модели ЧС.

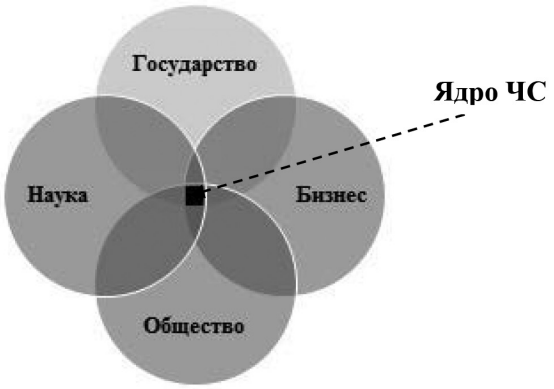

Рис. 1. Модель «Четверная спираль» взаимодействия участников инновационного процесса

Как показано в работе [20], регионы с повышенным уровнем инновационности имеют более высокую конкурентную привлекательность для потребителей территориального пространства по экономике и качеству жизни и развиваются более устойчиво. Согласно рейтинговых позиций за период 2016–2019 гг., из 85 регионов 43 субъекта России развивались по качеству жизни устойчиво [21]. В связи с этим, представляет определенный научно-практический интерес проведение количественной оценки влияния уровня инновационного развития региона (ИРР) на уровень жизни населения (УЖН) конкретного региона.

Одним из ключевых индикаторов в сфере гражданского общества является показатель «Объем валового регионального продукта (ВРП) на душу населения», который характеризует не только результативность инновационного развития территории, но и демонстрирует перспективные возможности ее роста и как следствие — повышение качества жизни населения, что является основой устойчивого развития [22]. Одним из основных индикаторов, напрямую определяющих уровень жизни населения в стране, является статистический показатель «Отношение среднедушевого дохода к прожиточному минимуму». С учетом используемого в России подхода к определению величины прожиточного минимума его оптимальное значение должно составлять 7–8 раз и более [23]. Еще одним ключевым индикатором уровня жизни населения (УЖН) является показатель «Потребительские расходы на душу населения», направляемые на приобретение необходимых продовольственных и непродовольственных товаров и покупку различных платных услуг.

В качестве примера на рисунке 2 представлены распределения средних значений данных индикаторов УЖН за период 2010–2019 годы [24] в субъектах арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

Как следует из рис. 2, между регионами наблюдается большой разрыв по показателю «ВРП на душу населения»: например, его значение в Ненецком АО (5093,6 тыс. руб.) в 15,7 раз превышает аналогичный показатель в Республике Карелия (323,9 тыс. руб.). Средняя величина отношения среднедушевого дохода к прожиточному минимуму в этих регионах составляет около 3%, что в 2,5 раза меньше желаемого оптимального значения в регионах России (7–8%). Потребительские расходы на душу населения находятся в среднем на уровне 23,0 тыс. руб. в месяц. Рейтинговая оценка

Рис. 2. Распределение ключевых показателей УЖН в субъектах АЗРФ.

Рис. 3. Рейтинговая интегральная оценка УЖН по трем ключевым показателям за 2010–2019 гг.

уровня УЖН в регионах АЗРФ за 2018/2019 годы показана на рис. 3.

Как известно, для определения степени тесноты связи между двумя переменными используется коэффициент линейной корреляции Пирсона (r), определяемый обычно по шкале Чеддока [25]. Характеристики взаимосвязи усредненных за период 2013–2019 годы ключевых показателей ИРР и УЖН в субъектах АЗРФ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика взаимосвязи между уровнями ИРР и жизни населения

Субъект АЗРФ	r	Степень взаимосвязи
Мурманская область	-0,69	отсутствует
Республика Карелия	0,45	умеренная
Архангельская область	-0,02	отсутствует
Республика Коми	0,26	слабая
Ненецкий АО	-0,66	отсутствует
Ямало-Ненецкий АО	0,29	слабая
Красноярский край	0,20	слабая
Республика Саха (Якутия)	-0,30	отсутствует
Чукотский АО	-0,53	отсутствует

Источник: составлена авторами.

В проведенном корреляционном экспресс-анализе в качестве ключевых индикаторов ИРР использованы следующие показатели, характеризующие конечные результаты деятельности акторов ТС в сфере инноваций за период 2013–2019 годы [26]:

— *результативность научных исследований и разработок.* Отражает публикационную и патентную активности исследователей, а также разработку передовых производственных технологий *(индикатор научно-образовательного комплекса (НОК)).*
— *результативность инновационной деятельности.* Характеризует долю инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, в т. ч. новых для рынка, и долю организаций, сокративших материальные и энергозатраты в результате инноваций *(Бизнес).*
— *бюджетные затраты на науку и инновации.* Учитывает доли ассигнований на науку в бюджете региона, федерального бюджета в затратах на технологические инновации и регионального

бюджета в затратах на технологические инновации *(Государство)*.

