

**ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ КАК ИНСТРУМЕНТ
ИХ КЛАССИФИКАЦИИ***

А.А. Мальцева, Научно-методический центр
по инновационной деятельности высшей школы им. Е.А. Лурье
Тверского государственного университета

Н.С. Дорофеева, Научно-методический центр
по инновационной деятельности высшей школы им. Е.А. Лурье
Тверского государственного университета

С.В. Архипов, Тверской государственной университет

На основе факторного анализа авторами проведено комплексное исследование системы показателей, характеризующей инновационное развитие регионов и составленной с использованием двухступенчатой авторской методики, базирующейся на применении модели Раша. Результатом стала классификация показателей на пять групп, характеризующихся относительно высокими взаимосвязями между индикаторами и описываемых уравнениями, демонстрирующих влияние каждого показателя на итоговый результирующий фактор с определенным экономическим смыслом (латентную переменную).

Ключевые слова: инновационное развитие, система показателей, факторный анализ, фактор, взаимосвязь, индикатор

В результате проведенного авторским коллективом исследования была составлена система сравнимых показателей для рейтинговой оценки регионального инновационного развития, которая отличается новизной, непротиворечивостью и максимальной независимостью элементов [1].

Разработанная система показателей для обеспечения объективной оценки уровня инновационного развития регионов Российской Федерации включает факторы прямого и косвенного воздействия и обеспечивает

* Статья выполнена в рамках гранта РФФИ «Система показателей для рейтинговой оценки инновационного развития регионов Российской Федерации как элемент мониторинга эффективности трансформационных процессов».

эффективный поиск направлений повышения эффективности трансформационных процессов в экономике территорий.

Для детализации результатов исследования система была изучена с использованием инструментария факторного анализа, который применяется для изучения взаимосвязей между значениями переменных.

С использованием факторного анализа появляется возможность упростить систему показателей, оставив для детального рассмотрения только те из них, которые оказывают существенное влияние на результирующее действие системы. Вместе с тем она не теряет своей мощности и всестороннего рассмотрения явления. Это особенно важно для исследуемой системы индикаторов инновационного развития регионов Российской Федерации ввиду того, что она содержит 32 индикатора и полное их изучение в ряде случаев затруднено.

Факторный анализ обеспечивает выявление латентных переменных, существование которых обусловлено наличием высокой корреляцией между отдельными переменными системы.

В результате факторного анализа может быть получена объективная классификация переменных системы и сокращено число переменных, описывающих уровень инновационного развития регионов.

В большинстве случаев факторный анализ включает в себя процедуру вращения переменных, то есть перераспределения дисперсии по определённому методу. В рамках исследования были изучены матрицы дисперсий до и после ротации (вращения). Объективно, полученные результаты после осуществления ротации значительно более точные и объективно демонстрирует наличие латентных переменных и корреляционных связей между показателями системы.

Нами был проведен факторный анализ системы показателей инновационного развития регионов Российской Федерации за период 2007-2013 гг. и исследованы его результаты как до, так и после ротации. Как и ожидалось, ротация обеспечила получение более объективных результатов при сохранении числа латентных переменных, равного пяти. Ниже приведено детальное описание полученных результатов и их интерпретация, что позволяет осуществить группировку показателей системы и выделить наиболее значимые из них с целью детального изучения.

В таблице 1 приведены показатели, характеризующие первую из выявленных латентных переменных (F_1).

Таблица 1 - Система показателей, характеризующих латентную переменную F_1

Факторы положительного влияния		Факторы отрицательного влияния	
Наименование показателя	Удельный вес	Наименование показателя	Удельный вес
Выпуск специалистов с высшим профессиональным образованием на 10 000 населения, чел. (z_7)	0,86	Уровень безработицы, % (z_2)	-0,30
Численность зрителей театров на 1000 человек населения, чел. (z_{16})	0,82		
Прием на обучение по программам на 10000 населения высшего профессионального образования, чел. (z_6)	0,81		
Численность исследователей с учеными степенями на 10 000 населения, чел. (y_2)	0,78		
Число персональных компьютеров на 100 работников, шт. (z_9)	0,72		
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел. (y_1)	0,69		
Выпуск газет на 1000 человек населения, шт. (z_{18})	0,60		
Удельный вес организации, имевших веб-сайт, % (z_8)	0,58		
Инновационная активность организаций, % (x_3)	0,53		
Число посещений музеев на 1000 человек населения, шт. (z_{17})	0,45		
Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб. (y_3)	0,40		

По данным таблицы было составлено уравнение, позволяющее находить значения F_1 и раскрывающее его экономический смысл.

$$F_1 = 0,53x_3 + 0,69y_1 + 0,78y_2 + 0,40y_3 - 0,3z_2 + 0,81z_6 + 0,86z_7 + 0,58z_8 + 0,72z_9 + 0,82z_{16} + 0,45z_{17} + 0,60z_{18} + a_1$$

где a_1 — влияние всех остальных факторов на латентную переменную F_1 .

