
КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ

Московкин Владимир Михайлович, *д.г.н., профессор кафедры мировой экономики НИУ
“БелГУ”, Белгород*

Сизьюнго Муненге, *научный стажер кафедры экономики и моделирования
производственных процессов НИУ “БелГУ”, Белгород*

Украинский Павел Александрович, *к.г.н., младший научный сотрудник Федерально-
регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов
НИУ “БелГУ” Белгород*

Картографические кластеры рассматриваются в аспекте построения шкал и распределения одномерных объектов, описываемых одним интегральным показателем, по градациям этим шкал, формирующих выше указанные кластеры. На примере распределения инновационной инфраструктуры и инновационной активности регионов России показано, что картографическая кластеризация, полученная на основе открытой равномерной шкалы является наиболее равномерной, а кластеризация, полученная на основе закрытой равномерной шкалы – сильно поляризованной. Картографическая кластеризация, полученная на основе метода естественных границ дает промежуточный результат.

Ключевые слова: картографические кластеры, российские регионы, инновационная активность, инновационная инфраструктура, открытая равномерная шкала, закрытая равномерная шкала, метод естественных границ

CARTOGRAPHIC CLUSTERING OF INNOVATION INFRASTRUCTURE AND INNOVATION ACTIVITY OF RUSSIAN REGIONS

Vladimir M. Moskovkin, *Doctor of Geographical Sciences, Professor of World Economy Department,
Belgorod State University, Belgorod*

Sizyoongo Munenge, *Research intern, Department of Economics and Modeling of Production
Processes, Belgorod State University, Belgorod*

Pavel A. Ukrainskiy, *Candidate of Geographical Sciences, junior researcher, Federal and Regional
Centre for Aerospace and Ground Monitoring of Objects and Natural Resources, Scientific and
Technological Equipment Common Use Centre, Belgorod State University, Belgorod*

ABSTRACT

The article presents cartographic clusters considered in the aspect of constructing scales and the distribution of one-dimensional objects described by one integral indicator, according to the gradations of these scales that form the above mentioned clusters. Using the example of the distribution of innovation infrastructure and innovation activity in Russian regions, it is shown that cartographic clustering obtained on the basis of an open uniform scale is the most uniform, and clustering obtained on the basis of a closed uniform scale is highly polarized. Cartographic clustering, obtained on the basis of natural boundary method, gives an intermediate result.

Keywords: cartographic clusters, Russian regions, innovation activity, innovation infrastructure, open uniform scale, closed uniform scale, natural boundary method

Введение

Термины картографическая кластеризация и картографические кластеры практически не используются в научной литературе, единственное упоминание этих терминов мы находим, используя поисковую машину Google Scholar, в работе Б.Г.Миркина из НИУ “ВШЭ”. В ней он пишет, что картографические данные ассоциированы с информацией расположенной в узлах двумерной целочисленной решетки, где возникают пространственные корреляции – данные в близких узлах имеет близкие значения, кроме того топология двумерной решетки предполагает, что картографические кластеры должны состоять из близко расположенных точек [1].

Мы же будем рассматривать картографические кластеры в более простом аспекте, а именно в аспекте построения шкал и распределения одномерных объектов, описываемых одним интегральным показателем, по градациям этих шкал, которые и будут формировать искомые кластеры. Очевидно, что при картографировании распределения каких-либо объектов по определенному показателю различные методы построения шкал приводят к различным группировкам этих объектов. Ничто не запрещает называть такие группировки кластерами.

Методология исследований. Результаты и обсуждение

Для визуализации распределения объектов инновационной и вузовской инфраструктуры [2-4], а также рассчитанных показателей инновационной активности [5], по регионам России создана серия картосхем. В качестве картографической основы для них взяты векторные пространственные данные в формате шейп-файлов, распространяемые в сети Интернет на свободной основе. Использованы данные из двух источников. Береговая линия России, государственная граница и границы регионов России взяты из данных сообщества GIS-lab [6], которые распространяются по лицензии CC-BY. Береговая линия и границы других стран взяты из данных проекта Natural Earth [7], которые распространяются по лицензии CC0 (Public Domain).

