

Регионы России: результаты кластеризации на основе экономических и инновационных показателей

В настоящее время одним из основных трендов является изучение особенностей и преимуществ регионального развития, повышение значимости роли регионов в национальной и мировой политике. Имеющиеся различия в технологических результатах, которые можно наблюдать на национальном и региональном уровнях, в значительной степени обусловлены особенностями институциональной среды, т.е. степенью концентрации на уровне региона высокотехнологических компаний, современной производственной и инновационной инфраструктур. Регионы Российской Федерации демонстрируют заметные различия, касающиеся уровня социально-экономического развития, наличия человеческих и природных ресурсов, развития образовательного, научного и инновационного потенциалов в определенной зависимости от исторически сложившейся развитости инфраструктуры. В данном исследовании рассматриваются результаты кластеризации российских регионов по основным показателям, характеризующим экономическую, научную и инновационную деятельность. Классификация регионов осуществлялась методом кластерного анализа.

Цель исследования. Целью исследования являлось определение однородных групп регионов, схожих по своим экономическим и инновационным показателям, статистический анализ этих групп на основе непараметрических методов и методов корреляционно-регрессионного анализа, формирование выводов и рекомендаций, касающихся инновационной деятельности.

Материалы и методы. Информационной базой исследования послужили статистические данные и аналитическая информация, характеризующая состояние экономической и инновационной деятельности в российских регионах. В исследовании использовались следующие статистические методы: непараметрические (ранговые коэффициенты корреляции Спирмена, критерий Манна-Уитни), корреляционный (коэффициенты Пирсона, коэффициенты детерминации) регрессионный (нелинейные регрессионные модели), многомерные классификации (кластерный анализ), описательные статистики (средние, структурные средние, показатели вариации и др.).

Результаты. В результате кластеризации регионов России методом k -средних получены 4 кластерных группы, внутри статистически однородные по исследуемым показателям. С целью выявления взаимосвязей между рассматриваемыми показателями рассчитывались парные линейных коэффициенты корреляции Пирсона. В ходе исследования были проверены три гипотезы о статистически значимых различиях между показателями третьего и четвертого кластеров. Набор показателей был следующий: коэффициент изобретательской активности,

внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного работника, среднедушевой размер инновационных товаров и услуг. Для этих целей был использован непараметрический критерий Манна-Уитни. Проведенный анализ показал, что Регионы РФ крайне разнообразны и неоднородны по своему экономическому и инновационному развитию. При их анализе целесообразно предварительно использовать методы кластерного анализа для получения однородных групп территорий со схожими социальными и экономическими характеристиками, что подтверждается в настоящем исследовании проверкой гипотез о статистически значимых различиях между показателями третьего и четвертого кластеров (различия первого и второго кластеров с остальными кластерами и между собой очевидны и не требуют каких-либо математических доказательств).

Заключение. Лидерами в научном и инновационном развитии являются г. Москва, г. Санкт-Петербург, Московская область и Республика Татарстан. У них самые высокие показатели изобретательской активности населения и объемы производства инновационных товаров и услуг. Такие субъекты РФ, как Тюменская область, республика Саха (Якутия), Магаданская область, Сахалинская область и Чукотка образовали кластерную группу с самыми высокими размерами среднедушевых ВРП, инвестиций и основных фондов, но у них практически самые низкие показатели инновационной активности. Добывающая промышленность является главным двигателем экономики этих регионов. Свой отдельный кластер образовали 26 регионов со средними по РФ уровнями экономического и инновационного развития. В частности, в него вошли области: Белгородская, Липецкая, Смоленская, Архангельская, Вологодская, Ленинградская, Мурманская, Челябинская, Иркутская, Томская и др. Эти регионы перспективны в инновационном плане, но требуют для своего дальнейшего развития существенных федеральных вложений. Четвертая группа регионов объединила экономически слабые территории с низкими показателями инновационной деятельности. Эти регионы составили более половины от всей совокупности (47 регионов). Статистический анализ внутри полученных кластеров позволил выявить взаимосвязи экономических показателей и описать их с помощью регрессионных моделей.

Ключевые слова: технологическое развитие, инновационная инфраструктура, наука и технологии, инновационное развитие регионов, социально-экономическое развитие регионов, кластеризация регионов.

Regions of Russia: Clustering Results Based on Economic and Innovation Indexes

Currently, one of the main trends is the study of the features and benefits of regional development, increasing the importance of the role of regions in national and world politics. The differences in technological results that can be observed at the national and regional levels are largely due to the peculiarities of the institutional environment, i.e. the degree of concentration at the regional level of high-tech companies, modern production and innovation infrastructures. The regions of the Russian Federation demonstrate noticeable differences regarding the level of socio-economic development, the availability of human and natural resources, the development of educational, scientific and innovative potentials, depending on the historical development of infrastructure. This study examines the results of clustering Russian regions according to the main indexes characterizing the economic, scientific and innovative activity. The classification of regions was carried out by the method of cluster analysis.

Purpose of the study. The aim of the study was to identify homogeneous groups of regions that are similar in their economic and innovation indexes, statistical analysis of these groups based on non-parametric methods and methods of correlation and regression analysis, the formation of conclusions and recommendations regarding innovation.

Materials and methods. The information base of the study was statistical data and analytical information characterizing the state of economic and innovation activity in the Russian regions. The following statistical methods were used in the study: non-parametric (Spearman's rank correlation coefficients, Mann-Whitney test), correlation (Pearson's coefficients, coefficients of determination), regression (non-linear regression models), multivariate classifications (cluster analysis), descriptive statistics (averages, structural averages, indicators of variation, etc.).

Results. As a result of clustering the regions of Russia using the k-means method, 4 cluster groups were obtained, which are statistically homogeneous within the studied indexes. In order to identify the relationships between the considered indexes, paired linear Pearson correlation coefficients were calculated. The study tested three hypotheses about statistically significant differences between the indexes of the third and fourth clusters. The set of indexes was as follows: the coefficient of inventive activity, internal costs of

research and development per employee, the average per capita size of innovative goods and services. For these purposes, the nonparametric Mann-Whitney test was used. The analysis showed that the regions of the Russian Federation are extremely diverse and heterogeneous in terms of their economic and innovative development. When analyzing them, it is advisable to first use cluster analysis methods to obtain homogeneous groups of territories with similar social and economic characteristics, which is confirmed in this study by testing hypotheses about statistically significant differences between the indexes of the third and fourth clusters (differences between the first and second clusters with other clusters and between themselves obvious and do not require any mathematical proof).

Conclusion. The leaders in scientific and innovative development are Moscow, St. Petersburg, the Moscow region and the Republic of Tatarstan. They have the highest rates of inventive activity of the population and the volume of production of innovative goods and services. Such regions of the Russian Federation as the Tyumen region, the Republic of Sakha (Yakutia), Magadan region, Sakhalin region and Chukotka formed a cluster group with the highest per capita GRP, investments and fixed assets, but they have almost the lowest rates of innovation activity. The extractive industry is the main engine of the economy of these regions. A separate cluster was formed by 26 regions with average levels of economic and innovative development in the Russian Federation. In particular, it includes the areas: Belgorod, Lipetsk, Smolensk, Arkhangelsk, Vologda, Leningrad, Murmansk, Chelyabinsk, Irkutsk, Tomsk, etc. These regions are promising in terms of innovation, but require significant federal investments for their further development. The fourth group of regions united economically weak territories with low rates of innovation activity. These regions accounted for more than half of the total (47 regions). Statistical analysis within the resulting clusters made it possible to identify the relationship between economic indexes and describe them using regression models.