Большинство наиболее значимых переменных прямо или косвенно характеризуют человеческий капитал, являющийся основой генерации знаний в инновационной экономике. Ряд индикаторов относятся к деятельности организаций (x_3 и y_3), что при этом демонстрирует связь между человеческими ресурсами и их инновационной активностью. Именно

высокий процент занятых в инновационно активных организациях обеспечивает существенный прирост научно-технической и инновационной продукции в регионе, что обуславливает высокую значимость внутренних затрат на исследования и разработки, которые с высокой долей вероятности включают высокую величину издержек, связанных с оплатой труда.

Вторая латентная переменная (F_2) характеризуется системой показателей, приведенных в табл. 2.

Таблица 2 - Система показателей, характеризующих латентную переменную F_2

<i>Факторы положительного влияния</i>		<i>Факторы отрицательного влияния</i>	
<i>Наименование показателя</i>	<i>Удельный вес</i>	<i>Наименование показателя</i>	<i>Удельный вес</i>
Количество полученных патентов на полезные модели на 1 исследователя, шт. (y_{10})	0,89	Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел. (y_1)	-0,34
Количество патентных заявок на полезные модели на 1 исследователя, шт. (y_9)	0,85	Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб. (y_3)	-0,41
Количество патентных заявок на изобретения на 1 исследователя, шт. (y_7)	0,80		
Количество полученных патентов на изобретения на 1 исследователя, шт. (y_8)	0,80		

Полученное в результате обработки данных таблицы 2 уравнение, характеризующее латентную переменную F_2 , приведено ниже.

$$F_2 = -0,34y_1 - 0,41y_3 + 0,80y_7 + 0,80y_8 + 0,85y_9 + 0,89y_{10} + a_2,$$

где a_2 - влияние всех остальных факторов на латентную переменную F_2 .

Система показателей характеризует патентную активность и демонстрирует большую значимость полученных патентов на полезные модели и их патентных заявок по сравнению с патентами на изобретения. В качестве факторов отрицательного влияния выступают численность персонала, занятого исследованиями и разработками, и внутренние затраты на исследования и разработки, т.е. показатели ресурсов. Действительно,

эффективность патентной деятельности обусловлена снижением затрат на получение одного патента, включая перечисленные.

В табл. 3 приведены показатели, оказывающие существенное влияния на латентную переменную F_3 .

Таблица 3 - Система показателей, характеризующих латентную переменную F_3

Факторы положительного влияния		Факторы отрицательного влияния	
Наименование показателя	Удельный вес	Наименование показателя	Удельный вес
Число созданных передовых производственных технологий на 1 организацию, выполнявшую научные исследования и разработки, шт. (x_2)	0,60	Численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения, чел. (z_1)	-0,30
Плотность железнодорожных путей общего пользования, км путей на 10 000 км ² территории (z_{11})	0,58		
Объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в общем объеме использования свежей воды (z_{13})	0,56		
Число посещений музеев на 1000 человек населения, шт. (z_{17})	0,56		
Доля экспорта технологий и услуг технического характера в его общей величине (x_1)	0,53		
Выпуск газет на 1000 человек населения, шт. (z_{18})	0,49		
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 000 населения, чел. (y_1)	0,48		
Внутренние затраты на исследования и разработки в среднем на 1 организацию, млн. руб. (y_3)	0,44		
Удельный вес организации, имевших веб-сайт, % (z_8)	0,37		

Ниже приведено уравнение, полученное на основании обобщения данных таблицы

$$F_3 = 0,53x_1 + 0,60x_2 + 0,48y_1 + 0,44y_3 - 0,30z_1 + 0,37z_8 + 0,58z_{11} + 0,56z_{13} + 0,56z_{17} + 0,49z_{18} + a_3$$

где a_3 - влияние всех остальных факторов на латентную переменную F_3 .

Положительным влиянием характеризуются показатели в большей степени характеризующие производственную деятельность территории,

связанную с внедрением инноваций и производством технологий и услуг технического характера. Показатель "объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в общем объеме использования свежей воды" также имеет положительное влияние, что связано не с его целевой детерминацией, а исключительно представляет собой пропорциональную зависимость от объема произведенной продукции и загрузки производственных мощностей. Отрицательное влияние имеет показатель "численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения", который демонстрирует уровень бюрократизации в регионе и негативно сказывается на развитии инновационного предпринимательства.

Четвертая латентная переменная F_4 , характеризуется системой показателей, приведенных в табл. 4.

Таблица 4 - Система показателей, характеризующих латентную переменную F_4

Факторы положительного влияния		Факторы отрицательного влияния	
Наименование показателя	Удельный вес	Наименование показателя	Удельный вес
Численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения, чел. (z_1)	0,81	Плотность железнодорожных путей общего пользования, км путей на 10 000 км ² территории (z_{11})	-0,37
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды на человека, млн. руб. (z_{10})	0,76		
Удельный вес убыточных организаций, % (z_3)	0,65		
Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб. (z_{12})	0,49		
Доля инвестиций в основной капитал в их общей величине (z_{14})	0,44		
Число персональных компьютеров на 100 работников, шт. (z_9)	0,38		

$$F_4 = 0,81z_1 + 0,65z_3 + 0,38z_9 + 0,76z_{10} - 0,37z_{11} + 0,49z_{12} + 0,44z_{14} + a_4$$

где a_4 - влияние всех остальных факторов на латентную переменную F_4 .

