

Экономика территорий

УДК 330.341(470)

ББК 65.9(2Рос)-55

© Алферьев Д.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА¹



АЛФЕРЬЕВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

инженер-исследователь отдела проблем

научно-технологического развития и экономики знаний

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт социально-экономического развития территорий Российской академии наук

E-mail: alferiev_1991@mail.ru

Научно-технологический потенциал способствует организации инновационной деятельности и реализации научных идей, воплощению в жизнь инновационных проектов. Определение его уровня в разрезе субъектов Федерации позволит органам власти принимать более эффективные управленческие решения, а также строить более качественную инновационную политику на федеральном уровне. Следует отметить, что оценка научно-технологического потенциала осуществляется при помощи синтетического показателя, который включает в себя различные статистические индикаторы. На практике для подобного измерения применяют расчет мультипликативного индекса. При его нахождении показатели, включенные в состав интегральной оценки, берутся равнозначными, что на практике является некорректным. Для определения доли или весов показателей, включенных в состав интегрального индекса, возможно использование факторного анализа по методу главных компонент. В данной статье разобраны основные теоретические аспекты инновационной деятельности. Рассматриваются существующие практики оценки научно-технологического потенциала ведущими организациями России. При подобного рода расчетах необходимо четко определить для себя значимость каждого из рассматриваемых показателей. В связи с этим был предложен алгоритм расчета весов для отобранных данных. Представленный алгоритм также позволяет распределить показатели по группам, объединяя их внутри наличием различных взаимосвязей. С математической точки зрения эта процедура выглядит как расположение векторов в пространстве облака рассеяния. Представлены результаты расчетов по данным субъектов Российской Федерации (80 регионов) за 2011 – 2012 гг. с предварительным обоснованием отобранных показателей и приведением их в сопоставимый вид на основе нормализации относительно лучшего значения в каждом из рассматриваемых периодов. Предложены направления исследования, которые позволят более точно и достоверно оценить научно-технологический потенциал.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научного проекта № 16-02-00537 «Научно-технологическое пространство России и долгосрочный прогноз его развития в условиях глобальной конкуренции».

Научно-технологический потенциал, инновационная деятельность, факторный анализ, корреляция, интегральная оценка, веса показателей.

Инновационная деятельность – основа современного мира. Высокоразвитые страны регулярно выпускают на рынок новые продукты, развивающиеся – догоняющими темпами предлагают миру свои новшества. Научно-технологический прогресс набрал серьезный разгон и масштабы, и, как показывает историческая практика, с течением времени он будет только ускоряться. Меняются подходы к пониманию сущности производственных технологий.

Ускорение внедрения инноваций в сфере производства, а также успешная реализация научных мыслей и идей зависят от научно-технологического потенциала. Под ним следует понимать совокупность имеющихся у субъекта хозяйствования накопленных знаний, ресурсов, которые обеспечивают разработку и освоение новых технических средств, технологий, материалов, новой продукции и т. д. Чем выше уровень данного показателя, тем быстрее новаторские идеи претворяются в жизнь [18].

Оценка данного потенциала, а также определение возможных незадействованных экономических ресурсов позволит на уровне территориальных субъектов выявить приоритетные направления науки и их локализацию, то есть те места, где лучше и эффективнее всего заниматься конкретными отраслями знаний. Также на основании данной оценки можно выявить слабые места в научно-технологическом развитии субъектов РФ. Так как научно-технический прогресс является одним из важнейших факторов экономического развития, то отстающие территориальные единицы необходимо будет поднять хотя бы до средних значений оценочного показателя.

Следует отметить, что категория научно-технологического потенциала яв-

ляется искусственной (на практике не существует целостного показателя, способного оценить данную категорию, он рассчитывается на основании нескольких критериев) и характеризуется комплексом различного рода величин. Их определение и совместная оценка позволяют оценить объекты по целостному единому критерию, что значительно упрощает процедуру сравнения и сопоставимости между собой исследуемых объектов.

Инструментом для такой оценки является комплексный (мультипликативный) суммарный (интегральный) показатель. Аналогичные методики использованы в работах К.А. Задумкина и И.А. Кондакова при оценке научно-технического развития территорий РФ [6; 7], в рейтинге инновационного развития субъектов Российской Федерации Высшей школы экономики (НИУ ВШЭ) [13], при оценке инновационного развития регионов Ассоциации инновационных регионов России (АИРР) [3] и др. В этих работах оцениваются разные явления и используются при этом разные наборы показателей. Но в целом идея подобных методик заключается в том, чтобы оценить какой-либо объект по характеристикам, являющимся наиболее важными для него.

