

УДК 330.101.54

А.Ю. Трусова*

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА МНОГОМЕРНЫМИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В статье проведен многомерный анализ показателей инновационного потенциала Приволжского федерального округа. Методом k -средних составлена многомерная классификация субъектов округа. Средствами факторного анализа осуществлена визуализация многомерных данных.

Ключевые слова: многомерный статистический анализ, кластерный анализ, факторный анализ, инновационный потенциал.

Рассмотрение факторов роста региональной экономики с необходимостью предполагает принимать во внимание компоненты инновационного развития, реализуемые посредством государственной инновационной политики.

Уровень инновационного потенциала и степень его использования важны для принятия многоплановых решений, касающихся региональной политики. Это определяет практическую значимость данного исследования. Важность изучения развития инноваций, выявление оптимальных методов для определения величины инновационного потенциала и перспективы его развития в регионах многомерными статистическими методами с целью повышения инновационной активности свидетельствуют об актуальности данной статьи. Научная новизна выражается в комбинировании экономико-статистических подходов к анализу многомерных данных.

Представленное в статье исследование описывает развитие инновационного потенциала Самарской области в период 2012–2016 гг. и анализ приоритетных направлений его развития. Объектом исследования выступает инновационный потенциал Самарской области.

Инновационный потенциал в настоящее время является индикатором развития региона. На региональном уровне особое внимание уделяется развитию передовых и высокотехнологичных производственных направлений. Современные методологические подходы при анализе инновационного потенциала региона предполагают изучение трех основных его составляющих:

- ресурсной;
- внутренней;
- результативной.

Исследование ресурсной составляющей способствует выявлению приоритетных направлений развития региональной экономики. Внутренняя составляющая призвана повысить управленческую эффективность при осуществлении инновационных процессов. Эта составляющая позволяет отследить взаимосвязь деятельности предприятий с научными исследованиями и рынком, на который ориентирован создаваемый инновационный продукт.

Изучение результативной составляющей способствует оценке перспективности выхода на более высокую ступень развития экономики региона в целом.

Для оценки инновационного потенциала ключевыми являются следующие индикаторы: кадровый, технологический, научно-технический и финансовый потенциал, а также инвестиционный, производственный, инфраструктурный потенциалы и другие. При анализе инновационного потенциала использовались следующие группы показателей:

1) показатели, характеризующие ресурсную составляющую инновационного потенциала (Численность персонала, занятого ИиР, на 10000 населения, занятого в экономике (X_1), Внутренние затраты на ИиР, % к ВРП (X_2), Интегральная оценка ресурсной составляющей инновационного потенциала (X_3));

2) показатели, характеризующие внутреннюю составляющую инновационного потенциала (Коэффициент изобретательской активности (X_4), Удельный вес инновационно-активных организаций в общем числе (X_5), Интегральная оценка ресурсной составляющей инновационного потенциала (X_6));

3) показатели, характеризующие результативную составляющую инновационного потенциала (Удельный вес инновационной продукции в объеме отгруженной продукции (X_7), Удельный вес инновационной продукции в объеме отгруженной продукции (X_8), Интегральная оценка внутренней составляющей инновационного потенциала (X_9)).

В таблицах 1 и 2 отражены анализируемые показатели по Приволжскому федеральному округу (ПФО) за 2016 и 2012 годы.

* © Трусова А.Ю., 2018

Трусова Алла Юрьевна (a_yu_ssu@mail.ru), кафедра математики и бизнес-информатики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Таблица 1

Показатели инновационного потенциала по Приволжскому федеральному округу (ПФО) за 2016 год

Субъекты ПФО	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
Республика Башкортостан	7,3	1,7	0,606	0,183	0,1	0,141	0,309	0,383	0,346
Республика Марий Эл	5,9	1,53	0,532	0,036	0,015	0,025	0,301	0,49	0,396
Республика Мордовия	13,4	0,59	0,432	0,095	0,061	0,078	1	1	1
Республика Татарстан	21,3	1,86	0,935	0,246	0,099	0,172	0,721	0,781	0,751
Удмуртская Республика	7,6	0,99	0,421	0,099	0,03	0,065	0,599	0,567	0,583
Чувашская Республика	24,5	0,95	0,755	0,107	0,088	0,098	0,482	0,387	0,434
Пермский край	7,9	1,52	0,57	0,341	0,195	0,268	0,57	0,711	0,641
Кировская область	9,6	0,71	0,387	0,111	0,076	0,094	0,235	0,363	0,299
Нижегородская область	12,8	1,4	0,638	1	1	1	0,607	0,803	0,705
Оренбургская область	7,1	0,61	0,309	0,06	0,014	0,037	0,147	0,131	0,139
Пензенская область	20,1	1,2	0,733	0,294	0,17	0,232	0,283	0,289	0,286
Самарская область	3,9	1,38	0,451	0,222	0,141	0,182	0,651	0,637	0,644
Саратовская область	4,8	0,77	0,305	0,187	0,102	0,144	0,132	0,155	0,144
Ульяновская область	3,6	1,61	0,506	0,345	0,406	0,376	0,452	0,656	0,554