Keywords: technological development, innovative infrastructure, science and technology, innovative development of regions, socio-economic development of regions, clustering of regions.

Введение

Особенностью последних десятилетий является активизация инновационной деятельности, ее влияние на различные сферы человеческой жизнедеятельности, повышение эффективности инновационных процессов. Также одним из современных трендов является изучение особенностей и преимуществ регионального развития, повышение значимости роли регионов в национальной и мировой политике [1, 2]. Различия в технологических результатах, которые можно наблюдать на национальном и

региональном уровнях, в значительной степени обусловлены особенностями институциональной среды, т.е. степенью концентрации на уровне региона высокотехнологичных компаний, современной производственной и инновационной инфраструктур [3, 4]. Развитие инновационной деятельности на предприятиях способствует развитию соответствующей инфраструктуры, что оказывает непосредственное воздействие на социально-экономическое, образовательное и научное развитие региона [5]. Создание и развитие инновационной инфра-

структуры облегчает и ускоряет внедрение инноваций. Что, в частности, можно наблюдать на примере регионов Российской Федерации, которые демонстрируют заметные различия, касающиеся уровня социально-экономического развития, наличия человеческих и природных ресурсов, развития образовательного, научного и инновационного потенциалов в определенной зависимости от исторически сложившейся развитости инфраструктуры [6–8]. На уровень социально-экономического развития влияют и такие факторы как: географическое

положение, природные особенности, исторические аспекты, развитие транспортной системы и инфраструктуры, сырьевая зависимость и др. В результате постоянного роста наукоемкости современного производства, возрастает роль таких преимуществ как: развитая научно-исследовательская инфраструктура, высококвалифицированные кадры и инновационная среда [9].

Влияние науки и технологий на общественное и экономическое развитие исследуется в работах многих ученых, большинство из которых считает, что инновации становятся движущей силой экономического прогресса, а также важной составляющей в области решения экологических проблем, которые в современном мире выходят на первый план. Переход к инновационной модели общества является приоритетным вопросом для многих стран [10]. В этой связи важно понимать основные тенденции развития науки и технологий в современном мире [11–13].

Опыт анализа инновационных процессов описывается в ряде работ как отечественных [14–17], так и иностранных исследователей [18–21]. На международном уровне особый научный интерес представляет изучение инновационной специализации отдельных стран [22, 23]. Опыт развитых стран показывает, что устойчивый экономический рост в современных условиях, как правило, является результатом совершенствования и развития производственного потенциала на базе достижений научно-технического прогресса и внедрения разработок в области инноваций.

Как уже было отмечено, существуют значительные межрегиональные различия в степени концентрации научного потенциала в отдельных регионах Российской Федерации. Некоторые из них также имеют свои специфические

отличия, обусловленные географическим положением. Например, прибрежные или северные регионы [24].

В связи с высокой дифференциацией российских регионов по производственной специализации особое внимание уделяется влиянию типа производства и технологии территории для выбора оптимальных путей создания успешно функционирующей инновационной системы [25]. В ряде исследований подчеркивается и тесная связь регионального инновационного развития и инвестиционной деятельности [26, 27]. Целью данного исследования является определение однородных групп регионов, схожих по своим экономическим и инновационным показателям, статистический анализ этих групп на основе непараметрических методов и методов корреляционно-регрессионного анализа, формирование выводов и рекомендаций, касающихся инновационной деятельности. Классификация регионов осуществлялась методом кластерного анализа. Эффективность применения перечисленных методов доказана исследованиями других авторов, они широко используются в статистическом анализе [28–30].

Исходными для исследования данными явилась официальная информация Росстата по 82-м субъектам РФ по следующим показателям: среднедушевое ВРП, среднедушевые инвестиции, объем основных фондов на душу населения, коэффициент изобретательской активности, внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного работника, объемы отгруженных инновационных товаров, работ и услуг на душу населения. Первые три показателя в концентрированной форме характеризуют экономический потенциал региона, три последних показателя – основные индикаторы инновационного развития.

Материалы и методы

В исследовании использовались следующие статистические методы: непараметрические (ранговые коэффициенты корреляции Спирмена, критерий Манна Уитни), корреляционный (коэффициенты Пирсона, коэффициенты детерминации) регрессионный (нелинейные регрессионные модели), многомерные классификации (кластерный анализ), описательные статистики (средние, структурные средние, показатели вариации и др.).

В связи с тем, что совокупность регионов России оказалась крайне неоднородной по своим экономическим характеристикам, в процессе исследования она была разбита на однородные группы (кластеры), после чего выводы делались по каждой кластерной группе. Перед проведением процедуры значения исходных показателей нормировались (стандартизировались) для устранения влияния единиц измерения на результаты кластеризации (из каждого значения показателя вычиталось среднее средняя величина, полученная величина делилась на среднее квадратическое отклонение). Число кластерных групп определялось на основе анализа дендрограммы распределения. При кластеризации методом k -средних в качестве начальных кластерных центров брались наблюдения на постоянных интервалах. Качество разбиения проверялось на основе дисперсионного анализа, при этом выдвигалась гипотеза о равенстве дисперсий между кластерами и внутри их. Для определения расстояния между наблюдениями бралось евклидово расстояние.

Для оценки взаимосвязей показателей строились корреляционные матрицы линейных коэффициентов корреляции Пирсона, значимости коэффициентов проверялись

по *t*-критерию Стьюдента на уровне 0,05. Для оценки степени нелинейной связи между показателями рассчитывались ранговые коэффициенты корреляции Спирмена, значимость которых проверялась на основе *t*-критерия Стьюдента (уровень значимости – 0,05).

В качестве регрессионных уравнений, описывающих зависимости исследуемых показателей, строящихся с целью оценки меры влияния факторных переменных на результативные величины, использовались парная степенная функция ($y = a_0 x^{a_1}$) множественная степенная функция ($y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} x_3^{a_3}$). Оценки параметров a_0, a_1, a_2, a_3 находились на основе метода наименьших квадратов с использованием методов линеализации функций (логарифмирование). Значимость моделей устанавливалась по *F*-критерию Фишера, регрессионных коэффициентов – по *t*-критерию Стьюдента на уровне 0,05. Модели проходили тест Уайта на гетероскедастичность случайных ошибок. Регрессионные остатки проверялись на их соответствие нормальному закону распределения по критерию Шапиро-Уилка. Пригодность полученных регрессионных моделей для целей прогнозирования оценивалась по скорректированному значению коэффициента детерминации и средней ошибки аппроксимации.

Проверка гипотез о статистической значимости различий значений показателей кластерных групп осуществлялась непараметрическим методом по критерию Манна-Уитни.

Расчеты проводились с использованием ППП STATISTICA 12.0.