Интегральные значения уровней ИРР рассчитаны на основе авторской эконометрической модели Тройной спирали [27–29] по формуле:

$$I = \sqrt{(I_j^{НОК})^2 + (I_j^{бизнес})^2 + (I_j^{гос})^2}, \quad (1)$$

где $I_j^{НОК}$ — уровень инновационного потенциала научно-образовательного комплекса *j*-го региона; $I_j^{бизнес.}$ — уровень инновационного потенциала отраслей промышленности *j*-го региона; $I_j^{гос}$– уровень инновационного потенциала государственной поддержки *j*-го региона.

Как показывают результаты корреляционного экспресс-анализа, умеренная степень взаимосвязи (по шкале Чеддока в диапазоне 0,3–0,5) между уровнем инновационного развития и уровнем жизни населения наблюдается только в Республике Карелия (0,45), в Республике Коми, Ямало-Ненецком АО и Красноярском крае теснота связи слабая (0,1–0,3). В остальных регионах АЗРФ связь между рассматриваемыми показателями отрицательная. В качестве примера на рисунке 4 приведены регрессионные зависимости между уровнями ИРР и УЖН в Республике Карелия и Ямало-Ненецком АО. На рисунке величина R^2 — коэффициент детерминации, характеризующий индекс корреляции: чем ближе значение коэффициента к 1, тем сильнее зависимость.

В целом, наличие определенной взаимосвязи между этими показателями позволяет использовать регрессионную формулу зависимости вида y = f (x) для моделирования прогнозных оценок влияния результативности инновационной деятельности на повышение уровня жизни населения в регионах.

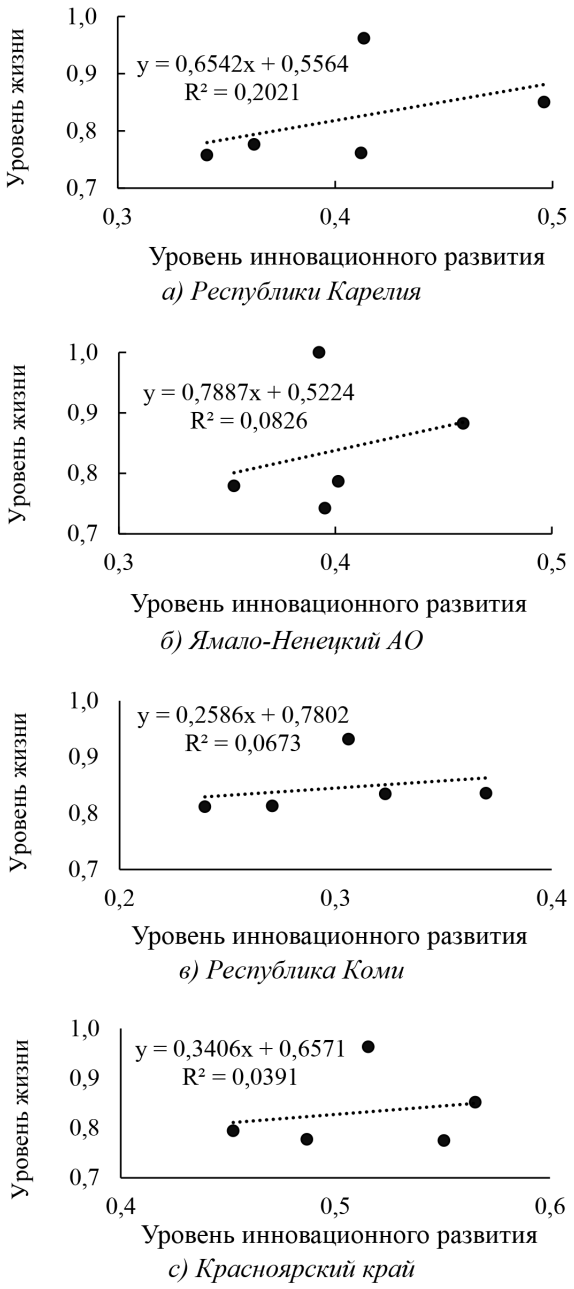

Рис. 4. Регрессионная зависимость между уровнями ИРР и УЖН за период 2013–2019 гг.