Таблица 2

Показатели инновационного потенциала по Приволжскому федеральному округу (ПФО) за 2012 г.

Субъекты ПФО	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
Республика Башкортостан	13,1	1,44	0,6	0,188	0,115	0,152	0,245	0,21	0,227
Республика Марий Эл	10,6	1,77	0,606	0,021	0,023	0,022	0,041	0,026	0,033
Республика Мордовия	13,1	0,59	0,431	0,1	0,095	0,098	0,935	0,562	0,748
Республика Татарстан	19,1	2,51	0,957	0,313	0,138	0,226	0,751	0,554	0,653
Удмуртская Республика	13	0,8	0,47	0,079	0,043	0,061	0,261	0,153	0,207
Чувашская Республика	20,9	1,21	0,741	0,096	0,104	0,1	0,922	0,55	0,736
Пермский край	14,1	1,49	0,634	0,321	0,208	0,265	0,314	0,222	0,268
Кировская область	8,7	0,84	0,375	0,117	0,1	0,109	0,294	0,26	0,277
Нижегородская область	14,7	1,67	0,684	1	1	1	0,694	0,576	0,635
Оренбургская область	12,7	1,13	0,529	0,033	0,017	0,025	0,065	0,044	0,055
Пензенская область	11,4	1,31	0,534	0,371	0,314	0,343	0,469	0,349	0,409
Самарская область	6,3	1,93	0,535	0,479	0,355	0,417	1	1	1
Саратовская область	7	0,97	0,361	0,163	0,119	0,141	0,139	0,101	0,12
Ульяновская область	6,3	2,36	0,621	0,475	0,671	0,573	0,347	0,407	0,377

Методом к-средних проведена кластеризация субъектов ПФО. Оптимальное число выделенных кластеров составляет 2. В таблице 3 представлены объекты выделенных кластеров.

Таблица 3

Кластеры ПФО за 2012 и 2016 годы

2012		2016	
Первый кластер	Второй кластер	Первый кластер	Второй кластер
Республика Татарстан	Республика Башкортостан	Республика Татарстан	Республика Башкортостан
Чувашская Республика	Республика Марий Эл	Чувашская Республика	Республика Марий Эл
Пермский край	Республика Мордовия	Пензенская область	Удмуртская Республика
Нижегородская область	Удмуртская Республика		Республика Мордовия
	Кировская область		Пермский край
	Оренбургская область		Кировская область
	Пензенская область		Нижегородская область
	Самарская область		Оренбургская область
	Саратовская область		Самарская область
	Ульяновская область		Саратовская область
			Ульяновская область

Как видно из таблицы 3, общая структура кластеров практически не претерпела изменений. Нижегородская и Пензенская области, Пермский край изменили свое соотношение по изучаемым показателям в комплексе. Для каждого кластера изучены координаты центра тяжести. В таблице 4 представлены сводные значения изучаемых показателей по годам, кластерам и по компонентам, составляющим инновационный потенциал.