Так, в работах ИСЭРТ РАН при расчете такой синтетической категории, как научно-технический потенциал, задействован при конечной оценке 41 показатель. Данные показатели условно разделены на 3 блока: наука и инновации, образование, информационная инфраструктура и коммуникации. В методике НИУ ВШЭ задействована система из 37 показателей, которые в свою очередь разбиты на 4 тематических блока. АИРР в собственных исследованиях по определению лучших инновационных регионов ограничивается

всего 23 критериями, которые для удобства оценки сгруппированы в 3 блока.

Распределение показателей по блокам при оценке научно-технологического потенциала, как правило, носит субъективный характер. К тому же некоторые методики расчета рассматривают все показатели по отношению друг к другу как равнозначные, что на практике, разумеется, не так. С подобного рода проблемой в некоторой мере помогает справиться факторный анализ, основанный на методе главных компонент.

Поэтому целью настоящего исследования является апробация факторного анализа по методу главных компонент для расчета весов показателей научно-технологического потенциала субъектов РФ.

Цель определяет необходимость решения следующих задач:

- отбор апостериорного (первичного) набора показателей (на примере научно-технологического потенциала регионов РФ);
- определение взаимосвязей между отобранными показателями;
- группировка показателей на основе рассчитанных результатов.

Анализ статистической информации показал, что можно выделить порядка 50 индикаторов, которые характеризуют та-

кие аспекты научно-технологического потенциала, как наука, образование, технологии, информационная инфраструктура и инновационная деятельность. Из групп показателей для дальнейшего исследования было отобрано 15 ед. (табл. 1). Данные индикаторы были выбраны на основании изученной литературы по проблемам исследования научно-технологического потенциала [1; 3; 4; 6; 7; 12; 13]. Критериями отбора показателей послужили такие свойства, как доступность исходных данных, их наглядность и возможность качественной оценки.

Такого рода предварительный отбор необходим для того, чтобы полученная по окончании математической обработки информация поддавалась теоретическому и логическому обоснованию и интерпретации. Сбор информации, необходимой для расчета, был осуществлен по данным официальной статистики [5; 15].

Полученную информацию из баз данных официальной статистики необходимо унифицировать (привести к сопоставимому виду, пригодному для оценки) по следующему правилу:

- 1) для исследуемых показателей, для которых увеличение фактора (x_j) влечет за собой только монотонный рост [5, с. 21] результирующей оценки, применяется

Таблица 1. Апостериорный набор частных критериев

№	Наименование показателя	Размерность
1	Удельный вес организаций, выполнявших исследования и разработки, в общем числе организаций	%
2	Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 тыс. предприятий и организаций	чел.
3	Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП	%
4	Исследователи с ученой степенью, на 10 тыс. предприятий и организаций	чел.
5	Аспиранты и докторанты, на 10 тыс. предприятий и организаций	чел.
6	Удельный вес расходов на образование в общих расходах консолидированных бюджетов регионов	%
7	Количество использованных передовых производственных технологий, на 10 тыс. предприятий и организаций	шт.
8	Количество созданных передовых производственных технологий, на 10 тыс. предприятий и организаций	шт.
9	Количество выданных охранных документов на изобретения и полезные модели, на 10 тыс. предприятий и организаций	шт.
10	Удельный вес организаций, осуществлявших инновации, в общем числе организаций	%
11	Доля затрат на технологические инновации в ВРП	%
12	Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции	%
13	Коэффициент обновления основных фондов	ед.
14	Удельный вес организаций, использовавших специальные программные средства, в общем числе обследованных организаций	%
15	Затраты организаций на информационные и коммуникационные технологии, на 10 тыс. предприятий и организаций	руб.

следующая формула (максимальное фактическое значение по показателю является наилучшим):

$$\widehat{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{minj}}{x_{maxj} - x_{minj}} N, \quad (1)$$

где: x_{ij} – i -е значение j -го фактора;

x_{maxj} и x_{minj} – максимальное и минимальное значение j -го фактора;

N – коэффициент масштаба.