Анализ данных таблицы не позволил выявить четкого экономического смысла изучаемой латентной переменной. Отмечается тот факт, что переменные с явно отрицательным влиянием на инновационное развитие

территории вошли в число факторов положительного влияния (численность работников государственных органов и органов местного самоуправления на 10 000 населения, удельный вес убыточных организаций), а показатель "плотность железнодорожных путей общего пользования, км путей на 10 000 км² территории", характеризующий развитие инфраструктуры - отрицательного.

При этом выделяется группа показателей, характеризующих инвестиционную активность, при этом их влияние значительно ниже указанных выше, что не позволяет сделать акцент на инвестиционной составляющей данной латентной переменной.

В табл. 5 приведены факторы, положительно и отрицательно влияющие на латентную переменную F₅.

Таблица 5 - Система показателей, характеризующих латентную переменную F₅

<i>Факторы положительного влияния</i>		<i>Факторы отрицательного влияния</i>	
<i>Наименование показателя</i>	<i>Удельный вес</i>	<i>Наименование показателя</i>	<i>Удельный вес</i>
Доля налоговых доходов в консолидированном бюджете (z ₄)	0,74	Уровень безработицы, % (z ₂)	-0,59
Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб. (z ₁₂)	0,56		
Доля импорта технологий и услуг технического характера в его общей величине (y ₄)	0,50		
Число используемых передовых производственных технологий в среднем на 1 организацию (y ₆)	0,47		
Средняя величина затрат на технологические инновации на 1 организацию, млн. руб. (y ₅)	0,44		

Уравнение, характеризующее латентную переменную F₅, приведено ниже.

$$F5 = 0,50y_4 + 0,44y_5 + 0,47y_6 - 0,59z_2 + 0,74z_4 + 0,56z_{12} + a_5$$

где a₅ - влияние всех остальных факторов на латентную переменную F₅.

Латентная переменная F₅ характеризуется высоким удельным весом финансовых показателей - доходов консолидированного бюджета и инвестиций в основной капитал. Наличие положительного влияния факторов,

демонстрирующих поступление и использование передовых производственных технологий, а также затрат на технологические инновации, позволяет предположить наличие влияния этих индикаторов на финансовые показатели, т.е. латентная переменная характеризует результативность внедрения инноваций в производство и обусловленные этим финансовые результаты.

Таким образом, на основе факторного анализа было выявлено пять ключевых для системы латентных переменных, всесторонне характеризующих инновационное развитие территории. Показатели, не вошедшие в число факторов влияния, могут быть исключены из детального рассмотрения в процессе мониторинга социально-экономического развития территории. При этом отмечается тот факт, что в случае обработки большего массива информации могут быть получены более точные результаты, включающие, возможно, и некоторые другие переменные системы.

Список использованных источников

1. Мальцева А.А. Экспертно-аналитическая и статистическая методология формирования системы показателей для рейтинговой оценки инновационного развития регионов Российской Федерации: монография / Мальцева А.А., Дроздов В.И., Монахов И.А., Ключникова Е.В. — Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. 271 с.

FACTOR ANALYSIS OF SYSTEM OF INDICATORS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF REGIONS AS A TOOL OF THEIR CLASSIFICATION

A.A. Maltseva, Lurye Scientific and Methodological Center for Higher School Innovative Activity of Tver State University

N.S. Dorofeeva, Lurye Scientific and Methodological Center for Higher School Innovative Activity of Tver State University

S.V. Arkhipov, Department of Mathematical Statistics and Systems Analysis of Tver State University

On the basis of factor analysis the authors conducted a comprehensive study of the system of indicators characterizing the innovative development of the regions. This system compiled using the author's two-step methodology, based on Rush's model. The result was the classification of the indicators into five groups, characterized by relatively high relationships between indicators and described by equations that show the influence of each parameter on the final result factor with a certain economic substance (latent variable).

Об авторах:

МАЛЬЦЕВА Анна Андреевна, канд. экон. наук, доцент, директор, Научно-методический центр по инновационной деятельности высшей школы имени Е.А. Лурье Тверского государственного университета (Тверской ИнноЦентр), e-mail: 80179@list.ru

ДОРОФЕЕВА Наталья Сергеевна, старший научный сотрудник, Научно-методический центр по инновационной деятельности высшей школы имени Е.А. Лурье Тверского государственного университета (Тверской ИнноЦентр), e-mail: nat-tver@yandex.ru.

АРХИПОВ Сергей Викторович, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры математической статистики и системного анализа ТвГУ, Sergej.Arhipov@tversu.ru.