Таблица 4

Показатели инновационного потенциала по кластерам

Составляющие инновационного потенциала		Ресурсная			Внутренняя			Результативная		
Год	Среднее значение	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
2016	Первый кластер	21,97	1,34	0,81	0,22	0,12	0,17	0,50	0,49	0,49
	Второй кластер	7,63	1,16	0,47	0,24	0,19	0,22	0,45	0,54	0,50
2012	Первый кластер	17,20	1,72	0,75	0,43	0,36	0,40	0,67	0,48	0,57
	Второй кластер	10,22	1,31	0,51	0,20	0,19	0,19	0,38	0,31	0,35

Ресурсная составляющая первого кластера выросла по такому показателю, как численность персонала, занятого исследованиями и разработками (ИиР, на 10000 населения, занятого в экономике). Второй кластер обнаруживает снижение всех компонент ресурсной составляющей инновационного потенциала. Внутренняя компонента инновационного потенциала демонстрирует сильное снижение по всем соответствующим показателям, а именно – по коэффициенту изобретательской активности и удельному весу инновационно-активных организаций в общем числе. Второй кластер показывает примерное стабильное значение внутренней компоненты инновационного потенциала за изучаемый период. Удельный вес инновационной продукции в объеме отгруженной продукции и удельный вес инновационной продукции в объеме отгруженной продукции вырос во втором кластере, что свидетельствует о некоторых улучшениях результативной составляющей инновационного потенциала.

Средствами факторного анализа были выделены компоненты, матрица факторного отображения которых представлена в таблице 5.

Внутренняя и результативная составляющие инновационного потенциала преобладают в пространстве латентных факторов как в 2012-м, так и в 2016 году. Из таблицы 5 видно, что максимальная корреляция наблюдается именно с коэффициентом изобретательской активности и удельным весом инновационной продукции в объеме отгруженной продукции за изучаемый период.

Таблица 5

Матрица факторного отображения без вращения

Латентный фактор	2012			2016		
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₁	F ₂	F ₃
X ₁	0,322	0,743	0,233	0,302	0,337	0,724
X ₂	0,570	0,339	0,483	0,520	-0,060	0,360
X ₃	0,570	0,681	0,458	0,566	0,221	0,788
X ₄	0,840	-0,448	0,291	0,787	-0,598	-0,015
X ₅	0,785	-0,519	0,271	0,756	-0,625	-0,094
X ₆	0,818	-0,486	0,283	0,776	-0,616	-0,056
X ₇	0,793	0,232	-0,554	0,706	0,629	-0,286
X ₈	0,848	0,056	-0,493	0,820	0,438	-0,337
X ₉	0,830	0,156	-0,534	0,778	0,541	-0,318

Новые координаты субъектов ПФО в пространстве латентных факторов представлены в таблице 6.

Таблица 6

Координаты субъектов ПФО в пространстве латентных факторов

Субъекты ПФО	2012		2016	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Республика Башкортостан	-0,2532	-0,6223	-0,0392	-0,6455
Республика Марий Эл	-0,3717	-1,3945	-0,52	-0,3192
Республика Мордовия	-1,086	1,58275	-0,9663	2,33196
Республика Татарстан	-0,0839	0,42822	-0,3502	0,82611
Удмуртская Республика	-0,7875	-0,4146	-0,6251	0,55926
Чувашская Республика	-1,1142	1,26135	-0,7128	-0,3607
Пермский край	0,0806	-0,5422	0,27684	0,57401
Кировская область	-0,4926	-0,1766	-0,4046	-0,672
Нижегородская область	2,39677	0,42647	3,08321	0,39052
Оренбургская область	-0,68	-1,0743	-0,5425	-1,2605
Пензенская область	0,28832	0,01282	0,04651	-1,0618
Самарская область	0,6243	1,89247	-0,0569	0,74099
Саратовская область	-0,1897	-0,7958	-0,0402	-1,2969
Ульяновская область	1,6688	-0,5839	0,85138	0,19356

Таким образом, средствами факторного анализа исходные многомерные данные сжаты до размерности 14x2. Выделены два главных латентных фактора. Первый фактор аккумулирует в себе ресурсную компоненту, второй – внутреннюю составляющую инновационного потенциала. В статье факторный анализ базируется на корреляционной связи между изучаемыми показателями трех групп компонент инновационного потенциала. Корреляционная связь имеет направление; таким образом, в пространстве латентных факторов отрицательные значения показывают снижение величин соответствующих показателей, формирующих значение соответствующего латентного фактора. Это никак не снижает информативности, способствует визуализации многомерного массива данных. На рис. 1 и 2 отражены субъекты ПФО в пространстве латентных факторов.

