

---

УДК 332.14

ББК 65.05-551+65.9 (2Рос)

*Регион: экономика и социология, 2013, № 2 (78), с. 173–196*

## **ДИАГНОСТИКА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СИБИРИ**

**М.А. Канева**

*ИЭОПП СО РАН*

**Г.А. Унтура**

*ИЭОПП СО РАН,*

*Новосибирский национальный исследовательский государственный  
университет*

*Статья подготовлена в рамках программы фундаментальных  
исследований Президиума РАН № 35 «Экономика и социология  
науки и образования»*

### **Аннотация**

В статье изложены методические аспекты диагностики инновационного развития региона. Они иллюстрируются результатами факторного, регрессионного и кластерного анализов показателей, которые способствуют выявлению инновационных профилей РФ и Сибири в 2007 и 2010 гг. Выявлены различия в наборе факторов и показателей, статистически объясняющих инновационное развитие в стране и Сибири в разные годы. Путем кластерного анализа выделены группы регионов Сибирского федерального округа со схожими инновационными профилями. Построены регрессионные зависимости ВРП от показателей инновационной деятельности регионов СФО.

**Ключевые слова:** регионы, Сибирский федеральный округ, инновационная стратегия, НИОКР, факторный анализ, кластерный анализ, регрессионный анализ, инновационный профиль региона

## Abstract

The paper considers methodological aspects of diagnosing the regional innovation development and illustrates such aspects by the results obtained by the factor, regression and cluster analysis of the innovation development indicators. This allowed identifying the innovation profiles of Russia and the Siberian Federal District in 2007 and 2010. We show how the sets of factors and indicators which statistically explain the innovation development in the country and Siberia in different years differ from each other. By a cluster analysis we identify three groups of the Siberian regions which have similar innovation profiles, and we also build the GRP regressions on innovation indicators for the SFD regions.

**Keywords:** regions, Siberian Federal District, innovation strategy, R&D, factor analysis, cluster analysis, regression analysis, regional innovation profile

Региональная инновационная политика в настоящее время широко обсуждается как теоретиками, так и практиками. Изучением инноваций, региональной инновационной политики и региональных инновационных систем занимаются многие отечественные ученые. В последнее время были приняты официальные документы и законодательные акты, устанавливающие приоритеты региональной политики на ближайшее будущее. Примерами таких актов являются Инновационная стратегия Томской области (2003 г.), закон «Об инновационной политике органов государственной власти Московской области» (2009 г.) и Стратегия инновационного развития Красноярского края до 2020 г. (2011 г.).

Для изучения инновационной динамики, масштабов инновационной деятельности применяется различный модельный аппарат, в том числе квалиметрия [1] и статистические методы (факторный [2], регрессионный [3] и кластерный анализы). Обширные публикации ИЭОПП СО РАН показывают, что развитие Сибири как ресурсного региона не исключает активное использование инноваций как в ресурсном секторе, так и для создания высокотехнологичных производств. Однако инновационные профили регионов Сибири существенно различаются, что необходимо учитывать при разработке стратегических направлений развития макрорегиона, и этому способствует диагнос-

тика – комплексная методология, сочетающая экономические и статистические приемы и методы в анализе сложных объектов.

Настоящая работа посвящена анализу и диагностике<sup>1</sup> показателей научно-технической и инновационной деятельности регионов Сибирского федерального округа методами факторного, регрессионного и кластерного анализов, а также сравнению данных, касающихся инновационного развития Сибири, с аналогичными данными по РФ. Диагностика инновационных профилей регионов Сибири на базе результатов кластерного анализа и построение регрессионных зависимостей объема ВРП от выделенных факторов позволят, по-видимому, учитывать особенности регионов при разработке стратегий развития Сибири.

В зарубежной литературе достаточно широко отражен опыт использования факторного анализа для изучения инновационной динамики фирм, отраслей и территорий. В качестве примера можно привести работы С. Радозевича [5], А. Клейнкнехта, К. Монтфорта и Э. Брюера [6], М. Матинес-Пеллитеро с соавторами [7], М. Шролека и Б. Верстпагена [8], а также П. Жижаловой [9]. Отметим, что в последних двух работах применяется двухстадийный факторный анализ<sup>2</sup>. Публикации названных авторов также демонстрируют общую тенденцию: большинство исследований посвящено анализу инновационного поведения фирм и лишь небольшая часть – инновационной политике территорий.

В отечественной экономической литературе факторный анализ был описан применительно к решению задач изучения различных объектов инновационной деятельности: нефтегазового сектора РФ [10], федеральных целевых программ как инструмента инновационного развития страны [11], высокотехнологичных кластеров г. Новосибирска [3]. Это отчасти восполняет пробелы региональной диагностики инновационной активности. Вместе с тем, на наш взгляд, необходимы

---

<sup>1</sup> Здесь и далее под диагностикой будем понимать «распознавание определенного объекта или системы путем регистрации его существенных параметров и последующего отнесения к определенной диагностической категории с целью прогноза его поведения и принятия решения о возможности воздействия на это поведение в желаемом направлении» [4].

<sup>2</sup> На второй стадии проводится факторный анализ оценок влияния факторов, полученных на первой стадии.