2) для показателей, для которых увеличение фактора (x_j) влечет за собой только монотонное снижение результирующей оценки, применяется следующая формула (минимальное фактическое значение по показателю является наилучшим):

$$\widehat{x}_{ij} = \frac{x_{maxj} - x_{ij}}{x_{maxj} - x_{minj}} N \quad (2)$$

3) редким на практике [2], но возможным в теории является случай, когда x_j связан с анализируемым интегральным показателем немонотонной зависимостью, т. е. между максимальным и минимальным значениями существует оптимальное – x_{optj} , при котором достигается наилучшее качество. В таком случае используется формула:

$$\widehat{x}_{ij} = \left(1 - \frac{|x_{ij} - x_{optj}|}{\max \left\{ \begin{matrix} x_{maxj} - x_{optj}, \\ x_{optj} - x_{minj} \end{matrix} \right\}} \right) N \quad (3)$$

Расчеты оценки линейной (ковариационной) связи между показателями-факторами были сделаны по фактическим данным за 2011 – 2012 гг. (табл. 2) по наблюдениям за 78 регионами (2 региона были исключены из подобного исследования из-за отсутствия данных по некоторым показателям. При конечном расчете интегрального показателя оценка по исключенным регионам производится на основании прогнозных значений).

Величина выборки составила 156 наблюдений, что является приемлемым при условии закона больших чисел. В соответствии с отобранными критериями количество наблюдений должно быть на порядок выше, т. е. при 15 факторах необходимо 150 значений показателей, снятых по исследуемым объектам [9; 16].

Согласно полученным результатам (см. табл. 2), сильная линейная связь наблюдается у показателя «численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 тыс. предприятий и организаций, чел.» и «доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП, %». Она составила 0,92 ед. Наличие подобных показателей в математической модели может привести к взаимокомпенсируемости, отражающейся на смещении полученных оценок. Вследствие этого показатель «численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10 тыс. предприятий и организаций, чел.» был исключен из модели, так как больше третьего коррелировал с другими критериями, нежели показатель «доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП, %».

На следующем этапе был реализован метод главных компонент [8; 14]. Его применение обусловлено выявлением гипотетической величины, соответствующей гораздо большему числу исходных факторов. Из преимуществ метода можно выделить то, что он не требует предварительной группировки исходных данных, что значительно упрощает анализ.

На основе вычисленных главных компонент можно построить более простую информативную систему показателей, характеризующих научно-технологический потенциал, оценить силу причинно-следственной связи между факторами, исследовать возможности изменения анализируемых факторов под влиянием главных компонент.

Таблица 2. Ковариационная матрица связи показателей

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,00	0,26	0,17	0,33	0,02	0,12	0,03	0,25	0,05	0,13	-0,09	-0,02	0,01	-0,09	-0,12
2	0,26	1,00	0,92	0,56	-0,10	-0,13	0,19	0,53	0,32	0,19	0,30	0,17	0,02	-0,05	0,24
3	0,17	0,92	1,00	0,50	-0,09	-0,15	0,16	0,55	0,29	0,21	0,29	0,21	0,01	0,01	0,29
4	0,33	0,56	0,50	1,00	-0,11	0,01	-0,25	0,21	0,12	0,13	-0,08	-0,08	0,13	0,05	0,32
5	0,02	-0,10	-0,09	-0,11	1,00	-0,16	-0,16	-0,11	-0,09	0,11	-0,09	-0,08	-0,10	0,02	-0,04
6	0,12	-0,13	-0,15	0,01	-0,16	1,00	-0,08	-0,12	0,03	-0,19	-0,20	-0,28	-0,14	0,03	-0,29
7	0,03	0,19	0,16	-0,25	-0,16	-0,08	1,00	0,25	0,15	0,17	0,43	0,28	-0,22	-0,10	-0,13
8	0,25	0,53	0,55	0,21	-0,11	-0,12	0,25	1,00	0,16	0,26	0,26	0,12	-0,02	0,02	0,05
9	0,05	0,32	0,29	0,12	-0,09	0,03	0,15	0,16	1,00	0,04	0,12	0,02	-0,15	-0,10	0,13
10	0,13	0,19	0,21	0,13	0,11	-0,19	0,17	0,26	0,04	1,00	0,21	0,04	-0,07	0,37	0,24
11	-0,09	0,30	0,29	-0,08	-0,09	-0,20	0,43	0,26	0,12	0,21	1,00	0,43	-0,16	0,02	0,07
12	-0,02	0,17	0,21	-0,08	-0,08	-0,28	0,28	0,12	0,02	0,04	0,43	1,00	-0,05	-0,05	0,04
13	0,01	0,02	0,01	0,13	-0,10	-0,14	-0,22	-0,02	-0,15	-0,07	-0,16	-0,05	1,00	-0,13	0,08
14	-0,09	-0,05	0,01	0,05	0,02	0,03	-0,10	0,02	-0,10	0,37	0,02	-0,05	-0,13	1,00	0,21
15	-0,12	0,24	0,29	0,32	-0,04	-0,29	-0,13	0,05	0,13	0,24	0,07	0,04	0,08	0,21	1,00