Исходные данные обработаны с использованием программы ArcGIS 10.5. Картосхемы созданы в масштабе 1:50000000 с применением равнопромежуточной конической проекции. Административные и государственные границы показаны по состоянию на 2007 год. Регионы России подписаны аббревиатурами в соответствии со стандартом ISO 3166-2:RU (Прил.1).

Значения исследуемых показателей отображены способом фоновой картограммы. Используются открытые равномерные шкалы с пятью градациями. Границы градаций для каждого показателя определялись на основе анализа гистограмм распределения признака, которые были построены в ArcGIS. На рисунке 1 это проиллюстрировано на примере количества объектов инновационной инфраструктуры по первой базе данных объектов инновационной инфраструктуры (Прил.2).

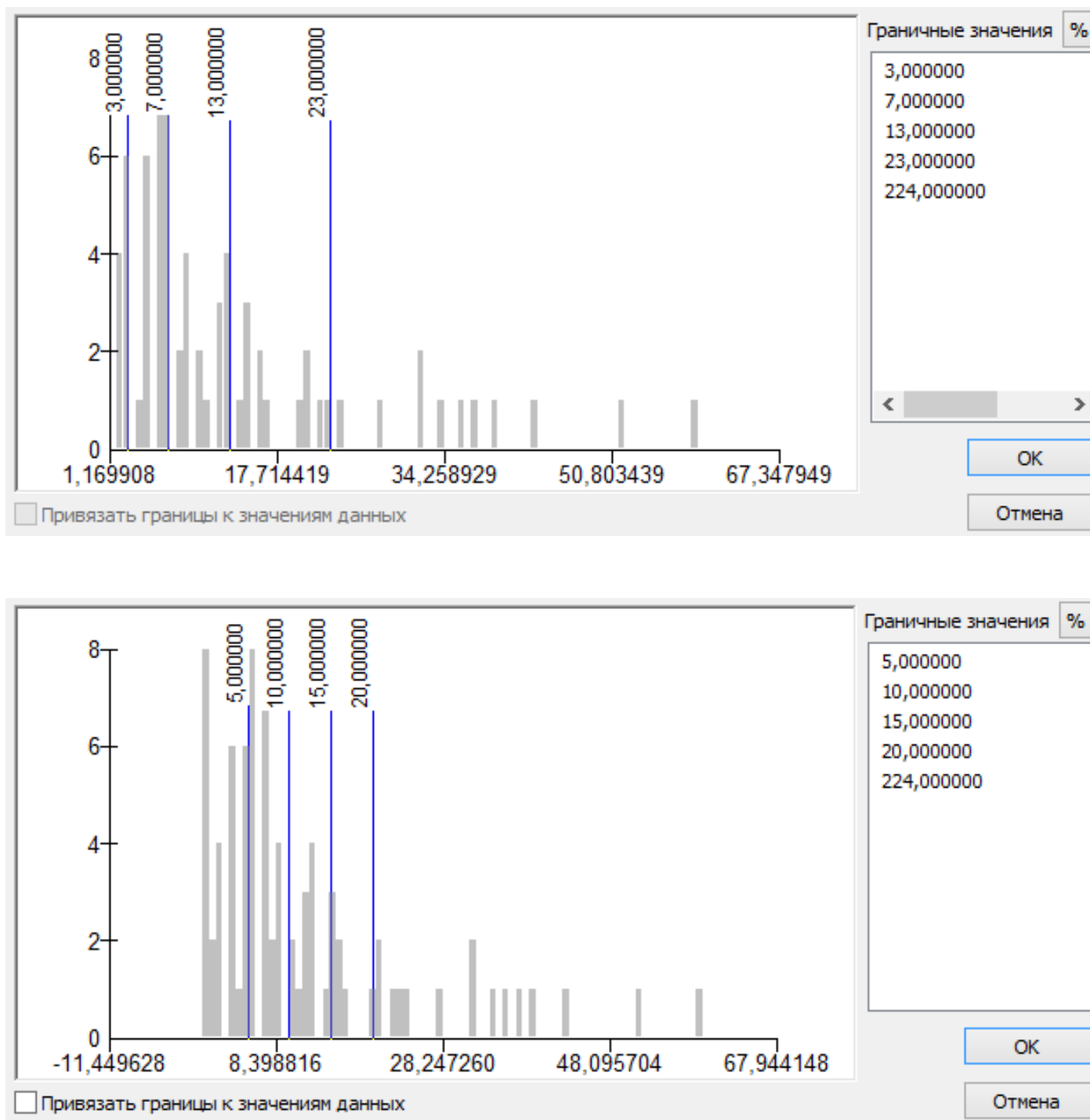


Рисунок 1. Пример подбора градаций шкалы (вверху – границы квантилей, внизу – границы, расставленные вручную)