развитие, адаптация и апробация известных статистических методов для комплексного анализа и диагностики состояния инновационной деятельности регионов с целью разработки дифференцированной региональной политики. В этой связи нужно выявить, какие показатели вносят наибольший вклад в объяснение инновационной активности той или иной территории, используя статистические критерии. Одним из методов решения поставленной проблемы является анализ главных компонент, включающий в себя факторный анализ и иерархический кластерный анализ. Таким образом, с использованием современных методов статистического анализа в пакете SPSS можно выявить приоритеты в инновационной деятельности сибирских регионов, а с помощью регрессионного анализа можно прогнозировать объемы ВРП и давать основанные на количественных расчетах рекомендации по его наращиванию.

В настоящей работе для каждого региона использована федеральная статистика по 12 инновационным показателям. Анализируемые показатели разбиты на три группы согласно международной методике LOGFRAME [12], применяемой, в частности, Всемирным банком. Согласно методике все показатели инновационной деятельности могут быть разделены на четыре класса: С1 – вход, С2 – выход, С3 – результаты, С4 – последствия<sup>3</sup>. На «входе» для получения некоего «выхода», как правило, затрачиваются материальные, нематериальные и денежные ресурсы. «Результат» определяется качеством выходных показателей, например патентами, а «последствия» определяют влияние первоначальных затрат на одну из сфер благосостояния человека [13]. В таблице 1 представлены показатели, их разделение на классы, а также их значения для Российской Федерации и Сибирского федерального округа.

Процедуры диагностики состояли из следующих методических приемов. С помощью факторного анализа, позволяющего сократить пространство переменных, мы выделили показатели, которые наилучшим

---

<sup>3</sup> Более подробно см. в работе [13]. В данной статье в качестве показателя *последствия* инновационного развития С4 мы используем ВРП, подразумевая, что инновации в итоге должны содействовать повышению уровня социально-экономического развития.

Таблица 1

**Показатели инновационной деятельности Сибирского федерального округа и Российской Федерации в 2007 и 2010 гг.**

Показатель	Группа показателей по методике LOGFRAME	2007		2010	
		РФ	СФО	РФ	СФО
X1 – кол-во организаций, выполнявших исследования и разработки, ед.	C1	3957	464	3492	404
X2 – численность персонала, занятого исследованиями и разработками, чел.	C1	801135	56427	736540	53024
X3 – число аспирантов, чел.	C1	147719	17454	157437	18727
X4 – кол-во созданных передовых технологий, ед.	C3	1364	61	529	64
X5 – кол-во использованных передовых технологий, ед.	C2	180324	11848	184434	16339
X6 – уд. вес организаций, осуществляющих затраты на технол. инновации, в общем числе организаций, %	C1	9,2	8,1	9,3	8,2
X7 – затраты на технол. инновации, млн руб.	C1	234057,6	19870,0	349763,3	48626,7
X8 – объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	C3	916131,6	51257,6	1165747,6	46888,9
X9 – объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технол. инновации, млн руб.	C3	880392,2	48169,9	1007344,0	37728,0
X10 – кол-во поданных заявок на изобретения, шт.	C1	39439	2591	42500	2414
X11 – кол-во выданных патентов на изобретения, шт.	C2	94172	1782	21027	2090
X12 – внутр. затраты на исследования и разработки, млн руб.	C1	371080,3	23846,7	523377,2	33870,0

образом (на основе статистических критериев) описывают инновационные процессы, происходящие в регионах Сибири. Затем был проведен регрессионный анализ на основе выделенных факторов с целью прогнозирования объемов ВРП для Сибирского федерального округа. В конце был выполнен иерархический кластерный анализ для выделения кластеров сибирских регионов со сходной инновационной активностью.

В качестве временного периода были выбраны 2007 и 2010 гг., совпадающие с концами первого и второго этапов реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2015 г. Результаты по СФО в каждом из временных периодов сравнивались с результатами по РФ в целом, т.е. расчеты проводились отдельно для 83 регионов страны.

Суть факторного анализа состоит в сжатии матрицы признаков в матрицу с меньшим числом переменных, сохраняющую почти ту же самую информацию, что содержит исходная матрица. В основе моделей факторного анализа лежит гипотеза, что наблюдаемые переменные – это косвенные проявления небольшого числа скрытых (латентных) факторов.

Справедлива следующая формула:

$$X_i = \sum_{k=1} a_{ik} F_k + U_i,$$

где  $F_k$  – общий фактор;  $U_i$  – специфический фактор;  $a_{ik}$  – факторная нагрузка фактора  $k$  для переменной  $i$ . Из формулы следует, что любая переменная есть линейная комбинация факторов. При этом дисперсия переменной раскладывается на общность и специфичность, где общность представляет собой часть дисперсии, объясненную фактором, а специфичность – часть необъясненной дисперсии. Один из наиболее распространенных методов факторного анализа – метод главных компонент состоит в последовательном поиске факторов. Вначале ищется первый фактор, который объясняет наибольшую часть дисперсии, затем – независимый от него второй фактор, объясняющий наибольшую часть оставшейся дисперсии, и т.д. Интерпретация факторов осуществляется на основе факторных нагрузок и названия (метки), которое приписывают фактору, опираясь на переменные, входящие в него.

Таблица 2

**Матрица повернутых компонент для показателей инновационного развития регионов Сибири в 2007 г.**

Показатель	Компоненты	
	Фактор 1_07_СФО	Фактор 2_07_СФО
<b>X1</b>	<b>0,963</b>	<b>0,208</b>
<b>X2</b>	<b>0,979</b>	<b>-0,045</b>
<b>X3</b>	<b>0,928</b>	<b>0,203</b>
X4	0,755	0,381
X7	0,567	0,696
X8	0,119	0,984
X9	0,124	0,983
X10	0,898	0,389
X11	0,898	0,381
<b>X12</b>	<b>0,980</b>	<b>0,118</b>

Результат факторного анализа показателей инновационного развития сибирских регионов в 2007 г. приведен в табл. 2 в виде матрицы повернутых компонент (*rotated component matrix*) и значений факторных нагрузок<sup>4</sup>. Метод позволяет выделить количество комплексных факторов 2, показать способ формирования внутренней структуры признаков каждого из них (в данном случае с учетом двух шагов удаления переменных с низкими факторными нагрузками).