Источник: Расчеты автора.

Метод главных компонент выявляет число компонент, объясняющих всю дисперсию и корреляцию исходных случайных величин. При этом компоненты выстраиваются в иерархическом порядке по объясняемой ими доле суммарной дисперсии исходных величин. Первая главная компонента *F1* определяет такое направление в пространстве исходных признаков, при котором совокупность наблюдений будет иметь наибольший разброс (дисперсию). Вторая главная компонента *F2* строится из расчета объяснения большей части остаточной дисперсии и т. д. вплоть до *Fk* компоненты.

На практике количество компонент обычно определяется наименьшим количеством факторов, объясняющих заданный уровень дисперсии. Но существуют и более объективные методы отбора гиперпараметров (главных компонент или факторов). Отбору подлежат те факторы, у которых собственные значения ковариационной матрицы больше 1. Это означает, что если фактор не выделяет дисперсию, эквивалентную по крайней мере дисперсии одной переменной, то он опускается. Либо используется графический метод, при котором находится «факториальная осыпь», означающая замедление

убывания собственных значений ковариационной матрицы факторов. Результаты факторного анализа по методу главных компонент представлены в *таблице 3*.

Исходный набор показателей был разделен на 6 групп. В каждую группу вошли показатели, наибольшие по модулю в каждой отдельной строке. Знак «-» так же, как и в ковариационной матрице, означает обратную связь. Показатели распределились по данным группам в зависимости от объясненной доли общего разброса значений научно-технологического потенциала. При расчете доли векторных величин, описывающих критерии, можно найти долю каждого показателя в общей совокупности интегральной оценки научно-технологического потенциала регионов РФ. Весовые коэффициенты могут быть рассчитаны по следующей формуле [2; 12]:

$$w_{el} = \begin{cases} \frac{c_{el}}{\sum_{e=1}^z c_{el}}, & \text{если все } c_{el} \text{ одного знака,} \\ \frac{c_{el}^2}{\sum_{e=1}^z c_{el}^2} & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (4)$$

где:

c_{el} – значение собственного вектора ковариационной матрицы e фактора по l блоку;
 z – количество критериев в l блоке.

Таблица 3. Матрица факторных нагрузок

№ фактора \ № гл. комп.	1	2	3	4	5	6
1	-0,216	-0,327	0,477	-0,236	0,521	0,075
3	-0,780	-0,271	0,164	0,101	-0,045	-0,103
4	-0,385	-0,739	0,162	0,063	-0,046	0,003
5	0,156	-0,024	-0,354	-0,212	0,563	-0,588
6	0,348	-0,098	0,525	-0,449	-0,306	0,174
7	-0,431	0,636	0,204	-0,124	0,024	0,100
8	-0,680	-0,083	0,253	-0,092	0,199	0,126
9	-0,366	-0,012	0,300	-0,061	-0,418	-0,568
10	-0,497	-0,101	-0,401	-0,451	0,191	0,156
11	-0,593	0,511	-0,084	0,043	-0,059	0,073
12	-0,434	0,458	-0,095	0,330	0,099	0,100
13	0,099	-0,358	-0,046	0,613	0,182	0,348
14	-0,108	-0,171	-0,533	-0,543	-0,215	0,335
15	-0,387	-0,396	-0,497	0,187	-0,345	-0,143
Собственное значение ед. вектора	2,6903	1,9433	1,5879	1,3627	1,1494	1,0343
Доля объясненной дисперсии, %	19,22	13,88	11,34	9,73	8,21	7,39

Источник: Расчеты автора.