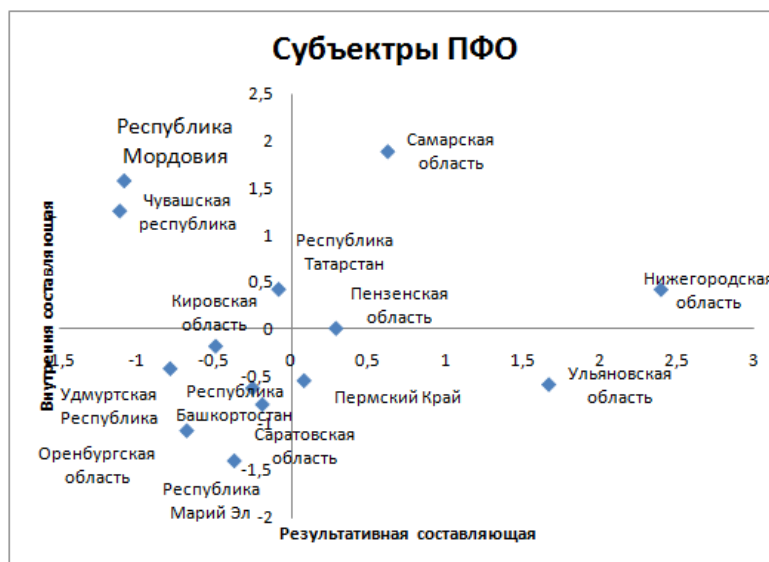


Рис. 1. Субъекты ПФО в пространстве латентных факторов (2012 год)

Как видно из рис. 1, половина субъектов ПФО располагается вблизи начала координат, а половина — на некотором от него расстоянии. По результативной составляющей такие регионы, как Нижегородская, Ульяновская, Самарская, Пензенская области и Пермский край, наблюдают положительную тенденцию по результативной составляющей инновационного потенциала. Остальные субъекты ПФО в зависимости от величины координаты имеют слабую тенденцию к снижению по результативной составляющей инновационного потенциала. Второй латентный фактор позволяет разделить все субъекты ПФО на три подгруппы: первая локализована вблизи начала координат (Пензенская, Кировская области, Республика Башкортостан, Республика Татарстан), что предполагает отсутствие какой-либо динамики по компонентам внутренней составляющей. Чувашская Республика, Республика Мордовия и Самарская область по данной компоненте обнаруживают положительную тенденцию (рис. 2).

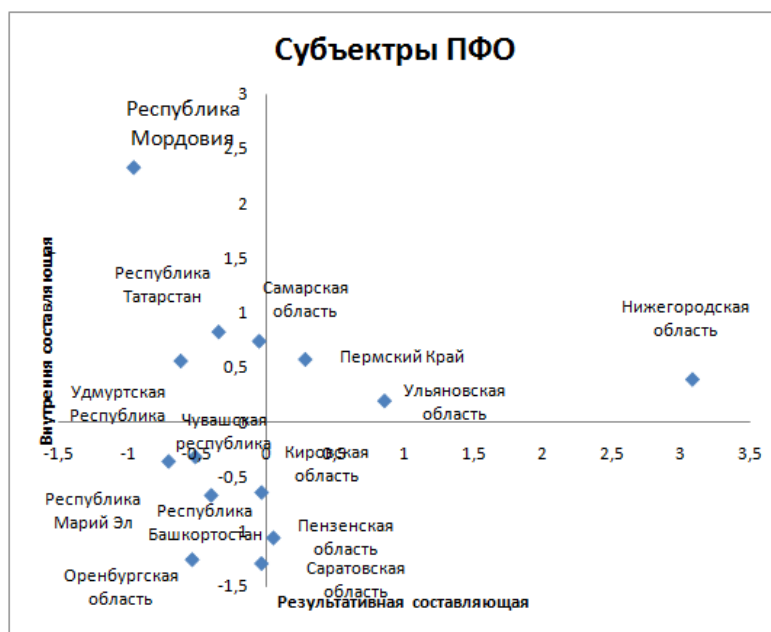


Рис. 2. Субъекты ПФО в пространстве латентных факторов (2016 год)

Сопоставление аналогичных объектов в двумерном пространстве позволяет отметить стабильность таких объектов, как Нижегородская область, Республика Мордовия и Оренбургская область, Республика Башкортостан. Тенденции в развитии изучаемых показателей сохраняются и в 2016 году. Остальные субъекты ПФО изменили на противоположное значение направление тенденции развития соответствующих латентных показателей. Для изучаемых показателей это можно рассматривать как удовлетворительный результат, безусловно, он является следствием общей экономической направленности развития инноваций по всей Российской Федерации.