Результаты

В результате кластеризации регионов России методом *k*-средних получены 4 кластерных группы, внутри статистически однородные по иссле-

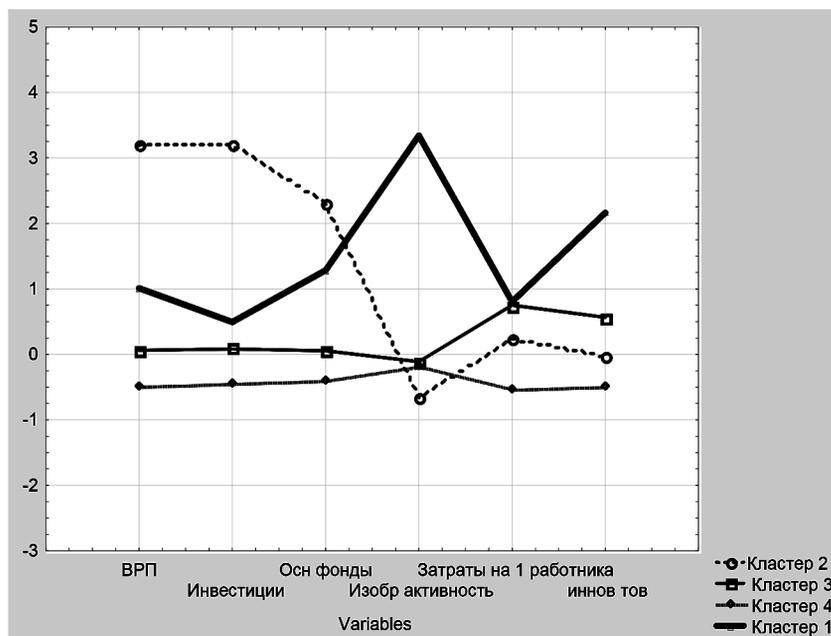


Рис. 1. График средних значений кластерных групп в стандартизованном масштабе

Fig. 1. Graph of average values of cluster groups on a standardized scale

дуемым показателям. График средних значений в стандартизованном масштабе представлен на рис. 1. График строится при проведении кластерного анализа с целью демонстрации различий между полученными кластерами. Для того чтобы можно было на одном графике изобразить одновременно показатели с разными единицами измерения, он строится по нормированным (стандартизованным) показателям.

В первый, самый инновационно успешный и экономически развитый кластер вошли г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург и республика Татарстан. Его статистические характеристики представлены в табл. 1. Кластер характеризуется самой высокой интенсивностью изобретательской активности населения, значительным объемом выпуска инновационных товаров на душу населения

Таблица 1 (Table 1)

Средние и медианные значения кластеров
Average and median values of clusters

Показатель		Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
ВРП на душу населения, руб.	среднее	973429	1892178	573438	354196
	медиана	833666	1898635	551481	342251
Инвестиции на душу населения, руб.	среднее	175859	471272	131019	75326
	медиана	153476	487544	108428	72405
Основные фонды на душу населения, тыс. руб.	среднее	3698	5048	2042	1455
	медиана	3465	4246	1844	1457
Коэффициент изобретательской активности	среднее	4,1	0,4	0,9	0,8
	медиана	4,2	0,6	0,7	0,9
Внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного работника, тыс. руб.	среднее	1664	1377	1638	988
	медиана	1684	1465	1518	993
Отгружено инновационных товаров, работ и услуг на душу населения, тыс. руб.	среднее	80	22	38	10
	медиана	66	18	35	8

при практически таких же внутренних затратах на исследования и разработки в расчете на одного работника, как и в третьем кластере. Таким образом, можно сделать вывод, что субъекты, образующие первый кластер, довольно успешно используют свой экономический потенциал и являются двигателями инновационного развития в стране.

Второй кластер с самыми высокими значениями среднедушевого ВРП, инвестициями на душу населения и размером основных фондов, но с самыми низкими значениями инновационного развития, составили Тюменская область, республика Саха (Якутия), Магаданская область, Сахалинская область и Чукотка. Таблица 1 содержит статистические характеристики кластера.

Надо сказать, что данные субъекты РФ являются весьма специфичными по своим природным и климатическим характеристикам. В силу этого они требуют самых высоких капиталовложений по сравнению, например, с областями средней полосы России. За исключением Сахалина, эти территории малонаселены, имеют крайне слабую инфраструктуру, на поддержание которой приходится тратить большие средства, есть проблемы с дорогами. Таким образом, в инновационном плане данные территории (кроме Сахалина) требуют больших финансовых вложений, окупаемость которых возможна лишь в долгосрочной перспективе (в связи с трудными климатическими условиями, повышающими затраты на капитальное строительство и инфраструктуру), за исключением тех производств, которые касаются добывающей промышленности.

Третий кластер образовали регионы (26 регионов), имеющие средние для России, значения показателей ВРП, объема основных фондов и инвестиций, и такие же средние

для России показатели инновационного развития, соответствующие затратам и общему уровню развития экономик данных территорий: Белгородская область, Липецкая область, Смоленская область, Тульская область, Республика Коми, Архангельская область, Вологодская область, Ленинградская область, Мурманская область, республика Башкортостан, республика Мордовия, Удмуртская республика, Пермский край, Кировская область, Нижегородская область, Самарская область, Ульяновская область, Свердловская область, Челябинская область, Красноярский край, Иркутская область, Томская область, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область.

Статистические характеристики третьего кластера представлены в табл. 1. Как видим, субъекты кластера демонстрируют при невысоких значениях экономических показателей высокую инновационную ре-

зультативность, если проводить сравнения с другими кластерными группами.

С целью выявления взаимосвязей между рассматриваемыми показателями были рассчитаны парные линейных коэффициенты корреляции Пирсона (табл. 2; значения над диагональю) и ранговые коэффициенты корреляции Спирмена (табл. 2; значения под диагональю).

Таким образом, есть значимая линейная связь средней степени между показателями ВРП на душу населения и среднедушевым размером основных фондов, между среднедушевыми инвестициями и среднедушевым размером основных фондов. Это позволяет построить регрессионные модели и оценить влияния факторных переменных на результативные количественно.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что существует сильная зависимость ВРП от размера основных фондов на душу населения

Таблица 2 (Table 2)

Линейные коэффициенты корреляции Пирсона и ранговые коэффициенты корреляции Спирмена для кластера 3*
Pearson Linear Correlation Coefficients and Spearman Rank Correlation Coefficients for Cluster 3*

	ВРП	Инвестиции	Основные фонды	Изобретательская активность	Затраты на исследования и разработки в расчете на 1 работника	Инновационные товары и услуги
ВРП	1,000	0,387	0,699	-0,090	0,133	-0,194
Инвестиции	0,742	1,000	0,470	-0,294	-0,183	-0,398
Основные фонды	0,722	0,808	1,000	-0,342	-0,298	-0,237
Изобретательская активность	-0,130	-0,365	-0,362	1,000	0,379	0,219
Затраты на исследования и разработки в расчете на 1 работника	-0,069	-0,218	-0,304	0,376	1,000	0,209
Инновационные товары и услуги	-0,197	-0,389	-0,208	0,472	0,218	1,000

* значимые по *t*-критерию Стьюдента на уровне 0,05 коэффициенты выделены; линейные коэффициенты корреляции Пирсона находятся над диагональю матрицы, ранговые коэффициенты корреляции Спирмена – под диагональю.

* significant coefficients according to Student's *t*-test at the level of 0,05 are highlighted; Pearson's linear correlation coefficients are above the diagonal of the matrix, Spearman's rank correlation coefficients are below the diagonal.

(коэффициент Пирсона равен 0,699; коэффициент Спирмена составил 0,722).