Проанализируем оба фактора, которые дают 95% объясненной суммарной дисперсии. В случае фактора 1\_07\_СФО максимальные факторные нагрузки соответствуют переменным X1, X2, X3 и X12 (в табл. 2 они выделены жирным шрифтом). В качестве метки для это-

<sup>4</sup> Процедура сокращения пространства переменных не имеет строгих правил, а потому достаточно субъективна. Исследователям следует в качестве основных переменных для каждого фактора выбирать показатели с большими факторными нагрузками, которые при этом слабо коррелированы с остальными факторами.

го фактора нами выбран обобщенный термин «вложения в НИР и человеческий капитал». Фактор 2\_07\_СФО основан на двух переменных (в табл. 2 они выделены курсивом): X8 – «объем инновационной продукции, работ, услуг»; X9 – «объем инновационной продукции, работ, услуг фирм, осуществляющих технологические инновации». Эти переменные имеют максимальные факторные нагрузки: 0,984 и 0,983 соответственно. Данный фактор назван обобщающим термином «инновационная продукция».

Аналогично проведенный факторный анализ показателей за 2010 г. выявил, что все показатели общности превышали 0,8, т.е. в повернутую матрицу компонент включены все 12 показателей инновационной системы СФО. В итоге было выделено три фактора, в сумме объясняющих 92% дисперсии. Состав факторов охарактеризован ниже. Фактор 1\_10\_СФО комплексно формируют четыре показателя: X1, X2, X4 и X12. Этот фактор включает в себя как признаки «входа» региональной инновационной системы (организации, персонал, затраты на НИР), так и признаки «выхода» (количество созданных передовых технологий). Обобщенно этот фактор нами назван «результативность и вложения в НИР и человеческий капитал». Фактор 2\_10\_СФО основан на показателях X7 – «затраты на технологические инновации» и X5 – «количество использованных передовых технологий». Ему дана метка «затраты на технологии». Фактор 3\_10\_СФО базируется на одном показателе X6 – «удельный вес организаций, выполняющих исследования и разработки, в общем объеме организаций». Этот фактор назван «инновационная активность».

Для наглядности результаты сравнительного анализа комплексных факторов инновационных профилей<sup>5</sup> регионов Сибири и РФ в 2007 и 2010 гг. представлены в табл. 3. В ней приведены комплексные факторы, образованные в процессе факторного анализа из признаков,

---

<sup>5</sup> Под инновационным профилем региона мы будем понимать совокупность факторов, которые следует учитывать в инновационной политике региона, т.е. те компоненты, которые возможно выделить факторным анализом и затем проследить их изменение под воздействием процесса управления. Признаки, которые компонуя факторы, регулярно приводятся в показателях федеральной статистики по науке и инновациям, что позволяет сравнивать их с эталонным или среднестатистическим профилем инновационной системы по РФ в целом.



Таблица 3

**Факторы, объясняющие инновационное развитие Сибири и Российской Федерации в 2007 и 2010 гг.**

Регионы СФО		РФ	
Фактор	Переменные, входящие в фактор	Фактор	Переменные, входящие в фактор
<i>2007</i>			
<b>Фактор 1_07_СФО – вложения (затраты) в НИР и человеческий капитал</b>	X1 – кол-во организаций, выполнявших исследования и разработки; X2 – численность персонала, занятого исследованиями и разработками; X3 – число аспирантов; X12 – внутренние затраты на исследования и разработки	<b>Фактор 1_07_РФ – вложения (затраты) в НИР и человеческий капитал, результативность</b>	X3 – число аспирантов; X10 – кол-во поданных заявок на патенты; X11 – кол-во выданных патентов; X12 – внутренние затраты на исследования и разработки
<b>Фактор 2_07_СФО – инновационная продукция</b>	X8 – объем инновационных товаров, работ, услуг; X9 – объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации	<b>Фактор 2_07_РФ – инновационная продукция</b>	X8 – объем инновационных товаров, работ, услуг; X9 – объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации
<i>2010</i>			
<b>Фактор 1_10_СФО – вложения (затраты) в НИР и человеческий капитал, результативность</b>	X1 – кол-во организаций, выполнявших исследования и разработки; X2 – численность персонала, занятого исследованиями и разработками; X4 – кол-во созданных передовых технологий; X12 – внутренние затраты на исследования и разработки	<b>Фактор 1_10_РФ – вложения (затраты) в НИР и человеческий капитал, результативность</b>	X3 – число аспирантов; X10 – кол-во поданных заявок на патенты; X11 – кол-во выданных патентов; X12 – внутренние затраты на исследования и разработки

Регионы СФО		РФ	
Фактор	Переменные, входящие в фактор	Фактор	Переменные, входящие в фактор
Фактор 2_10_СФО – <b>вложения (затраты) в технологические инновации</b>	X7 – затраты на технологические инновации; X5 – кол-во использованных передовых технологий	Фактор 2_10_РФ – <b>инновационная продукция</b>	X8 – объем инновационных товаров, работ, услуг; X9 – объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации
Фактор 3_10_СФО – <b>инновационная активность</b>	X6 – удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации		

характеризующих инновационные системы регионов Сибири и России в целом в 2007 и 2010 гг. Так, матрица признаков для СФО применительно к 2007 г. посредством факторного анализа была «сжата» до двух комплексных факторов, а применительно к 2010 г. – до трех. В матрице признаков для РФ (после сжатия) стабильно присутствовали два фактора, совпадающих для 2007 и 2010 гг. Отметим некоторые сходства и различия как в наборе самих комплексных факторов, так и в компоновке признаков каждого фактора для СФО и для РФ применительно к разным годам.