Заключение

На основе корреляционно-регрессионного анализа в рамках модели четверной спирали показана возможность прогнозной экспресс–оценки уровня жизни населения в зависимости от уровня инновационного развития на примере регионов Арктической зоны Российской Федерации.

Полученные в данной статье результаты исследований являются вполне достоверными, так как в ней используются статистические данные официальных источников для публикации в открытом доступе. Процесс выполнения количественной оценки осуществляется на основании системы показателей в инновационной и социальной сферах, которую можно корректировать в зависимости от решаемых целей и задачи исследования.

Изложенная методология исследования позволит повысить уровень и качество стратегического планирования и управления развитием инновационной экономики и гражданского общества макрорегионов. Результаты работы могут быть полезны исполнительным органам государственной власти, бизнес–структурам и научно-образовательным организациям регионов для анализа и прогноза социально-экономического развития территорий.

Дальнейшие исследования по данной тематике будут направлены на изучение влияния результатов инновационной деятельности на улучшение жизнедеятельности населения регионов в условиях цифровой трансформации промышленности, социальной сферы и государственного управления на основе представленной модели «Четверная спираль».

* * *

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по проекту № FSRG-2023–0025 «Современные методы математического моделирования и их приложения».

Список использованных источников

1. H. Etzkowitz, L. Leydesdorff. The Triple Helix–University–Industry–Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development//EASST Review. 1995. No. 14. P. 14–19.
2. H. Etzkowitz, L. Leydesdorff. The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations//Research Policy. 2000. No. 29 (2). P. 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048–7333 (99)00055–4.
3. H. Etzkowitz, C. Zhou. The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship. New York: Routledge. 2018. 328 p.
4. M. Saad, G. Zawdie. Theory and Practice of Triple Helix Model in Developing Countries: Issues and Challenges. New York: Routledge. 2011. 336 p. https://doi.org/10.4324/9780203838211.
5. Л. Н. Борисоглебская, В. Н. Михайлов. Взаимодействие университетов, бизнеса и государства в контексте «тройной спирали» на зарубежном примере: проблемы и перспективы//Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. № 21. С. 175–186.
6. Д. И. Артемова. Государственная власть, стратегия развития регионов, «Тройная спираль»//Государственная власть и местное самоуправление. 2020. № 9. С. 36–44. https://doi.org/10.18572/1813–1247–2020–9-36–44.
7. Л. Г. Батракова. Инновационное развитие регионов России по модели Тройной спирали//Социально-политические исследования. 2020. № 3 (8). С. 67–80. https://doi.org/10.20323/2658–428X-2020–3-8–67–80.
8. А. Г. Антонов, К. Ю. Помогаева. Инновационная спираль//Московский экономический журнал. 2019. № 5. С. 5. https://doi.org/10.24411/2413–046X-2019–15005.
9. Y. Cai, H. Etzkowitz. Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future//Triple Helix Journal. 2020. No. 6 (1). P. 1–38. https://doi.org/10.1163/21971927-bja10003.
10. L. Leydesdorff, H. Etzkowitz. Can "the public" be considered as a fourth helix in university–industry–government relations? Report of the fourth Triple Helix conference//Sci. Public Policy. 2003. No. 30 (1). P. 55–61.
11. D. F. J. Campbell, E. G. Carayannis, S. S. Rehman. Quadruple helix structures of quality of democracy in innovation systems: the USA, OECD countries, and EU member countries in global comparison//Journal of the Knowledge Economy. 2015. No. 6 (3). P. 467–493.
12. J. N. Kimatu. Evolution of strategic interactions from the triple to quad helix innovation models for sustainable development in the era of globalization//J. Innov. Entrep. 2016. No. 5 (16). https://doi.org/10.1186/s13731–016–0044-x.
13. E. G. Carayannis, D. F. J. Campbell. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem//International Journal of Technology Management. 2009. Vol. 46. No. 3 (4). P. 201–234.
14. Р. Р. Касенов. Модель национальной инновационной системы//Вестник Челябинского государственного университета.2013. № 32 (323). С. 52–56.
15. В. П. Шестак, И. Г. Тютюнник. Финансово-правовое обеспечение инновационной активности//Финансы: теория и практика. 2017. № 21 (6). С. 118–127. https://doi.org/10/26794/2587–5671–2017–21–6-118–127.
16. E. G. Carayannis, D. F. J. Campbell. Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems. In: Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems, 7. New York: Springer; 2012. P. 1–63.
17. E. Carayannis, E. Grigoroudis. Quadruple Innovation Helix and Smart Specialization: Knowledge Production and National Competitiveness//Foresight and STI Governance. 2016. No. 10 (1). P. 31–42. https://doi.org/10.17323/1995–459x.2016.1.31.42.
18. Е. Л. Кичатинова, И. В. Олейников. Концепция «Четверной спирали» инновационное развитие регионов//Известия Иркутского государственного университета. Серия литология. Религиоведение. 2019. № 29. С. 53–62. https://doi.org/10.26516/2073–3380.2019.29.53.
19. К. С. Саблин. Российские регионы и ресурсная обеспеченность: о применимости концепции четверной спирали»//Инновации. 2020. № 8 (262). С. 75–82. https://doi.org/10.26310/2071–3010.2020.262.8.009.
20. Б. М. Гринчель, Е. А. Назарова. Влияние инновационности регионов на конкурентную привлекательность и устойчивость экономики и качества жизни//Инновации. 2017. № 8 (226). С. 105–113.
21. Б. М. Гринчель, Е. А. Назарова. Конкурентная привлекательность и устойчивость качества жизни регионов в территориальном пространстве России//Экономика и управление. 2021. № 27 (6). С. 410–425. https://doi.org/10.35854/1998–1627–2021–6-410–425.
22. А. А. Мальцева. Методические подходы к оценке устойчивости территорий инновационного развития с использованием теории динамических нормативов//Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 44. С. 15–29.
23. В. В. Криворотов, А. В. Калина, И. С. Белик. Пороговые значения индикативных показателей для диагностики экономической безопасности Российской Федерации на современном этапе//Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2019. № 18 (6). С. 892–910. https://doi.org/10.15826/vestnik.2019.18.6.043.
24. Регионы России. Социально-экономические показатели. Стат. сб. Росстат. http://www.gks.ru.
25. Методы расчета коэффициента корреляции. https://ekonometrik.ru/шкала-чеддока.
26. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 7 [Электронный ресурс]/В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, С. В. Бредихин и др.; под ред. Л. М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2021. 274 с.
27. Н. Е. Егоров. Анализ и оценка ключевых показателей результативности инновационной деятельности федеральных округов России//Инновации. 2017. № 9 (227). С. 92–96.
28. N. Egorov, T. Pospelova, A. Yarygina, E. Klochkova. The Assessment of Innovation Development in the Arctic Regions of Russia Based on the Triple Helix Model//Resources. 2019. No. 8 (2). P. 72. https://doi.org/10.3390/resources8020072.
29. N. Egorov, A. Babkin, I. Babkin, A. Yarygina. Innovative Development in Northern Russia Assessed by Triple Helix Model//International Journal of Technology. 2021. Vol. 12 (7), P. 1387–1396. https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i7.5355.