Таким образом, весовые коэффициенты каждого показателя в общей интегральной оценке составят: «доля организаций, выполняющих исследования и разработки, в общем числе организаций и предприятий, %» – 20,69%; «доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП» – 5,46%; «исследователи с ученой степенью, на 10 тыс. предприятий и организаций» – 5,14%; «аспиранты и докторанты, на 10 тыс. предприятий и организаций» – 12,06%; «удельный вес расходов на образование в общих расходах консолидированных бюджетов регионов» – 4,87%; «количество использованных передовых производственных технологий, на 10 тыс. предприятий и организаций» – 3,82%; «количество созданных передовых производственных технологий, на 10 тыс. предприятий и организаций» – 4,76%; «количество выданных охранных документов на изобретения и полезные модели, на 10 тыс. предприятий и организаций» – 11,64%; «удельный вес организаций, осуществлявших инновации, в общем числе организаций» – 3,48%; «доля затрат на технологические инновации в ВРП» – 4,15%; «доля инновационной

продукции в общем объеме отгруженной продукции» – 1,98%; «коэффициент обновления основных фондов» – 9,86%; «удельный вес организаций, использовавших специальные программные средства, в общем числе обследованных организаций» – 7,72%; «затраты организаций на информационные и коммуникационные технологии, на 10 тыс. предприятий и организаций» – 4,36%.

Наибольший вес приходится на показатель «доля организаций, выполняющих исследования и разработки, в общем числе организаций и предприятий, %», «численность аспирантов и докторантов, на 10 тыс. предприятий и организаций, чел.» и «количество выданных охранных документов на изобретения и полезные модели, на 10 тыс. предприятий и организаций, шт.». Их суммарная доля составила 44,39%. Это означает, что при построении прогнозной регрессионной модели данные показатели в большей мере будут оказывать влияние на прогнозируемый отклик, а изменение научно-технологического потенциала можно быстрее осуществить, оказывая влияние на данные критерии.

Доля одиннадцати оставшихся исследуемых величин находится примерно на одном и том же уровне. Влияние каждого из них по отдельности составляет примерно 5%. Если сравнивать их с показателями, имеющими наибольший вес на конечную оценку научно-технологического потенциала, то можно сделать вывод о том, что вторые являются сильно агрегированными. Это означает, что в дальнейших исследованиях их следует рассматривать аналогично научно-технологическому потенциалу, как сово-

купность нескольких взаимосвязанных параметров.

Дальнейшими этапами исследования могут быть определение интегральной оценки для регионов РФ и определение ее динамики на каком-либо исследуемом временном промежутке. Также может быть расширена база факторов, оказывающих влияние на научно-технологический потенциал. На основании полученной интегральной оценки можно будет более точно и эффективно строить инновационную политику государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазян, С. А. Анализ качества и образа жизни населения [Текст] / С. А. Айвазян. – М. : Наука, 2012. – 432 с.
2. Айвазян, С. А. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) [Текст] / С. А. Айвазян, В. С. Степанов, М. И. Козлова // Прикладная эконометрика. – 2006. – № 2. – С. 18–84.
3. АИРР. Ассоциация инновационных регионов России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.i-regions.org>
4. Бортник, И. М. Индикаторы инновационного развития регионов России для целей мониторинга и управления [Текст] / И. М. Бортник, В. Г. Зинов, В. А. Коцюбинский, А. В. Сорокина // Инновации. – 2013. – № 11. – С. 21–32.
5. Вирченко, Н. А. Графики функций [Текст] : справочник / Н. А. Вирченко, И. И. Ляшко, К. И. Швецов – Киев : Наук. думка, 1979. – 320 с.
6. Задумкин, К. А. Научно-технический потенциал региона: оценка состояния и перспективы развития [Текст] : монография / К. А. Задумкин, И. А. Кондаков. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2010. – 205 с.
7. Ильин, В. А. Научно-технический потенциал региона: проект долгосрочной программы развития [Текст] / В. А. Ильин, К. А. Задумкин, И. А. Кондаков. – Вологда : Вологодский научно-координационный центр ЦЭМИ РАН, 2009. – 168 с.
8. Кендюхов, А. В. Использование метода главных компонент для оценки конкурентоспособности машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] / А. В. Кендюхов, Д. О. Толкачев // Маркетинг и менеджмент инноваций. – 2013. – № 4. – С. 219–227. – Режим доступа : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/ru/journals/2013/4/219-227>
9. Костромин, А. В. Конспект лекций по курсу «ЭКОНОМЕТРИКА» для студентов III курса дневного отделения всех специальностей. Часть II [Текст] / А. В. Костромин. – Казань : КГФЭИ, 2004. – 48 с.
10. Кремин, А. Е. Оценка влияния деятельности малого бизнеса на уровень социально-экономического развития региона [Электронный ресурс] / А. Е. Кремин // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 11. – Режим доступа : <http://web.snauka.ru/issues/2015/11/59180>
11. Мазилев, Е. А. Развитие промышленного комплекса в контексте модернизации экономики региона [Текст] : монография / Е. А. Мазилев ; под научным руководством д.э.н. К. А. Гулина. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2015. – 164 с.
12. Молчанова, Е. В. Построение рейтинговых оценок субъектов Российской Федерации по блокам социально-экономических показателей [Текст] / Е. В. Молчанова, М. М. Кручек, З. С. Кибисова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2014. – № 3 (33). – С. 196–208.
13. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс] / под ред. Л. М. Гохберга. – М. : НИУ ВШЭ, 2015. – 248 с.