Прежде всего, выявлено, что изменились инновационные профили регионов Сибири за описываемый промежуток. Сравнительный анализ названных комплексных факторов<sup>6</sup>, характеризующих компоненты инновационного профиля регионов Сибири в 2007 и 2010 гг., показал, что на протяжении всего периода устойчиво проявлялся комплексный фактор «вложения в НИР и человеческий капитал», который содержательно характеризует «вход» системы инновационной деятельности, т.е. это ресурсы. Вместе с тем состав признаков, komponующих фактор 1\_2010\_СФО, несколько изменился в 2010 г. по сравнению с 2007 г. Он был дополнен признаком «количество созданных пе-

<sup>6</sup> После сжатия признаков на основе матрицы повернутых компонент.

редовых технологий». Другими словами, к признакам «входа» (ресурсы для развития системы) добавился признак «выхода» (один из показателей результативности научно-технической деятельности). Поэтому фактор получил другую метку для 2010 г. – «результативность и вложения в НИР и человеческий капитал». Это расширение состава признаков, по-видимому, явилось следствием общей ориентации государственной политики, поскольку начиная с 2006 г. основные инновационные усилия в стране были направлены на повышение результативности инноваций, в том числе на развитие критических технологий [14].

Вторым комплексным фактором, характеризующим региональную инновационную систему Сибири в 2007 г., оказался фактор 2\_07\_СФО «инновационная продукция», т.е. составляющая «выхода» в качестве результата именно инновационной деятельности. Однако в 2010 г. уже три обобщенных фактора характеризовали инновационный профиль СФО. Как было показано выше, произошла некоторая модификация фактора 1\_10\_СФО «результативность и вложения в человеческий капитал». В явном виде перестал существовать комплексный фактор 2\_07\_СФО «инновационная продукция» (небольшие значения факторных нагрузок), но появились два других комплексных фактора: фактор 2\_10\_СФО «вложения в технологические инновации» и фактор 3\_10\_СФО «инновационная активность», которые, по-видимому, можно трактовать как косвенные условия для активизации инновационной деятельности. Они, по сути, являются ресурсными и организационными предпосылками для роста объемов инновационной продукции, результативность которых может проявиться несколько позднее, с лагом в два-три года.

Далее отметим, что для РФ набор из двух комплексных факторов, характеризующих инновационный профиль страны, оставался неизменным в 2007 и 2010 гг.

Наконец, укажем на сходство, которое свидетельствует об устойчивости отдельных факторов в инновационных профилях СФО и РФ. Так, по данным табл. 3 (отражающим значения факторных нагрузок компонент для разных лет и объектов), наблюдается стабильность проявления прежде всего фактора 1 «результативность и вложения

в человеческий капитал», объясняющего важность влияния на развитие науки и образования *ресурсов*, которые могут обеспечить результативность. Последняя характеризуется в составе фактора 1 для России применительно к 2007 и 2010 гг. показателями изобретательской активности, количеством патентов, а для СФО применительно к 2007 г. – количеством созданных технологий. Вариация состоит в том, что если для РФ в характеристике результативности научно-технической деятельности в явном виде участвуют показатели «подача заявок» и «полученные патенты», то для СФО – «созданные технологии».

Фактор 2 «инновационная продукция» также устойчиво присутствует в характеристике инновационных профилей РФ (2007–2010 гг.) и Сибири (2007 г.) в качестве результата инновационной деятельности. И именно этот фактор (и формирующие его признаки) получает значимые оценки в уравнениях линейной регрессии для СФО, результаты которых описаны ниже с использованием данных панели за четыре года, составленных по показателям научно-технической и инновационной деятельности регионов Сибири.

Как упоминалось выше, факторный анализ для регионов Сибири в 2007 г. позволил сократить пространство признаков (см. табл. 1) с 12 до шести переменных, сгруппировав их в комплексные факторы. Построены уравнения зависимости ВРП от выделенных факторов на основе вошедших в них признаков – индикаторов инновационного профиля, в том числе в динамике. Таким образом, для 12 регионов СФО по данным за 2007–2010 гг. было построено два вида регрессионных зависимостей:

**уравнение 1** (соответствует набору переменных в начале рассматриваемого периода):

$$y_{it} = A + b1X1_{it} + b2X2_{it} + b3X3_{it} + b12X12_{it} + b8X8_{it} + b9X9_{it} + u_{it};$$

**уравнение 2** (соответствует набору переменных в конце рассматриваемого периода):

$$y_{it} = D + c1X1_{it} + c2X2_{it} + c4X4_{it} + c5X5_{it} + c12X12_{it} + c7X7_{it} + c6X6_{it} + u_{it}.$$

В уравнениях  $i$  – индекс региона,  $t$  – индекс года,  $A$  и  $D$  – константы,  $b$  и  $c$  – коэффициенты регрессионного уравнения,  $u$  – случайный член.