Построенная модель зависимости среднедушевого ВРП от размера основных фондов на душу населения имеет следующий вид:

$$\hat{y}_x = 3384,25137 \cdot x_1^{0,673232},$$

где \hat{y}_x – среднедушевой ВРП; x_1 – размер основных фондов на душу населения.

На основе полученного уравнения можно сделать вывод, что с ростом размера основных фондов на душу населения на 1% среднедушевой ВРП увеличивается на 0,67%.

Статистические характеристики модели следующие: значение коэффициента детерминации составило 69,7%, скорректированное значение коэффициента детерминации – 68,4%; модель значима на основе *F*-критерия Фишера (наблюдаемое значение критерия – $F(1,24) = 35,582$); регрессионные коэффициенты значимы по *t*-критерию Стьюдента на уровнях меньше 0,000004 (наблюдаемые значения критерия: для свободного члена – $t(24) = 9,516607$; для регрессионного коэффициента при факторной переменной – $t(24) = 5,965057$); гипотеза о нормальном распределении регрессионных остатков принимается с доверительной вероятностью 0,991.

Также исследовалась зависимость объема инновационных товаров, работ и услуг от изобретательской активности населения. Коэффициент Пирсона между этими показателями имеет небольшое значение (0,219), он незначим на уровне 0,05 на основе критерия Стьюдента. Но рассчитанный ранговый коэффициент корреляции уже показывает наличие средней степени связи (0,472), и он значим. Таким образом, можно предположить существование нелинейной связи между показателями. Среди всех рассмотренных не-

линейных моделей наилучшими свойствами обладает степенная, имеющая вид:

$$\hat{y}_x = 33,422 \cdot x_1^{0,658},$$

где \hat{y}_x – среднедушевой объем отгруженной инновационной продукции, работ и услуг; x_1 – коэффициент изобретательской активности населения.

Модель значима на основе *F*-критерия Фишера (наблюдаемое значение критерия – $F(1,24) = 4,3406$; $p = 0,04804$); регрессионные коэффициенты значимы по *t*-критерию Стьюдента на уровнях меньше 0,048 (наблюдаемые значения критерия: для свободного члена – $t(24) = 19,97579$; для a_1 – $t(24) = 2,0834$); гипотеза о нормальном распределении регрессионных остатков не отвергается с доверительной вероятностью 0,867. Однако, невысокое значение скорректированного коэффициента детерминации (41,7%), не смотря на значимость коэффициента Спирмена, позволяет сде-

лать вывод, что коэффициент изобретательской активности населения слабо влияет на объемы инновационных товаров, работ и услуг.

Четвертый кластер оказался самым многочисленным среди остальных, он состоит из 47 регионов. В него вошли области: Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Орловская, Рязанская, Тамбовская, Тверская, Ярославская, Калининградская, Новгородская, Псковская, Астраханская, Волгоградская, Ростовская, Оренбургская, Пензенская, Саратовская, Курганская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Еврейская автономная; республики: Карелия, Адыгея, Калмыкия, Крым, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкессия, Северная Осетия-Алания, Чечня, Марий Эл, Чувашия, Алтай, Тыва, Хакасия, Бурятия; края: Краснодарский, Ставропольский, Забайкальский, Атагайский;

Таблица 3 (Table 3)

Линейные коэффициенты корреляции Пирсона и ранговые коэффициенты корреляции Спирмена для кластера 4*
Pearson Linear Correlation Coefficients and Spearman Rank Correlation Coefficients for Cluster 4*

	ВРП	Инвестиции	Основные фонды	Изобретательская активность	Затраты на исследования и разработки в расчете на 1 работника	Инновационные товары и услуги
ВРП	1,000	0,558	0,677	0,428	0,317	0,389
Инвестиции	0,575	1,000	0,465	0,284	0,047	0,169
Основные фонды	0,777	0,537	1,000	0,350	0,144	0,317
Изобретательская активность	0,480	0,104	0,378	1,000	0,011	0,484
Затраты на исследования и разработки в расчете на 1 работника	0,401	0,128	0,273	0,260	1,000	0,262
Инновационные товары и услуги	0,525	0,173	0,414	0,605	0,305	1,000

* значимые по *t*-критерию Стьюдента на уровне 0,05 коэффициенты выделены; линейные коэффициенты корреляции Пирсона находятся над диагональю матрицы, ранговые коэффициенты корреляции Спирмена – под диагональю.

* significant coefficients according to Student's t-test at the level of 0,05 are highlighted; Pearson's linear correlation coefficients are above the diagonal of the matrix, Spearman's rank correlation coefficients are below the diagonal.

а также г. Севастополь. Полученные статистические характеристики демонстрируют сложное экономическое и инновационное положение данных территорий (табл. 1).

Рассчитанные коэффициенты корреляции Пирсона показывают наличие линейной зависимости средней степени связи между ВРП и показателями инвестиций и основных фондов на душу населения (табл. 3). Также на объемы среднедушевого ВРП влияют интенсивность изобретательской активности населения и объемы инновационных товаров и услуг.

Так как значения коэффициентов Спирмена превышают значения соответствующих линейных коэффициентов корреляции Пирсона, то можно предположить существование нелинейной связи между показателями.

В ходе исследования были построены следующие модели множественной регрессии: линейная, степенная, показательная, логарифмическая. Наилучшими свойствами среди них обладала степенная модель, позволяющая количественно оценить влияние инвестиций, основных фондов и произведенных инновационных товаров на среднедушевой ВРП.

Степенное уравнение зависимости ВРП от инвестиций, основных фондов и произведенных инновационных товаров имеет вид:

$$\hat{y}_x = 1400,3129 \cdot x_1^{0,2857} \cdot x_2^{0,3091} \cdot x_3^{0,0514},$$

где \hat{y}_x – среднедушевой валовой региональный продукт (ВРП);

x_1 – среднедушевой размер инвестиций;

x_2 – среднедушевой размер основных фондов;

x_3 – среднедушевой размер отгруженной инновационной продукции, работ и услуг.

Таким образом, для территорий кластера 4 можно сделать следующий вывод: при

увеличении среднедушевого размера инвестиций на 1% среднедушевой ВРП увеличивается на 0,23%, при росте среднедушевого размера основных фондов на 1% ВРП растет на 0,31%, при увеличении среднедушевого объема отгруженной инновационной продукции, работ и услуг на 1% среднедушевой ВРП увеличивается на 0,05%.

Качество полученной модели оценивалось по следующим критериям. Множественный коэффициент детерминации равен 71,6%, скорректированное значение коэффициента детерминации – 69,6%. Значения достаточно высокие, что позволяет использовать модель в аналитических целях. Средняя ошибка аппроксимации составила 5,1%, т.е. фактические значения показателя отличаются от предсказываемых по модели регрессии в среднем на 5,1%. Модель статистически значима по F -критерию Фишера на уровне значимости $p < 0,00000$ (значение критерия – $F(3,43) = 36,1$). Регрессионные коэффициенты статистически значимы по t -критерию Стьюдента: свободный член на уровне значимости $p < 0,000000$ $t(43) = 7,878393$; коэффициент при переменной x_1 – на уровне $p < 0,004358$ $t(43) = 3,010012$; коэффициент при переменной x_2 – на уровне $p < 0,000286$ $t(43) = 3,949288$; коэффициент при переменной x_3 – на уровне $p < 0,006379$ $t(43) = 2,867803$. Проверка регрессионных остатков на нормальный закон распределения осуществлялась на основе теста Шапиро-Уилка. С вероятностью 0,967 гипотеза о нормальном распределении регрессионных остатков не отвергается.