References

1. H. Etzkowitz, L. Leydesdorff. The Triple Helix–University–Industry–Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development//EASST Review. 1995. No. 14. P. 14–19.
2. H. Etzkowitz, L. Leydesdorff. The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations//Research Policy. 2000. No. 29 (2). P. 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048–7333 (99)00055–4.
3. H. Etzkowitz, C. Zhou. The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship. New York: Routledge. 2018. 328 p.
4. M. Saad, G. Zawdie. Theory and Practice of Triple Helix Model in Developing Countries: Issues and Challenges. New York: Routledge. 2011. 336 p. https://doi.org/10.4324/9780203838211.
5. L. N. Borisoglebskaya, V. N. Mikhailov. Interaction of universities, business and the state in the context of the «Triple Helix» on a foreign example: problems and prospects//Priority scientific directions: from theory to practice. 2016. No. 21. P. 175–186 (in Russian).
6. D. I. Artemova. State power, regional development strategy «Triple helix»//State power andlocal self-government. 2020. No. 9. P. 36–44. https://doi.org/10.18572/1813–1247–2020–9-36–44 (in Russian).
7. L. G. Batrakova. Innovative development of Russian regions according to the Triple Helix model//Socio-political studies. 2020. No. 3 (8). P. 67–80. https://doi.org/10.20323/2658–428X-2020–3-8–67–80 (in Russian).
8. A. G. Antonov, K. Y. Pomogaeva. Innovative spiral//Moscow Economic Journal. 2019. No. 5. P. 5. https://doi.org/10.24411/2413–046X-2019–15005 (in Russian).
9. Y. Cai, H. Etzkowitz. Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future//Triple Helix Journal. 2020. No. 6 (1). P. 1–38. https://doi.org/10.1163/21971927-bja10003.
10. L. Leydesdorff, H. Etzkowitz. Can "the public" be considered as a fourth helix in university–industry–government relations? Report of the fourth Triple Helix conference//Sci. Public Policy. 2003. No. 30 (1). P. 55–61.
11. D. F. J. Campbell, E. G. Carayannis, S. S. Rehman. Quadruple helix structures of quality of democracy in innovation systems: the USA, OECD countries, and EU member countries in global comparison//Journal of the Knowledge Economy. 2015. No. 6 (3). P. 467–493.
12. J. N. Kimatu. Evolution of strategic interactions from the triple to quad helix innovation models for sustainable development in the era of globalization//J. Innov. Entrep. 2016. No. 5 (16). https://doi.org/10.1186/s13731–016–0044-x.
13. E. G. Carayannis, D. F. J. Campbell. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem//International Journal of Technology Management. 2009. Vol. 46. No. 3 (4). P. 201–234.
14. R. R. Kasenov. Model of the national innovation system//Bulletin of Chelyabinsk State University. 2013. No. 32 (323). P. 52–56 (in Russian).
15. V. P. Shestak, I. G. Tyutyunnik. Financial andlegal support of innovation activity//Finance: theory and practice. 2017. № 21 (6). С. 118–127. https://doi.org/10/26794/2587–5671–2017–21–6-118–127 (in Russian).
16. E. G. Carayannis, D. F. J. Campbell. Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems. In: Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems, 7. New York: Springer; 2012. С. 1–63.
17. E. Carayannis, E. Grigoroudis. Quadruple Innovation Helix and Smart Specialization: Knowledge Production and National Competitiveness//Foresight and STI Governance. 2016. No. 10 (1). P. 31–42. https://doi.org/10.17323/1995–459x.2016.1.31.42.