Наш подход к построению регрессионных зависимостей отличается от известного нам подхода С. Халимовой [15] тем, что регрессоры для уравнения ВРП выбирались не из теоретических соображений, а по результатам факторного анализа. Данные представляют собой панельные ряды, к которым был применен предложенный Х.М. Парком [16] метод перекодировки с использованием фиктивных переменных, позволяющий применять модель линейной регрессии для анализа панельных данных. Результаты построения регрессий представлены в табл. 4 и 5.

Из таблицы 4 видно, что построенная регрессионная зависимость хорошо объясняет зависимую переменную ( $R^2 = 0,977$ ), отсутствует эффект автокорреляции ошибок (коэффициент Дарбина – Уотсона больше 2), пройден тест на отличие от нуля коэффициентов регрессии (F-критерий). Для данного уравнения значимым оказался коэффициент только при переменной  $X_{12}$  – «внутренние затраты на исследования и разработки». Другие переменные, выявленные факторным анализом, оказались незначимыми. По-видимому, наращивание численности исследовательского персонала без роста фондовооруженности в НИИ не позволяет создавать научные заделы для подготовки аспирантов и создания радикальных инноваций. Это, в свою очередь, привело к тому, что внедряемая на базе технологических инноваций инновационная продукция не обладала высокой добавленной стоимостью по сравнению с продукцией традиционных отраслей, например нефтедобычи. Отметим, что в прогнозе влияния на ВРП (показатель  $S_4$  – последствия) участвуют как показатели «входа» (ресурсы), так и показатели «результата» деятельности региональной инновационной системы (инновационная продукция).

Коэффициент при фиктивной переменной интерпретируется как среднее изменение зависимой переменной при переходе от одной категории (например, Новосибирская область) к другой (например, Томская область) при неизменных значениях остальных параметров. На основе  $t$ -критерия Стьюдента делается вывод о значимости влияния фиктивной переменной, т.е. о существенности расхождения

Таблица 4

**Результаты регрессионного анализа для уравнения 1,  
зависимая переменная – ВРП**

R <sup>2</sup>	0,977	DW	2,801	
F-критерий	75,838	Значимость F-критерия	0,000	
Переменные	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-критерий	Значимость
Константа	18594,544	38102,762	0,488	0,629
X1	434,087	3158,284	0,137	0,892
X2	-34,189	37,991	-0,900	0,375
X3	-4,371	80,883	-0,054	0,957
X8	-0,260	11,587	-0,022	0,982
X9	-8,368	11,873	-0,705	0,486
X12	46,603*	14,213	3,279	<b>0,003</b>
ФП «Республика Бурятия»	124432,869	88350,666	1,408	0,169
ФП «Республика Тыва»	11469,285	33279,460	0,345	0,733
ФП «Республика Хакасия»	61207,618	34670,537	1,765	0,088
ФП «Алтайский край»	310442,569	195531,394	1,588	0,123
ФП «Забайкальский край»	128494,837*	57500,446	2,235	<b>0,033</b>
ФП «Красноярский край»	802316,856*	375167,208	2,139	<b>0,041</b>
ФП «Иркутская обл.»	478217,723	346219,021	1,381	0,177
ФП «Кемеровская обл.»	586083,930*	111837,435	5,240	<b>0,000</b>
ФП «Новосибирская обл.»	679669,506	978574,170	0,695	0,493
ФП «Омская обл.»	460352,286	333479,300	1,380	0,178
ФП «Томская обл.»	304280,397	423150,678	0,719	0,478

\* Данный коэффициент значим на уровне 5%.

Таблица 5

**Результаты регрессионного анализа для уравнения 2,  
зависимая переменная – ВРП**

R <sup>2</sup>	0,979	DW	2,443	
F-критерий	76,911	Значимость F-критерия	0,000	
Переменные	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-критерий	Значимость
Константа	57362,886	38298,888	1,498	0,145
X1	-4464,866	3302,276	-1,352	0,187
X2	40,558	37,533	1,081	0,289
X4	-650,935	2246,018	-0,290	0,774
X5	-22,977	41,615	-0,552	0,585
X6	-1799,305	2830,824	-0,636	0,530
X7	12,141*	4,414	2,750	<b>0,010</b>
X12	35,002*	13,552	2,583	<b>0,015</b>
ФП «Республика Бурятия»	96097,949	52450,920	1,832	0,077
ФП «Республика Тыва»	-5524,004	33121,618	-0,167	0,869
ФП «Республика Хакасия»	59992,048	33929,357	1,768	0,088
ФП «Алтайский край»	305768,817	159290,148	1,920	0,065
ФП «Забайкальский край»	155584,059*	57265,784	2,717	<b>0,011</b>
ФП «Красноярский край»	504869,188	308989,889	1,634	0,113
ФП «Иркутская обл.»	278914,880	226148,395	1,233	0,227
ФП «Кемеровская обл.»	560167,054*	117649,930	4,761	<b>0,000</b>
ФП «Новосибирская обл.»	-395380,709	875405,068	-0,452	0,655
ФП «Омская обл.»	127722,512	314015,428	0,407	0,687
ФП «Томская обл.»	-52568,176	362955,831	-0,145	0,886

\* Данный коэффициент значим на уровне 5%.

между категориями. В построенной нами регрессионной зависимости все коэффициенты при фиктивных переменных значимы, кроме коэффициента для Республики Тывы.