14. Стукач, О. В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством [Текст] : учебное пособие / О. В. Стукач. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 163 с.
15. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gks.ru>
16. Фертман, А. Анализ концепций развития аддитивного производства: мировые достижения и возможности для российских компаний [Текст] / А. Фертман // Трамплин к успеху. Передовые производственные технологии. – 2016. – № 7. – С. 20–23.
17. Эконометрика [Текст] : учеб. / под ред. И. И. Елисеевой. – М. : Проспект, 2010. – 288 с.
18. Экономика предприятия [Текст] : учебник для вузов / под ред. акад. В. М. Семенова. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 416 с.

Alfer'ev D.A.

THE USE OF PRINCIPAL COMPONENTS METHOD FOR THE EVALUATION OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL CAPACITY PARAMETERS

Scientific and technological capacity contributes to the organization of innovative activities and implementation of research ideas and projects of scientific and technological progress. The determination of its level in the context of economic entities will allow them to make more effective and correct management decisions and frame better innovation policy at the state level. It should be noted that scientific and technological capacity category is assessed with the help of a synthetic indicator that consists of various statistical indicators. In practice, such estimates are usually performed through the calculation of the multiplicative index. The indicators used in this estimation are often equal, which, in practice, is incorrect. In order to determine their proportion or weights, the factor analysis method of principal components may be used. This article considers the basic theoretical principles of innovative activity and assessment practices of scientific and technological capacity used by leading organizations in Russia. When making these calculations it is necessary to determine clearly the significance of each indicator. In this regard, the algorithm for the calculation of these weights has been offered. In addition, the algorithm groups the indicators, integrating them due to various types of correlation. From the mathematical point of view, this procedure implies the position of vectors in dispersion cloud space. The article presents the results of calculations according to the data from the subjects of the Russian Federation (80 regions) for 2011–2012 with a preliminary justification of the selected indicators and their bringing to a comparable form on the basis of normalization regarding the best values in each of the periods under consideration. The paper also proposes further research stages, which ensures a more precise and reliable estimation of scientific and technological capacity.

Scientific and technological capacity, innovative activity, factor analysis, correlation, integral estimation, indicator weights.

REFERENCES

1. Aivazyan S.A. *Analiz kachestva i obraza zhizni naseleniya* [Analysis of the population's quality of life and lifestyle]. Moscow: Nauka, 2012. 432 p.
2. Aivazyan S.A., Stepanov V.S., Kozlova M.I. *Izmerenie sinteticheskikh kategorii kachestva zhizni naseleniya regiona i vyyavlenie klyuchevykh napravlenii sovershenstvovaniya sotsial'no-ekonomicheskoi politiki (na primere Samarskoi oblasti i ee munitsipal'nykh obrazovaniy)* [The measurement of synthetic categories of the region's quality of life and the revealing of key improvement directions of the socio-economic policy (as illustrated by the Samara Oblast and its municipal units)]. *Prikladnaya ekonometrika* [Applied econometrics], 2006, no. 2, pp. 18–84.