Степенное уравнение зависимости объема отгруженной инновационной продукции, работ и услуг от размера среднедушевого ВРП и объема основных фондов на душу населения для кластера 4 описы-

вается степенным уравнением следующего вида:

$$\hat{y}_x = e^{-36,3116} \cdot x_1^{2,3363} \cdot x_2^{1,1049},$$

где \hat{y}_x – среднедушевой объем отгруженной инновационной продукции, работ и услуг; x_1 – среднедушевой ВРП; x_2 – объем основных фондов на душу населения.

Исходя из полученного уравнения можно сделать вывод, что с увеличением среднедушевого ВРП на 1% объем инновационной продукции возрастает на 2,3%; рост объема основных фондов на 1% приводит к росту инновационной продукции на 1,1%.

Статистические характеристики полученного уравнения, следующие: значение коэффициента детерминации, составило 62,8%, скорректированное значение коэффициента детерминации равно 60,2%. Уравнение значимо по F -критерию Фишера на уровне значимости $p < 0,000005$ (значение критерия – $F(2,44) = 16,489$). Регрессионные коэффициенты статистически значимы по t -критерию Стьюдента: свободный член на уровне значимости $p < 0,000787$ $t(44) = -3,60678$; коэффициент при переменной x_1 – на уровне $p < 0,033746$ $t(44) = 2,1916$; коэффициент при переменной x_2 – на уровне $p < 0,026916$ $t(44) = 2,55582$. Регрессионные остатки имеют нормальный закон распределения на основе теста Шапиро-Уилка.

В ходе исследования были проверены три гипотезы о статистически значимых различиях между показателями третьего и четвертого кластеров. Набор показателей был следующий: коэффициент изобретательской активности, внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного работника, среднедушевой размер инновационных товаров и услуг. Для этих целей был использован непараметрический критерий Манна-Уитни. Результаты расчетов на уровне

Результаты расчетов проверки гипотез о различиях показателей третьего и четвертого кластеров по критерию Манна-Уитни

The results of calculations for testing hypotheses about the differences in the indexes of the third and fourth clusters according to the Mann-Whitney criterion

Показатель	Сумма рангов Кластер 3	Сумма рангов Кластер 4	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i> -уров.	<i>Z</i> скорр.	<i>p</i> -уров.	2-х стор. точное <i>p</i>
Коэффициент изобретательской активности	990	1711	583	0,31679	0,7514	0,31679	0,7513	0,753
Внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного работника, тыс. руб.	1486	1215	87	6,03053	0,0000	6,03053	0,0000	0,0000
Инновационные товары и услуги	1415	1286	158	5,21264	0,0000	5,21264	0,0000	0,0000

значимости 0,05 представлены в табл. 4.

Таким образом, в результате проверки гипотез можно сделать следующие выводы:

- нет статистически значимых различий в значениях коэффициентов изобретательской активности третьего и четвертого кластерных групп; разница между медианными значениями составляет 0,2; разница между средними значениями равна 0,1 (выше у территорий четвертого кластера);

- есть статистически значимые различия между значениями внутренних затрат на исследования и разработки в расчете на одного работника третьего и четвертого кластерных групп; разница между медианными значениями составляет 525 тыс. руб.; разница между средними значениями равна 650 тыс. руб. (выше у территорий третьего кластера);

- существуют статистически значимые различия между среднедушевыми объемами инновационных товаров, работ и услуг между 3-м и 4-м кластерами; разница между медианными значениями третьего и четвертого кластеров составляет 27 тыс. руб.; разница между средними значениями этих кластеров равна 28 тыс. руб.

Заключение

В ряде работ подчеркивается, что экономический и инновационный успех совре-

менного общества во многом определяется наличием инновационного мышления у населения страны. Например, в Китае, стране, демонстрирующей высокие темпы развития науки и инноваций, данному вопросу этому уделяется особое внимание [31]. Нельзя не согласиться с данным мнением, но тогда на первый план выходит проблема инновационного образования молодых поколений. Особая роль при этом отводится как национальным университетам, так и научным центрам страны, что подчеркивается и в ряде зарубежных работ [32, 33].

Россия имеет некоторые особенности, а именно, со времен СССР в нашей стране успешно функционировала система научно-исследовательских институтов (НИИ), так незаслуженно разрушаемая в настоящее время. Эта система, по нашему мнению, требует своего возрождения. Не принижая научную деятельность университетов, отметим, что по многим направлениям научных исследований деятельность научных институтов намного более эффективна, например, в части создания научных, конструкторских, технологических работ. Например, в области космических и транспортных систем в научных организациях, продуктивность была гораздо выше, чем в университетах [34].

Помимо самой организации науки в нашей стране также

существует проблема слабого взаимодействия науки и бизнеса. Во развитых странах в основе успешного инновационного развития лежит их тесное сотрудничество. Согласимся, с авторами работы [35], что особая роль в этом плане отводится частному сектору и неформальной экономике. Тогда возникает вопрос: какие преобразования следует провести в России, чтобы бизнес и неформальный сектор захотели участвовать во внедрении инноваций? На наш взгляд, первое, на что следует обратить внимание, – это необходимость восполнения пробела в разработке правовых положений, связанных с наукой и инновациями. Подобного мнения придерживается и ряд других исследователей [36, 37].

Отметим также, что крайне важно для российской экономики развивать малые инновационные предприятия [38, 39], которые в настоящее время показывают низкую эффективность. Развитие таких предприятий в нашей стране сталкивается с рядом проблем, препятствующих расширению инновационной деятельности.

Также согласимся с тем, что введение инноваций в итоге позволяет существенно повысить производительность труда. В связи с этим формирование инновационного мышления у руководителей предприятий – одна из главных задач, стоящих перед регионами, позволяющая решить

многие проблемы в инновационной деятельности [40].

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

Регионы РФ крайне разнообразны и неоднородны по своему экономическому и инновационному развитию. При их анализе целесообразно предварительно использовать методы кластерного анализа для получения однородных групп территорий со схожими социальными и экономическими характеристиками, что подтверждается в настоящем исследовании проверкой гипотез о статистически значимых различиях между показателями третьего и четвертого кластеров (различия первого и второго кластеров с остальными кластерами и между собой очевидны и не требуют каких-либо математических доказательств).

Центрами инновационного развития в стране являются г. Москва, г. Санкт-Петербург, Московская область и Республика Татарстан. Они являются лидерами по показателям изобретательской активности населения, а также в производстве инновационных товаров и услуг. У них высокий уровень экономического развития по сравнению с другими российскими территориями, что и обеспечивает, собственно говоря, в свою очередь развитие науки и инноваций. Эти территории не требуют резкой корректировки проводимой инновационной политики.

Отдельную группу образовали такие субъекты РФ, как Тюменская область, республика Саха (Якутия), Магаданская область, Сахалинская область и Чукотка. Они характеризуются высокими показателями ВРП на душу населения, которые обеспечивает добывающая промышленность, крайне низкими значениями инно-

вационного развития. Территории имеют существенные демографические, социальные и экономические проблемы, в основном связанные с особенностями климата и географического положения. Дискуссионным моментом является вопрос о целесообразности вложения значительных денежных средств в развитие науки и инноваций данных территорий, кроме тех сфер, которые касаются добывающей промышленности и инфраструктуры.