Регрессия по форме 2 отличается от регрессии по форме 1, так как значение показателя  $R^2$  для данного уравнения выше (0,979), а коэффициент Дарбина – Уотсона (см. табл. 5) – ниже (2,443). В регрессии значимы два фактора:  $X_{12}$  – «внутренние затраты на исследования и разработки» и  $X_7$  – «затраты на технологические инновации». По-видимому, инвестиционный компонент для инноваций стал более явственно проявляться в 2010 г. Коэффициенты при фиктивных переменных «Забайкальский край» и «Кемеровская область» также значимы в этом уравнении. Это означает, что в обеих регрессиях (см. табл. 4 и 5) ВРП в прогнозах будет корректироваться на значение коэффициентов при тех фиктивных переменных регионов, которые оказались значимыми.

Таким образом, можно говорить о том, что внутренняя структура комплексных факторов инновационного профиля для Сибирского федерального округа описывает изменения в валовом региональном продукте и обладает требуемыми прогностическими свойствами. На основе регрессионных зависимостей можно дать некоторые рекомендации в области инновационной политики, интегрирующей возможности промышленных предприятий, учреждений науки и образования: необходимо привлекать больше аспирантов в научно-исследовательские учреждения, наращивать объемы инновационной продукции и проводить политику, стимулирующую предприятия делать инвестиции в технологические инновации. Эти меры, согласно результатам количественного анализа, будут способствовать росту ВРП округа в долгосрочном периоде.

Другим методом, позволяющим проводить диагностику, результаты которой могут повлиять на разработку дифференцированной инновационной политики по группам регионов, является кластерный анализ. Если факторный анализ сжимает в малое число переменных первоначальные признаки объекта, то кластерный анализ переводит данные в классификацию объектов. В кластерном анализе данные об объекте понимаются как точки в признаковом пространстве, и его за-



дача формулируется как выделение «сгущений точек», разбиение совокупности на однородные множества объектов.

Процедура иерархического кластерного анализа по методу Уорда заключается в следующем: предполагается, что каждый объект – это отдельный кластер. Рассчитывается расстояние между объектами, и в кластер объединяются наиболее «близкие» объекты. Метод Уорда приводит к образованию кластеров приблизительно равных размеров с минимальной внутрикластерной дисперсией.

В качестве меры различия будем использовать квадратичное евклидово расстояние, поскольку оно способствует увеличению контрастности кластеров. Первоначально для кластерного анализа мы применили «метод ближнего соседа» (*nearest neighbor*). В соответствии с этим методом расстояние между двумя кластерами определяется на основе расстояния между двумя самыми близкими объектами в разных кластерах. Однако второй метод – «метод дальнего соседа», в соответствии с которым расстояние между кластерами определяется на основе самого большого расстояния между двумя объектами в разных кластерах, дал более наглядные и легко интерпретируемые результаты.

Результаты иерархического кластерного анализа по окончании работы представляются на дендрограммах. Дендрограмма отражает процесс агломерации, слияния отдельных переменных в единый окончательный кластер. По оси *X* откладывается межкластерное расстояние, а по оси *Y* – номера или обозначения объектов. Результаты кластерного анализа регионов Сибири для 2007 г. представлены на рис. 1. Из этой дендрограммы видно, что вначале, на расстоянии меньше 5, объединяются



Рис. 1. Результаты кластерного анализа регионов Сибири, 2007 г.

в один кластер Республика Алтай и Республика Тыва, в другой кластер – Республика Бурятия, Республика Хакасия и Забайкальский край. На расстоянии 6 эти два кластера соединяются друг с другом в один общий кластер, который может быть назван «малые регионы» (исключение из определения здесь составляет лишь Забайкальский край).

Кластерная структура представляется особо четкой на расстоянии 14–15. На дендрограмме на этом расстоянии выделены три кластера: малые регионы (курсивом), Новосибирская область (жирным шрифтом) и третий кластер, состоящий из всех остальных регионов. Закономерно выделение Новосибирской области в отдельный кластер как региона с наибольшим числом научных сотрудников и аспирантов и как лидера по количеству патентов.

Из рисунка 2 видно, что результаты кластерного анализа регионов Сибири для 2010 г. в основном совпадают с результатами для 2007 г. Новосибирская область также представляет собой отдельный кластер (жирный шрифт), в отдельный кластер выделяются и малые регионы (курсив). Изменения в 2010 г. касаются остальных регионов: теперь они выделяются не в один, а в несколько кластеров, причем Алтайский край и Кемеровская область объединяются в один кластер с малыми регионами.

Проанализировав результаты иерархического кластерного анализа, отраженные на рис. 1 и 2, мы исключили из анализа фактор, опре-



Рис. 2. Результаты кластерного анализа регионов Сибири, 2010 г.

деляющий размер региона. Для этого показатели были скорректированы с учетом ВРП или численности населения. В кластерный анализ были включены следующие показатели:

- число аспирантов на 10 тыс. чел.;
- число исследователей на 10 тыс. чел.;
- затраты на технологические инновации на 1000 руб. ВРП;
- объем инновационных товаров, работ, услуг на 1000 руб. ВРП.

Из рассмотрения были исключены два индикатора:

- количество организаций, выполняющих исследования и разработки;
- удельный вес организаций, выполняющих исследования и разработки, в общем количестве организаций.

Затем была проведена повторно процедура иерархического кластерного анализа для 2007 и 2010 гг. В анализе по-прежнему использовались метод дальнего расстояния и евклидово расстояние. Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом их размеров приведены на рис. 3 и 4.