Таким образом, использованные в работе многомерные методы статистического анализа, а именно метод *k*-средних при классификации субъектов ПФО и факторный анализ при визуализации данных,

способствуют углубленному изучению пространственных данных, позволяют сравнивать визуально изменение во взаимном расположении субъектов, зафиксировать появление тенденций в изучаемых показателях. Все это способствует многоплановому анализу статистических данных.

Библиографический список

1. Российский статистический ежегодник. 2017: стат. сб. / Росстат. М., 2017. 686 с.
2. Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: учебник. М.: Финансы и статистика, 2000. 352 с.
3. Сошникова Л.А., Тимашевич В.Н., Уебе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. В.Н. Тимашевича. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 598 с.
4. Наследов А.Д. SPSS 17: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2008.
5. Бортник И., Зинов В., Кошубинский В., Сорокина А. Индикаторы инновационного развития регионов России для целей мониторинга и управления // Инновации. 2014. № 11 (181). С. 42–49.
6. Курносова Е.А. Оценка инновационного потенциала Самарской области // Инновации в науке. 2017. № 10 (71). С. 85–87.
7. Макарова Е.С. Классификация показателей инновационного потенциала региона // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2014. № 2. С. 25–29.
8. Маскайкин Е.П. Инновационный потенциал региона: сущность, структура, методика оценки и направления развития // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2014. № 21. С. 154–159.

References

1. *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2017: Stat. sb.* [Russian statistical yearbook. 2017: Statistical book]. М., 2017, 686 p. [in Russian].
2. Mkhitaryan V.S., Troshin L.I. *Mnogomernye statisticheskie metody: uchebnik* [Multidimensional statistical methods: tutorial]. М.: Finansy i statistika, 2000, 352 p. [in Russian].
3. Soshnikova L.A., Timashevich V.N., Uebe G., Shefer M. *Mnogomernyi statisticheskii analiz v ekonomike: ucheb. posobie dlia vuzov. Pod red. prof. V.N. Timashevicha* [Multivariate statistical analysis in economics: teaching aids for the universities. V.N. Timashevich (Ed.)]. М.: IuNITI-DANA, 1999, 598 p. [in Russian].
4. Nasledov A.D. *SPSS 17: professional'nyi statisticheskii analiz dannykh* [SPSS 17: Professional Statistical Data Analysis]. SPb.: Piter, 2008 [in Russian].
5. Bortnik I., Zinov V., Kotsyubinsky V., Sorokina A. *Indikatory innovatsionnogo razvitiia regionov Rossii dlia tselei monitoringa i upravleniia* [Indicators of innovative development of Russian regions for the purposes of monitoring and management]. *Innovatsii* [Innovations], 2014, no. 11 (181), pp. 42–49 [in Russian].
6. Kurnosova E.A. *Otsenka innovatsionnogo potentsiala Samarskoi oblasti* [Estimate of innovative potential of the Samara Region]. *Innovatsii v nauke: nauchnyi zhurnal* [Innovations in science: scientific journal], 2017, no. 10 (71), pp. 85–87 [in Russian].
7. Makarova E.S. *Klassifikatsiia pokazatelei innovatsionnogo potentsiala regiona* [Classification of indicators of innovative potential of the region]. *Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologii* [Economics and innovations management], 2014, no. 2, pp. 25–29 [in Russian].
8. Maskaikin E.P. *Innovatsionnyi potentsial regiona: sushchnost', struktura, metodika otsenki i napravleniia razvitiia* [Innovative potential of the region: essence, structure, assessment methodology and development directions]. *Vestnik Iuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the South Ural State University], 2014, no. 21, pp. 154–159 [in Russian].

*A. Yu. Trusova**

ANALYSIS OF INDICATORS OF INNOVATIVE POTENTIAL BY MULTI-MEASURING STATISTICAL METHODS

In the work a multidimensional analysis of indicators of the innovative potential of the Volga Federal District was carried out. Using the k-means method, a multidimensional classification of the subjects of the Volga Federal region was carried out. Means of factor analysis carried out the visualization of multidimensional data.

Key words: multivariate statistical analysis, cluster analysis, factor analysis, innovative potential.

Статья поступила в редакцию 20/IX/2018.
The article received 20/IX/2018.

* Trusova Alla Yurievna (a_yu_ssu@mail.ru), Department of Mathematics and Business Informatics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.