Также отдельную группу образовали 26 российских субъекта со средними уровнями, по отношению к общероссийским, экономического и инновационного развития. Эти регионы крайне перспективны в инновационном плане, вложенные в науку средства быстро оккупаются. Последующая корректировка проводимой инновационной политики позволит надеяться на достижение в будущем еще более лучших результатов. К этим территориям относятся Белгородская область, Липецкая область, Смоленская область, Тульская область, Республика Коми, Архангельская область, Вологодская область, Ленинградская область, Мурманская область, республика Башкортостан, республика Мордовия, Удмуртская республика, Пермский край, Кировская область, Нижегородская область, Самарская область, Ульяновская область, Свердловская область, Челябинская область, Красноярский край, Иркутская область, Томская область, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область. Для данных территорий с вероятностью не ниже 0,95 можно утверждать, что с ростом размера основных фондов на душу населения на 1% среднедушевой ВРП будет расти на 0,67%.

Большая группа регионов РФ (47 территорий), которые находятся на низком уровне экономического и инновационного развития. К ним относятся области: Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Орловская, Рязанская, Тамбовская, Тверская, Ярославская, Калининградская, Новгородская, Псковская, Астраханская, Волгоградская, Ростовская, Оренбургская, Пензенская, Саратовская, Курганская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Еврейская; республики: Карелия, Адыгея, Калмыкия, Крым, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкессия, Северная Осетия-Алания, Чечня, Марий Эл, Чувашия, Алтай, Тыва, Хакасия, Бурятия; края: Краснодарский, Ставропольский, Забайкальский, Алтайский; а также г. Севастополь. Исследование показало, что для этих регионов, с вероятностью не ниже чем 0,95, можно утверждать, что при увеличении среднедушевого размера инвестиций на 1% среднедушевой ВРП будет увеличиваться на 0,23%, при росте среднедушевого размера основных фондов на 1% ВРП в среднем вырастет на 0,31%, при увеличении среднедушевого объема отгруженной инновационной продукции, работ и услуг на 1% среднедушевой ВРП увеличится на 0,05%. Также, с вероятностью не ниже, чем 0,95, можно говорить о том, что с увеличением среднедушевого ВРП на 1% объем инновационной продукции возрастет на 2,3%; рост объема основных фондов на 1% приведет к росту инновационной продукции на 1,1%.

Таким образом, для регионов третьего и четвертого кластеров требуется существенная корректировка не только инновационной, но и экономической политики.

Литература

1. Ohmae K. New model China. Project Syndicate, 2002. July 31. <https://www.projectsyndicate.org/commentary/new-model-china?barrier=accessreg>.
2. Куценко Е.С., Абашкин В.Л., Исланкина Е.А. Фокусировка региональной промышленной политики через отраслевую специализацию // Вопросы экономики. 2019. № 5. С. 65–89. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-5- 65-89.
3. Lundvall B-E., Bjern J., Esben S.A., Bent D. National System of Production // Innovation and Competence Building. Research Policy. 2002. № 31. С. 213–231.
4. OECD. Promoting growth in all regions. Paris: OECD Publishing, 2012.
5. Ларионова Е.И., Чинаева Т.И., Шпаковская Е.П. Роль регионализации в развитии инновационных процессов // Транспортное дело России. 2015. № 1 (2). С. 22–24.
6. Чинаева Т.И. Отдельные аспекты развития инновационной деятельности в регионах Российской Федерации // Друкеровский вестник. 2017. № 4(18). С. 169–175.
7. Bovkun, A.S., Korodyuk I.S., Arkhipkin O.V. Detection and analysis of model construction of innovative development in Russian regions // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. С. 246–253. DOI: 10.15405/epsbs.2018.12.31.
8. Smirnova O.P., Ponomareva A.O. Assessment of innovative development differentiation of Russian regions // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. 2020. № 11(13). 11A13P: 1–12. DOI: 10.14456/itjemast.2020.262.
9. Чинаева Т.И., Мотова М.А., Ларионова Е.И. Тенденции развития инновационных процессов в региональном разрезе // Друкеровский вестник. 2015. № 4(8). С. 193–203.
10. Diatlova V., Diatlova Y., Petryk I., Hutareva Y., Zubro T., Tyshchenko O. Innovative development: model and evaluation method in the context of integration processes // Management theory and studies for rural business and infrastructure development. 2021. № 43(1). С. 161–171. DOI: 10.15544/mts.2021.14.
11. Khalimova S. Assessment of the inequality of innovative development in the regions of Russia // Area Development and Policy. 2020. № 6(2). С. 200–222. DOI: 10.1080/23792949.2020.1772090.
12. McCausland T. Innovation in the Circular Economy // Research-technology management. 2021. № 64(3). С. 72–75. DOI: 10.1080/08956308.2021.1896855.
13. Fernandes C., Farinha L., Ferreira J.J., Asheim B., Rutten R. Regional innovation systems: what can we learn from 25 years of scientific achievements? // Regional Studies. 2021. № 55 (3). С. 377–389. DOI: 10.1080/00343404.2020.1782878.
14. Заварухин В.П., Миндели Л.Э. Международные аспекты российской инновационной политики // Мировая экономика и международные отношения. 2001. № 5. С. 28–31.
15. Иванова Н.И. Национальные инновационные системы // Вопросы экономики. 2001. № 7. С. 59–70.
16. Иванова Н., Мамедьяров З. Наука и инновации: конкуренция нарастает // Мировая экономика и международные отношения. 2019. Т. 63. № 5. С. 47–56. DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-5-47-56.
17. Полтерович В. М. Проблема формирования национальной инновационной системы // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45. № 2. С. 3–18.
18. Lundvall B.A. National Systems of Innovation. London: Pinter, 1992. С. 1–19
19. Nelson R. National Innovation Systems. A Comparative Analysis. USA: Oxford, 1993. С. 6–13.
20. Hasche N., Höglund L., Linton G. Quadruple helix as a network of relationships: creating value within a Swedish regional innovation system // Journal of Small Business & Entrepreneurship. 2019. № 32(6). С. 523–544. DOI: 10.1080/08276331.2019.1643134.
21. Arranz N., Arroyabe M.F., Schumann M. The role of NPOs and international actors in the national innovation system: A network-based approach // Technological Forecasting and Social Change. 2020. № 159. С. 120–183. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120183.
22. Arkolakis C., Ramondo N., Yeaple S. Innovation and Production in the Global Economy // American economic review. 2018. № 108(8). С. 2128–2173. DOI: 10.1257/aer.20141743.
23. Herstad S.J. Innovation strategy choices in the urban economy // Urban studies. 2018. № 55 (6). С. 1185–1202. DOI: 10.1177/0042098017692941.
24. Mikhaylov A.S., Gorochnaya V.V., Hvalej D.V., Gumenyuk I.S. Innovative development of Russian coastal regions: North-South divergence // Baltic region. 2020. № 12(3). С. 105–126. DOI: 10.5922/2079-8555-2020-3-7.
25. Sukhovey A.F., Golova I.M. Differentiation of Innovative Development Strategies of Regions for Improving the Effectiveness of Socio-Economic Policy in the Russian Federation // Ekonomika regiona-Economy of region. 2019. № 16(4). С. 1302–1317. DOI: 10.17059/2019-4-25.
26. Crescenzi R., Iammarino S. Global investments and regional development trajectories: The missing links // Transitions in Regional Economic Development. 2018. С. 171–203. DOI: 10.4324/9781315143736-9.
27. Holovach A., Pryputen D. Innovative approaches in the economic sphere // Baltic journal

of economic studies. 2019. № 5(4). С. 92–96. DOI: 10.30525/2256-0742/2019-5-4-92-96.