Все регионы Сибири с учетом их размеров были разделены на четыре крупных кластера (см. рис. 3). Отдельным кластером была выде-

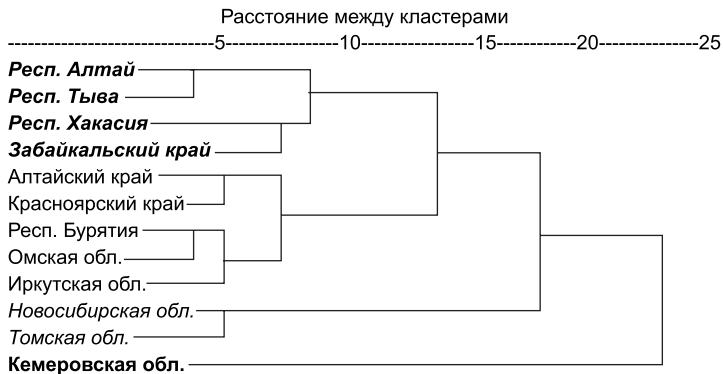


Рис. 3. Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом их размеров, 2007 г.



Рис. 4. Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом их размеров, 2010 г.

лена Кемеровская область (жирный шрифт) как регион, выпускающий наибольший объем инновационной продукции на 1000 руб. ВРП и использующий наибольшее количество передовых технологий на 1000 исследователей. Томская и Новосибирская области также представляют собой отдельный кластер как области со схожими профилями инновационного развития (курсив). Как и прежде, даже с учетом размера, в отдельный, третий, кластер были выделены малые регионы (жирный курсив). Остальные регионы образовали четвертый кластер.

Результаты кластерного анализа регионов Сибири с учетом их размеров для 2010 г. (см. рис. 4) сложны для интерпретации. На первом этапе в один кластер были объединены Новосибирская, Томская и Омская области, в другой – Алтайский край и Кемеровская область, и еще в один кластер – Республика Тыва и Республика Алтай. После учета размеров регионов малые регионы стали принадлежать к разным кластерам в соответствии с их различными приоритетами инновационной политики.

Наконец, нами были построены регрессионные зависимости на основе выделенных кластеров. Теперь уравнения 1 и 2 были рассчитаны отдельно для двух групп регионов: для малых регионов, формирующих собственный кластер, и для остальных регионов Сибирского федерального округа. Результаты регрессии для малых регионов показали,

что оба уравнения регрессии прошли тест на отличия от нуля коэффициентов регрессии (F-критерий). Более того, для малых регионов оказались значимыми переменные X2 – «численность персонала, занятого исследованиями и разработками», X8 – «объем инновационных товаров, работ, услуг» и X9 – «объем инновационных товаров, работ, услуг организаций, осуществляющих технологические инновации».

Таблица 6

**Результаты регрессионного анализа для уравнения 1 для кластера «остальные регионы», зависимая переменная – ВРП**

R <sup>2</sup>	0,945	DW	2,923	
F-критерий	21,343	Значимость F-критерия	0,000	
Переменные	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-критерий	Значимость
Константа	216133,141	322103,643	0,671	0,512
X1	1135,541	4537,228	0,250	0,806
X2	-26,807	53,359	-0,502	0,623
X3	30,484	120,570	0,253	0,804
X8	4,770	17,010	0,280	0,783
X9	-13,117	17,138	-0,765	0,456
X12	49,539*	20,328	2,437	<b>0,028</b>
ФП «Красноярский край»	411075,994	298975,940	1,375	0,189
ФП «Иркутская обл.»	104637,519	245713,415	0,426	0,676
ФП «Кемеровская обл.»	318577,024*	135659,798	2,348	<b>0,033</b>
ФП «Новосибирская обл.»	90180,816	1187441,094	0,076	0,940
ФП «Омская обл.»	100738,729	264536,614	0,381	0,709
ФП «Томская обл.»	-93686,848	382896,960	-0,245	0,810

\* Данный коэффициент значим на уровне 5%.

В таблице 6 приведены результаты построения регрессионной зависимости на основе уравнения 1 для группы остальных регионов.  $R^2$  для данного уравнения равен 0,945, отсутствует автокорреляция ошибок (коэффициент Дарбина – Уотсона равен 2,9). Для данной группы регионов значимым оказался коэффициент  $X_{12}$  – «внутренние затраты на исследования и разработки», так же как для группы из всех регионов в целом.

Аналогично оказался значимым коэффициент при фиктивной переменной «Кемеровская область» (т.е. для Кемеровской области уравнение регрессии ВРП от факторов инновационной динамики отлично от уравнений для всех других областей). Проведенный анализ позволяет сделать следующий вывод: если для стимулирования роста ВРП в регионах Сибири с развитой инновационной системой необходимо осуществлять политику наращивания инвестиций в технологические инновации, то для малых регионов, где имеются лишь отдельные элементы инновационной системы, должна быть разработана иная политика. Это может быть политика активного заимствования передовых технологий или же выделения отрасли специализации и направления усилий на модернизацию этой отрасли и внедрение в нее инноваций, а также на расширение занятости исследовательского персонала. Диагностика инновационного профиля регионов РФ важна, по нашему мнению, для проведения предварительной процедуры отбора регионов РФ для участия в конкурсе на федеральную поддержку территорий инноваций [17].