Сначала программа настраивалась на отображение границ пяти квантилей, которые она вычисляет самостоятельно (рис. 1, вверху). По оси x показаны значения количества объектов инновационной инфраструктуры, а по оси y – количество регионов, которые имеют данное количество объектов. Отметим, что максимальное граничное значение $x=224$ соответствует количеству объектов инновационной инфраструктуры для города Москва. Во всех пяти квантилях расположено одинаковое количество регионов. Потом эти границы вручную сдвигались в большую или меньшую сторону, так чтобы в каждой градации диапазоны значений стали одинаковыми (рис.1).

Это является стандартной процедурой у географов и картографов при создании равномерных шкал и дальнейшем картографировании. В дальнейшем нами будет описана формализованная процедура создания открытой равномерной шкалы, не требующей ручной сдвижки границ.

Картограмма распределения объектов инновационной инфраструктуры по первой базе [2] данных по регионам России в соответствии с кратко выше описанной картографо-аналитической техникой представлена на рисунке 2.

На рисунке 3 представлена аналогичная картограмма для второй базы данных [2] объектов инновационной инфраструктуры (Прил.2), на рисунке 4 – для распределения университетов по регионам России [4] (Прил.2), на рисунках 5-8 – для интегральных показателей инновационной активности, рассчитанных на основе шестнадцати исходных инновационных индикаторов [5] (табл.1) по формулам (1-4) и приведенных в таблицах 1-4 Приложения 3.