28. Barysheva G., Mikhanchuk A., Burets Y., & Novoseltseva, D. Typology of Innovative Development of AIRR-Regions (Association of Russian Innovative Regions). Lifelong Wellbeing in the World – WELLSO 2016. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Future Academy. 2017. Т. 19. С. 57–66. DOI: 10.15405/epsbs.2017.01.8.

29. Novikov S.V., Prosvirina N.V. Clusters classification in the modern innovation economy // Amazonia investiga. 2019. № 8(19). С. 620–630.

30. Popelo O., Butko M., Revko A., Garafonova O., Rasskazov O. Strategy of the formation and development of an innovative agroindustrial cluster of the region in a context of decentralization of the authoritative powers // Financial and credit activity-problems of theory and practice. 2021. № 2(37). С. 219–230.

31. Fu Y. College Students' Entrepreneurship and Innovation and Entrepreneurship Education under the Background of Economic Development Mode Transformation // Proceedings of the 2018 8th international conference on education and management (ICEM 2018), 2018. DOI: 10.2991/icem-18.2019.112.

32. Brynjolfsson E., Eggers F., Gannamaneni A. Using Massive Online Choice Experiments to Measure Changes in Well-Being [Электрон. ресурс] // National Bureau of Economic Research. 2018. 24514. Режим доступа: <http://www.nber.org/papers/w24514>.

33. Bellandi M., Donati L., Cataneo A. Social innovation governance and the role of universities: Cases of quadruple helix partnerships in Italy // Technological Forecasting and Social Change. 2021. 164. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120518.

34. Заварухин В.П., Соломенцева О.А., Солопова М.А., Чинаева Т.И. и др. Потенциал научных организаций, выполняющих исследо-

вания и разработки по приоритетному направлению «Транспортные и космические системы»: аналитико-статистический сборник. М.: ИПРАН РАН, 2021. 122 с.

35. Sharma G., Kumar H. Commercialising innovations from the informal economy. The grassroots innovation ecosystem in India // South Asian journal of business studies. 2017. № 8(1). С. 40–61. DOI: 10.1108/SAJBS-12-2017-0142.

36. Fomin A. Triple Helix as a Social and Legal Phenomenon of Regional Innovative Development: on the Example of the Penza Region as an Average Subject of the Russian Federation // LeXonomica. 2019. № 11(2). С. 175–194. DOI: 10.18690/lexonomica.11.2.175-194.2019.

37. Baida, B., Khomko, L., Levytska, O. Development of Companies in Modern Conditions of Economic and Legal Relations // Tem journal-technology education management informatics. 2020. № 9(2). С. 641–648. DOI: 10.18421/TEM92-29.

38. Ogloblin, V.A., Malanina, Y.N., Vikhorev, V.G., Vikhoreva, M.V. Prospects for development of small innovative mechanical engineering enterprises on the territories of advanced development. International workshop advanced technologies in material science, mechanical and automation engineering. MIP: Engineering, 2019. 537 с. DOI: 10.1088/1757-899X/537/4/042071.

39. Antypenko N., Dongcheng, W., Lysenko Z., Krasnonosova O., Grynevych L. Directions of the Activation of the Development of a Small Innovative Enterprise // International journal of computer science and network security. 2021. № 21(12). С. 495–502. DOI: 10.22937/IJCSNS.2021.21.12.69.

40. Stahel W.R. Innovation in the circular and the performance economy. Handbook of sustainable innovation. 2019. С. 38–58.

41. Федеральная служба государственной статистики [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>.

References

1. Ohmae K. New model China. Project Syndicate; 2002. July 31. <https://www.projectsyndicate.org/commentary/new-model-china?barrier=accessreg>.

2. Kutsenko Ye.S., Abashkin V.L., Islankina Ye.A. Focusing regional industrial policy through industry specialization. Voprosy ekonomiki = Economic questions. 2019; 5: 65–89. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-5- 6. (In Russ.)

3. Lundvall B-E., Bjern J., Esben S.A., Bent D. National System of Production. Innovation and Competence Building. Research Policy. 2002; 31: 213–231.

4. OECD. Promoting growth in all regions. Paris: OECD Publishing; 2012.

5. Larionova Ye.I., Chinayeva T.I., Shpakovskaya Ye.P. The role of regionalization in the development

of innovative processes. Transportnoye delo Rossii = Transport business of Russia. 2015; 1(2): 22–24. (In Russ.)

6. Chinayeva T.I. Separate aspects of the development of innovation activity in the regions of the Russian Federation. Drukerovskiy vestnik = Druckerovsky Bulletin. 2017; 4(18): 169–175.5–89. (In Russ.)

7. Bovkun, A.S., Korodyuk I.S., Arkhipkin O.V. Detection and analysis of model construction of innovative development in Russian regions. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2018: 246–253. DOI: 10.15405/epsbs.2018.12.31. (In Russ.)