\* \* \*

В статье проведена диагностика инновационного развития регионов Сибирского федерального округа в период с 2007 по 2010 г. С применением статистических методов выполнено сравнение инновационных профилей набора факторов (объясняющих более 90% суммарной дисперсии показателей), характеризующих инновационное развитие Сибири и России. Показаны сходства и различия в составе признаков комплексных факторов, характеризующих инновационный профиль для Сибирского федерального округа и России в разные

годы. Построены уравнения регрессии для СФО, позволяющие оценить влияние комплексных факторов, скомпонованных из состава показателей ресурсной обеспеченности, научно-технических и инновационных результатов, на рост ВРП. Валовой региональный продукт использован в качестве индикатора социально-экономического последствия, зависящего от действенности проведения экономических реформ, в том числе инновационной политики. С применением иерархического кластерного анализа были выделены кластеры. Новосибирская область как инновационный лидер составила отдельный кластер. Малые регионы СФО также представляли собой отдельную группу. Отдельно для малых, средних и развитых инновационных ареалов Сибири были построены регрессионные зависимости ВРП от показателей инновационного развития и на их основе сделаны рекомендации по усилению ресурсной обеспеченности и повышению результативности технологической модернизации для территорий, обладающих разными элементами и ресурсами инновационной системы.

### Литература

1. **Казанцев С.В.** Масштабы инновационной деятельности в субъектах Федерации // Регион: экономика и социология – 2012. – № 4 (76). – С. 111–138.
2. **Марков В.М.** Факторный анализ инновационной деятельности нефтегазового сектора России // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – № 2. – С. 1–6.
3. **Марков Л.С., Ягольницер М.А.** Кластеры: формализация взаимосвязей в неформализованных производственных структурах. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2006. – 194 с.
4. **Унтура Г.А., Комиссарова И.Г., Ушаков Ф.А.** Методы обработки данных для построения комплексных (интегральных) индикаторов и классификации объектов. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 1998. – 75 с.
5. **Radosevic S.** Science-industry links in Central and Eastern Europe and the commonwealth of independent states: conventional policy wisdom facing reality // Science and Public Policy. – 2011. – No. 38 (5). – P. 365–378.
6. **Kleinknecht A., Montfort K., Brouwer E.** How Consistent Are Innovation Indicators? A Factor Analysis of CIS Data: Research Memorandum 2000-28. – Vrije Universiteit Amsterdam, 2000. – 14 p.
7. **Matinez-Pellitero M., Buesa M., Heijs J., Baumert T.** A Novel Way of Measuring Regional Systems of Innovation: Factor Analysis as a Methodological Ap-

proach / Instituto de Analisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid, 2008. – URL: <http://eprints.ucm.es/7979/1/60-08.pdf> (дата обращения 17.01.2013).

8. **Srholec M., Verstragen B.** The Voyage of the Beagle in Innovation System Land: Explorations on Sectors, Innovation, Heterogeneity, and Selection. TIK Working Paper on Innovation Series 20080220, 2008. – URL: <http://ideas.repec.org/p/tik/inowpp/20080220.html> (дата обращения 17.01.2013).

9. **Žižalová P.** Emerging Innovation Models and Regional Innovation Systems in Czech Republic. TIK Working Paper on Innovation Studies 20090102, 2009. – URL: [http://www.sv.uio.no/tik/InnoWP/Zizalova%202009\\_innovation%20modes%20and%20ORIS%20in%20the%20Czech%20Republic.pdf](http://www.sv.uio.no/tik/InnoWP/Zizalova%202009_innovation%20modes%20and%20ORIS%20in%20the%20Czech%20Republic.pdf) (дата обращения 17.01.2013).

10. **Лавровский Б.Л.** К вопросу об изменении инновационного фактора: региональный аспект // Регион: экономика и социология. – 2012. – № 4 (76). – С. 171–182.

11. **Богачев Ю.С., Брискин В.Д., Киселев В.Н., Октябрьский А.М.** Факторный анализ федеральных целевых программ как инструмента инновационного развития страны. – URL: <http://inno.sfedu.ru/node/366> (дата обращения 17.01.2013).

12. **Logical Framework Methodology: The World Bank Group 2010 Publication.** – URL: <http://tools.jiscinfonet.ac.uk/downloads/project-management/logical-framework-information.pdf> (дата обращения 17.01.2013).

13. **Канева М.А.** Типология «вход-выход-результаты-последствия» и показатели оценки инновационного потенциала в РФ // Исследования молодых ученых: отраслевая и региональная экономика, инновации, финансы и социология / Под ред. С.А. Суспицына и др. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2011. – С. 329–337.

14. **Перечень** критических технологий Российской Федерации. – URL: [http://news.kremlin.ru/ref\\_notes/988](http://news.kremlin.ru/ref_notes/988) (дата обращения 17.01.2013).

15. **Инновации** и конкурентоспособность предприятий / Кравченко Н.А., Кузнецова С.А., Маркова В.Д. и др.; под ред. В.В. Титова. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2010. – 324 с.

16. **Park H.M.** Linear Regression Models for Panel Data Using SAS, Stata, LIMDEP, and SPSS. The University Information Technology Services (UITSS) Center for Statistical and Mathematical Computing, Indiana University Working Paper, 2009. – URL: <http://www.indiana.edu/~statmath/stat/all/panel/index.html> (дата обращения 17.01.2013).

17. **Унгура Г.А.** Стратегическая поддержка регионов России: проблемы оценки статуса территорий инноваций // Регион: экономика и социология. – 2012. – № 1 (73). – С. 123–141.

*Рукопись статьи поступила в редколлегию 11.02.2013 г.*

© Канева М.А., Унгура Г.А., 2013