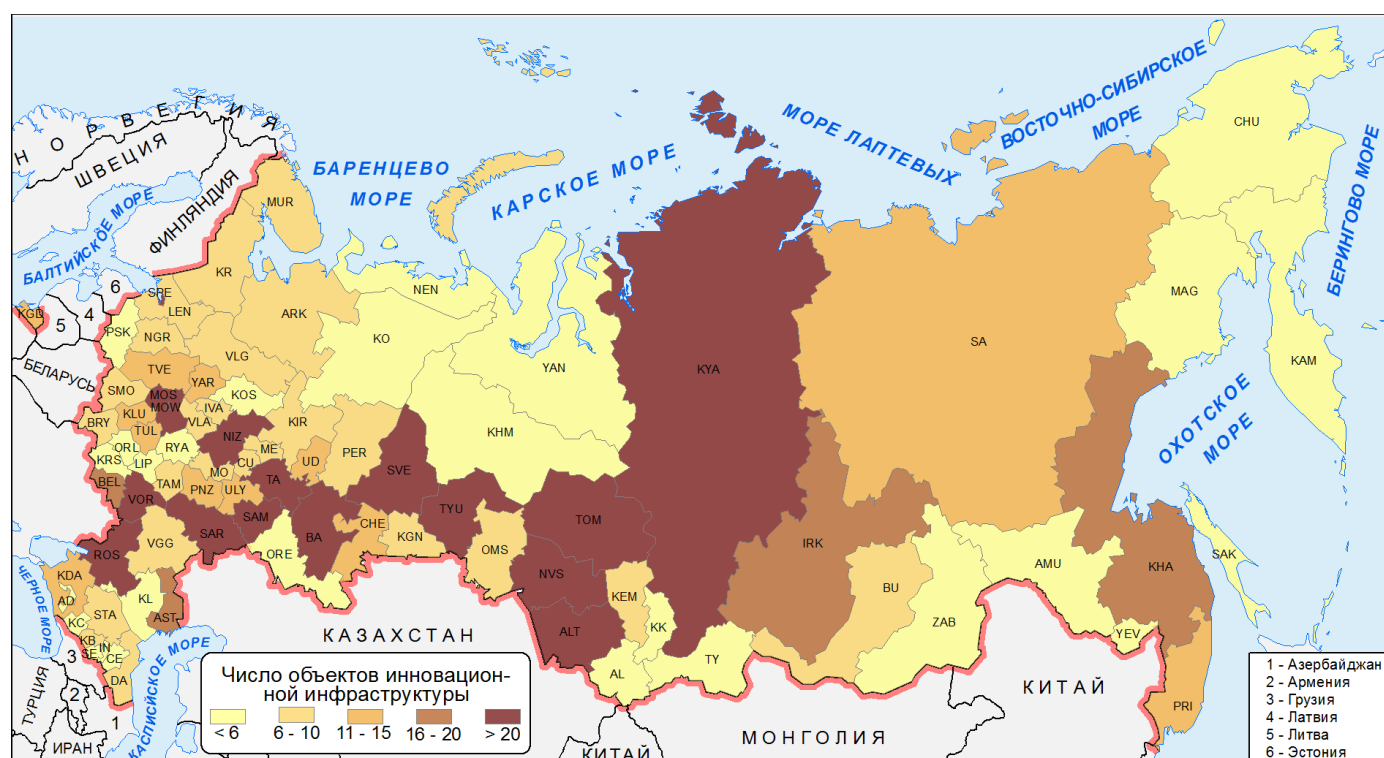


Рисунок 2. Картограмма пространственного распределения объектов инновационной инфраструктуры регионов России по первой базе данных (Прил.2) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)