3. AIRR. *Assotsiatsiya innovatsionnykh regionov Rossii* [Association of Innovative Regions of Russia]. Available at: <http://www.i-regions.org>
4. Bortnik I.M., Zinov V.G., Kotsyubinskii V.A., Sorokina A.V. Indikatory innovatsionnogo razvitiya regionov Rossii dlya tselei monitoringa i upravleniya [Indicators of innovative development of the Russian regions for the purposes of monitoring and management]. *Innovatsii* [Innovations], 2013, no 11, pp. 21–32.
5. Virchenko N. A., Lyashko I. I., Shvetsov K. I. *Grafiki funktsii: spravochnik* [Function graphs: reference book]. Kiev: Nauk. dumka, 1979. 320 p.
6. Zadumkin K.A., Kondakov I.A. *Nauchno-tehnicheskii potentsial regiona: otsenka sostoyaniya i perspektivy razvitiya: monografiya* [Scientific and technological capacity of the region: state assessment and development prospects: monograph]. Vologda: ISERT RAN, 2010. 205 p.
7. Ilyin V.A., Zadumkin K.A., Kondakov I.A. *Nauchno-tehnicheskii potentsial regiona: proekt dolgosrochnoi programmy razvitiya* [Scientific and technological capacity of the region: the project of long-term development program]. Vologda: Vologodskii nauchno-koordinatsionnyi tsentr TsEMI RAN, 2009. 168 p.
8. Kendyukhov A.V., Tolkachev D. O. Ispol'zovanie metoda glavnnykh komponent dlya otsenki konkurentosposobnosti mashinostroitel'nykh predpriyatii [The use of principal components method for the evaluation of machine-building enterprise competitiveness]. *Marketing i menedzhment innovatsii* [Marketing and management of innovations], 2013, no. 4, pp. 219–227. Available at: <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/ru/journals/2013/4/219-227>
9. Kostromin A.V. *Konspekt lektsii po kursu «EKONOMETRIKA» dlya studentov III kursa dnevnoy otdeleyeniya vsekh spetsial'nostei. Chast' II* [Lecture notes on “Econometrics” for third-year full-time course students of all fields of study]. Kazan': KGFEI, 2004, 48 p.
10. Kremin A.E. Otsenka vliyaniya deyatel'nosti malogo biznesa na uroven' sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona [The assessment of the influence of small business activity on the level of socio-economic development of the region]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii* [Modern scientific researches and innovations], 2015, no. 11. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2015/11/59180>
11. Mazilov E.A., under academic supervision of Gulin K.A., Doctor of Economics *Razvitie promyshlennogo kompleksa v kontekste modernizatsii ekonomiki regiona: monografiya* [The development of the industrial complex in the context of modernization of the economy of the region: monograph]. Vologda: ISERT RAN, 2015. 164 p.
12. Molchanova E.V., Kruchek M.M., Kibisova Z.S. Postroenie reitingovykh otsenok sub'ektov Rossiiskoi Federatsii po blokam sotsial'no-ekonomicheskikh pokazatelei [The plotting of rating estimations of the subjects of the Russian Federation by blocks of socio-economic indicators]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], 2014, no. 3 (33), pp. 196–208.
13. Gokhberg L.M. *Reiting innovatsionnogo razvitiya sub'ektov Rossiiskoi Federatsii* [Innovative development rating of the subjects of the Russian Federation]. Moscow: NIU VShE, 2015. 248 p.
14. Stukach O.V. *Programmnyi kompleks Statistika v reshenii zadach upravleniya kachestvom: uchebnoe posobie* [“Statistics” program complex in meeting the challenges of quality management: educational guidance]. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2011. 163 p.
15. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru>
16. Fertman A. Analiz kontseptsii razvitiya additivnogo proizvodstva: mirovye dostizheniya i vozmozhnosti dlya rossiiskikh kompanii [Additive manufacturing development concept analysis: world's achievements and opportunities for Russian companies]. *Tramplin k uspekhu. Peredovye proizvodstvennye tekhnologii* [Stepping stone to success. Advanced production technologies], 2016, no. 7, pp. 20–23.
17. Eliseeva I.I. *Ekonometrika* [Econometrics]. Moscow: Prospekt, 2010. 288 p.
18. Semenova V.M. *Ekonomika predpriyatiya: uchebnik dlya vuzov* [Econometrics of the enterprise: college textbook]. Saint Petersburg: Piter, 2010, 5th edition. 416 p.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Alfer'ev Dmitrii Aleksandrovich – Research Engineer at the Department for Issues of Scientific and Technological Development and Knowledge Economy. Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Socio-Economic Development of Territories of the Russian Academy of Sciences. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation. E-mail: alferev_1991@mail.ru. Phone: +7(8172) 59-78-10.