18. E. L. Kichatinova, I. V. Oleinikov. The concept of the «quadruple spiral» and innovative development of regions//Izvestiya Irkutsk State University. Lithology series. Religious studies. 2019. No. 29. P. 53–62. https://doi.org/10.26516/2073–3380.2019.29.53 (in Russian).
19. K. S. Sablin. Russian regions and resource security: on the applicability of the concept of the quadruple helix»//Innovations. 2020. No. 8 (262). P. 75–82. https://doi.org/10.26310/2071–3010.2020.262.8.009 (in Russian).
20. B. M. Grinchel, E. A. Nazarova. The influence of the innovativeness of regions on the competitive attractiveness and sustainability of the economy and quality oflife//Innovations. 2017. No. 8 (226). P. 105–113 (in Russian).
21. B. M. Grinchel, E. A. Nazarova. Competitive attractiveness and sustainability of the quality oflife of regions in the territorial space of Russia//Economics and Management. 2021. No. 27 (6). P. 410–425. https://doi.org/10.35854/1998–1627–2021–6-410–425 (in Russian).
22. A. A. Maltseva. Methodological approaches to assessing the sustainability of innovative development territories using the theory of dynamic standards//Economic analysis: theory and practice. 2015. No. 44. P. 15–29 (in Russian).
23. V. V. Krivorotov, A. V. Kalina, I. S. Belik. Threshold values of indicative indicators for diagnostics of economic security of the Russian Federation at the present stage//Bulletin of the UrFU. Series: Economics and Management. 2019. No. 18 (6). P. 892–910. https://doi.org/10.15826/vestnik.2019.18.6.043 (in Russian).
24. Regions of Russia. Socio-economic indicators. Statistical collection of the Federal State Statistics Service. http://www.gks.ru (in Russian).
25. Methods for calculating the correlation coefficient. https://ekonometrik.ru/шкала-чеддока (in Russian).
26. Russian Regional Innovation Scoreboard. Issue 7 [Electronic Resource]/V. Abashkin, G. Abdrakhmanova, S. Bredikhin et al.; L. Gokhberg (ed.); National Research University Higher School of Economics. Moscow: HSE University, 2021 (in Russian).
27. N. E. Egorov. Analysis and evaluation of key performance indicators of innovation activity of the federal districts of Russia//Innovations. 2017. No. 8 (226). P. 105–113 (in Russian).
28. N. Egorov, T. Pospelova, A. Yarygina, E. Klochkova. The Assessment of Innovation Development in the Arctic Regions of Russia Based on the Triple Helix Model//Resources. 2019. No. 8 (2). P.72. https://doi.org/10.3390/resources8020072.
29. N. Egorov, A. Babkin, I. Babkin, A. Yarygina. Innovative Development in Northern Russia Assessed by Triple Helix Model//International Journal of Technology. 2021. Vol. 12 (7), P. 1387–1396. https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i7.5355.