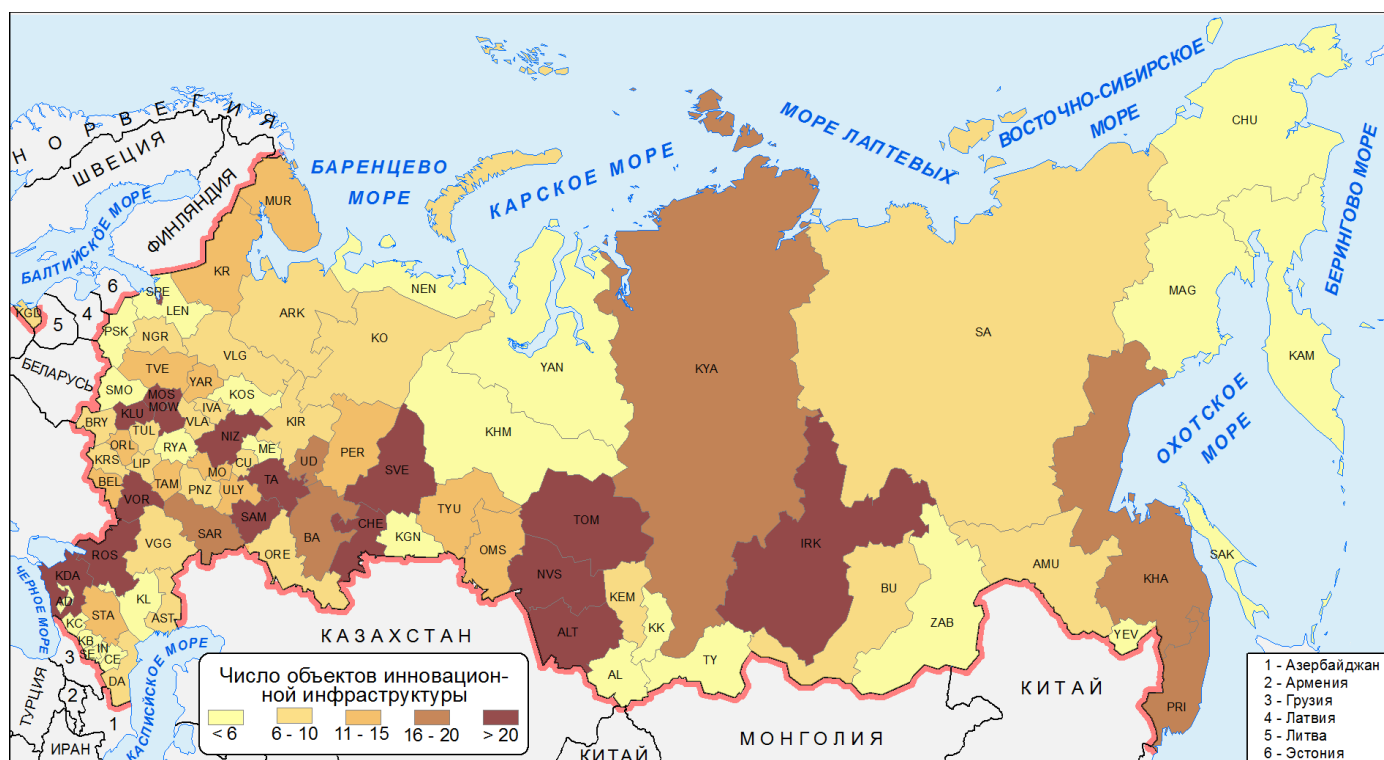


Рисунок 3. Картограмма пространственного распределения объектов инновационной инфраструктуры регионов России по второй базе данных (Прил.2) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)

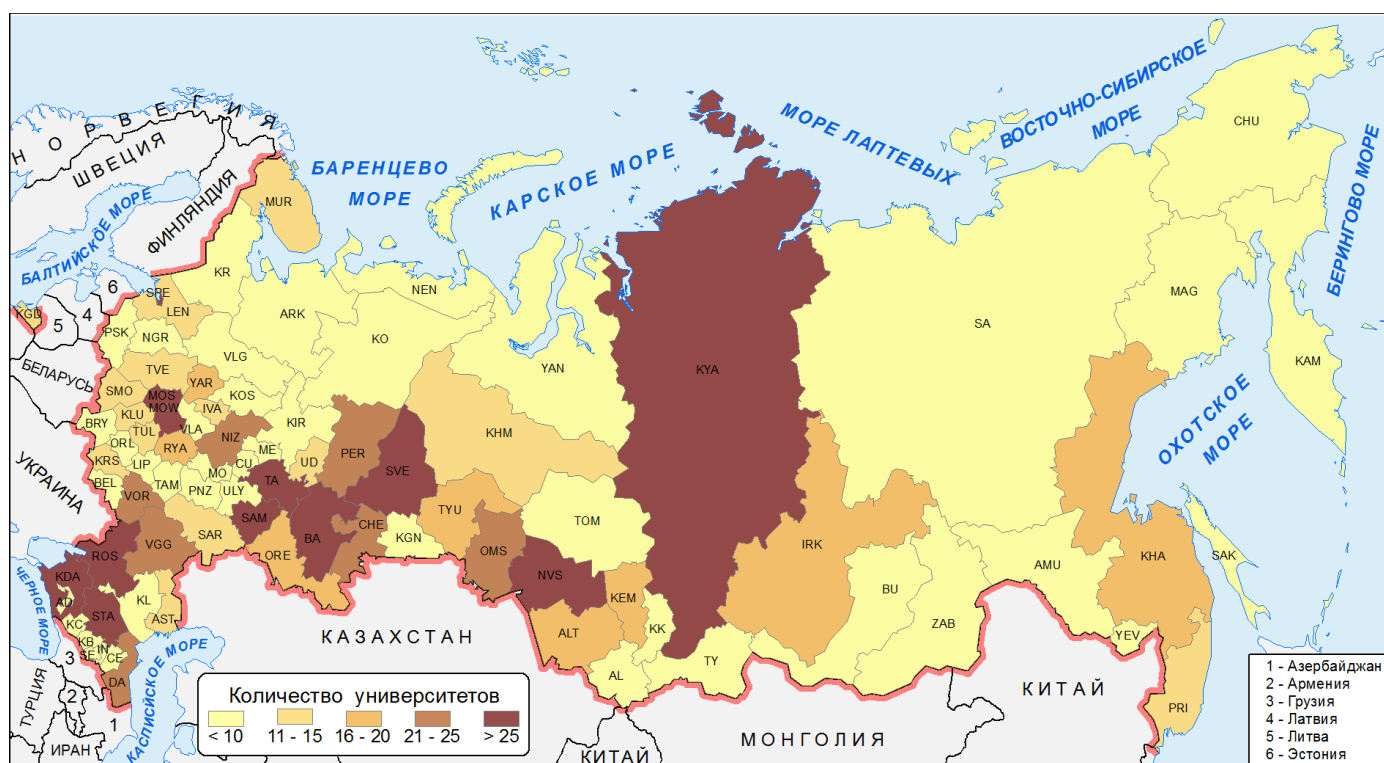


Рисунок 4. Картограмма пространственного распределения университетов по регионам России (Прил.2) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)