8. Smirnova O.P., Ponomareva A.O. Assessment of innovative development differentiation of Russian

- regions. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. 2020; 11(13); 11A13P: 1-12. DOI: 10.14456/itjemast.2020.262.
9. Chinayeva T.I., Motova M.A., Larionova Ye.I. Trends in the development of innovative processes in the regional context. *Drukerovskiy vestnik = Drucker's Bulletin*. 2015; 4(8): 193-203. (In Russ.)
10. Diatlova V., Diatlova Y., Petryk I., Hutareva Y., Zubro T., Tyshchenko O. Innovative development: model and evaluation method in the context of integration processes. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*. 2021; 43(1): 161-171. DOI: 10.15544/mts.2021.14.
11. Khalimova S. Assessment of the inequality of innovative development in the regions of Russia. *Area Development and Policy*. 2020; 6(2): 200-222. DOI: 10.1080/23792949.2020.1772090.
12. McCausland T. Innovation in the Circular Economy. *Research-technology management*. 2021; 64(3): 72-75. DOI: 10.1080/08956308.2021.1896855.
13. Fernandes C., Farinha L., Ferreira J.J., Asheim B., Rutten R. Regional innovation systems: what can we learn from 25 years of scientific achievements? *Regional Studies*. 2021; 55(3): 377-389. DOI: 10.1080/00343404.2020.1782878.
14. Zavarukhin V.P., Mindeli L.E. International aspects of Russian innovation policy. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnyye otnosheniya = World economy and international relations*. 2001; 5: 28-31. (In Russ.)
15. Ivanova N.I. National innovation systems. *Voprosy Ekonomiki = Economic questions*. 2001; 7: 59-70. (In Russ.)
16. Ivanova N., Mamed'yarov Z. Science and innovation: competition is growing. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnyye otnosheniya = World economy and international relations*. 2019; 63; 5: 47-56. DOI: 10.20542/0131-2227-2019-63-5-47-56. (In Russ.)
17. Polterovich V. M. The problem of formation of the national innovation system. *Ekonomika i matematicheskiye metody = Economics and Mathematical Methods*. 2009; 45; 2: 3-18. (In Russ.)
18. Lundvall B.A. *National Systems of Innovation*. London: Pinter; 1992: 1-19
19. Nelson R. *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. USA: Oxford; 1993: 6-13.
20. Hasche N., Höglund L., Linton G. Quadruple helix as a network of relationships: creating value within a Swedish regional innovation system. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*. 2019; 32(6): 523-544. DOI: 10.1080/08276331.2019.1643134.
21. Arranz N., Arroyabe M.F., Schumann M. The role of NPOs and international actors in the national innovation system: A network-based approach. *Technological Forecasting and Social Change*. 2020; 159: 120183. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120183.
22. Arkolakis C., Ramondo N., Yeaple S. Innovation and Production in the Global Economy. *American economic review*. 2018; 108(8): 2128-2173. DOI: 10.1257/aer.20141743.
23. Herstad S.J. Innovation strategy choices in the urban economy. *Urban studies*. 2018; 55(6): 1185-1202. DOI: 10.1177/0042098017692941.
24. Mikhaylov A. S., Gorochnaya V. V., Hvalek D. V., Gumenyuk I.S. Innovative development of Russian coastal regions: North-South divergence. *Baltic region*. 2020; 12(3): 105-126. DOI: 10.5922/2079-8555-2020-3-7.
25. Sukhovey A.F., Golova I.M. Differentiation of Innovative Development Strategies of Regions for Improving the Effectiveness of Socio-Economic Policy in the Russian Federation. *Ekonomika regiona-Economy of region*. 2019; 16(4):1302-1317. DOI: 10.17059/2019-4-25. (In Russ.)
26. Crescenzi R., Iammarino S. Global investments and regional development trajectories: The missing links. *Transitions in Regional Economic Development*. 2018: 171-203. DOI: 10.4324/9781315143736-9.
27. Holovach A., Pryputen D. Innovative approaches in the economic sphere. *Baltic journal of economic studies*. 2019; 5(4): 92-96. DOI: 10.30525/2256-0742/2019-5-4-92-96.
28. Barysheva, G., Mikhalechuk, A., Burets, Y., & Novoseltseva, D. Typology of Innovative Development of AIRR-Regions (Association of Russian Innovative Regions). *Lifelong Wellbeing in the World - WELLSO 2016. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Future Academy*. 2017; 19: 57-66. DOI: 10.15405/epsbs.2017.01.8.
29. Novikov S.V., Prosvirina N.V. Clusters classification in the modern innovation economy. *Amazonia investiga*. 2019; 8(19): 620-630.
30. Popelo O., Butko M., Revko A., Garafonova O., Rasskazov O. Strategy of the formation and development of an innovative agroindustrial cluster of the region in a context of decentralization of the authoritative powers. *Financial and credit activity-problems of theory and practice*. 2021; 2(37): 219-230.
31. Fu Y. College Students' Entrepreneurship and Innovation and Entrepreneurship Education under the Background of Economic Development Mode Transformation. *Proceedings of the 2018 8th international conference on education and management (ICEM 2018)*, 2018. DOI: 10.2991/icem-18.2019.112.
32. Brynjolfsson E., Eggers F., Gannamaneni A. Using Massive Online Choice Experiments to Measure Changes in Well-Being [Internet]. *National Bureau of Economic Research*. 2018. 24514. Available from: <http://www.nber.org/papers/w24514>.
33. Bellandi M., Donati L., Cataneo A. Social innovation governance and the role of universities: Cases of quadruple helix partnerships in Italy. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021: 164. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120518.

34. Zavarukhin V. P., Solomentseva O. A., Solopova M. A., Chinayeva T. I. et. al. Potentsial nauchnykh organizatsiy, vypolnyayushchikh issledovaniya i razrabotki po prioritetnomu napravleniyu «Transportnyye i kosmicheskiye sistemy»: analitiko-statisticheskiy sbornik = The potential of scientific organizations performing research and development in the priority direction «Transport and space systems»: analytical and statistical collection. Moscow: IPRAN RAN; 2021. 122 p. (In Russ.)

35. Sharma G., Kumar H. Commercialising innovations from the informal economy. The grassroots innovation ecosystem in India. South Asian journal of business studies. 2017; 8(1): 40-61. DOI: 10.1108/SAJBS-12-2017-0142.

36. Fomin A. Triple Helix as a Social and Legal Phenomenon of Regional Innovative Development: on the Example of the Penza Region as an Average Subject of the Russian Federation. LeXonomica. 2019; 11(2): 175-194. DOI: 10.18690/lexonomica.11.2.175-194.2019.

37. Baida, B., Khomko, L., Levytska, O. Development of Companies in Modern Conditions

of Economic and Legal Relations. Tem journal-technology education management informatics. 2020; 9(2): 641-648. DOI: 10.18421/TEM92-29.

38. Ogloblin, V.A., Malanina, Y.N., Vikhorev, V.G., Vikhoreva, M.V. Prospects for development of small innovative mechanical engineering enterprises on the territories of advanced development. International workshop advanced technologies in material science, mechanical and automation engineering. MIP: Engineering, 2019. 537 p. DOI: 10.1088/1757-899X/537/4/042071.

39. Antypenko N., Dongcheng, W., Lysenko Z., Krasnonosova O., Grynevych L. Directions of the Activation of the Development of a Small Innovative Enterprise. International journal of computer science and network security. 2021; 21(12): 495-502. DOI: 10.22937/IJCSNS.2021.21.12.69.

40. Stahel W.R. Innovation in the circular and the performance economy. Handbook of sustainable innovation. 2019: 38-58.

41. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki = Federal State Statistics Service [Internet]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.)

Сведения об авторах

Владимир Петрович Заварухин

К.э.н., директор института проблем развития науки РАН (ИПРАН РАН),

Москва, Россия

Эл. почта: V.Zavarukhin@issras.ru

Татьяна Игоревна Чинаева

К.э.н., доцент департамента бизнес-аналитики Факультета налогов, аудита и бизнес-анализа, зав.сектором Института проблем развития науки РАН (ИПРАН РАН)

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва Россия

Эл. почта: t.chinaeva@yandex.ru

Эльвира Юрьевна Чурилова

К.э.н., доцент Департамента бизнес-аналитики Факультета налогов, аудита и бизнес-анализа ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», ведущий научный сотрудник Института проблем развития науки РАН (ИПРАН РАН), Москва, Россия

Эл. почта: EChurilova@fa.ru

Information about the authors

Vladimir P. Zavarukhin

Cand. Sci. (Economics), Director of the Institute for the Study of Science Russian Academy of Sciences, (ISS RAS), Moscow, Russia

E-mail: V.Zavarukhin@issras.ru

Tatiana I. Chinaeva

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Business Analytics of the Faculty of Taxes, Audit and Business Analysis, Head of Sector of the Institute of Problems of Science Development of the Russian Academy of Sciences (IPRAN RAS)

FSOBU HE «Financial University under the Government of the Russian Federation», Moscow Russia

E-mail: t.chinaeva@yandex.ru

Elvira Y. Churilova

Cand. Sci. (Economics) Associate Professor of the Department of Business Analytics of the Faculty of Taxes, Audit and Business Analysis FSOBU HE «Financial University under the Government of the Russian Federation», Leading Researcher at the Institute of Problems of Science Development of the Russian Academy of Sciences (IPRAN RAS), Moscow, Russia

E-mail: EChurilova@fa.ru