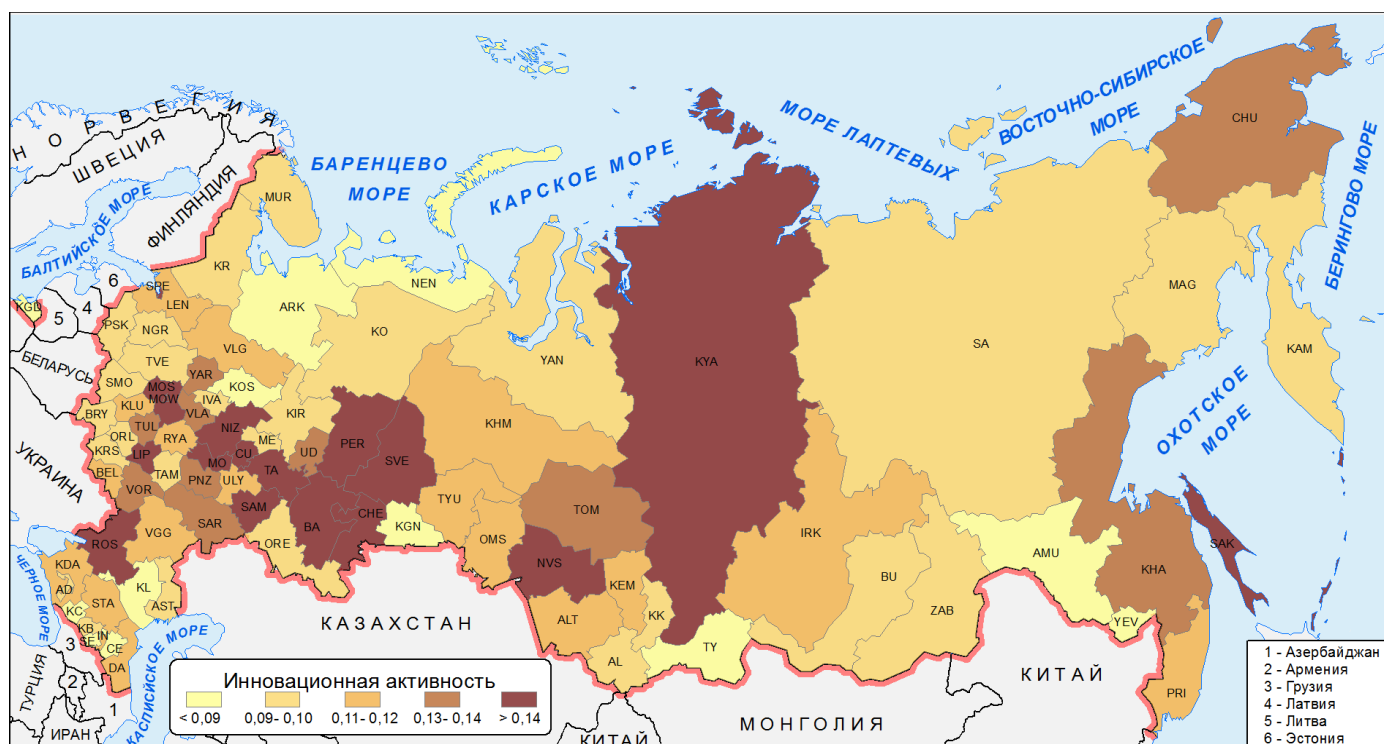


Рисунок 5. Картограмма пространственного распределения инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле 1 для 16 исходных инновационных индикаторов (табл.1, Прил. 3) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)



Рисунок 6. Картограмма пространственного распределения инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле 2 для 16 исходных инновационных индикаторов (табл.2, Прил. 3) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)

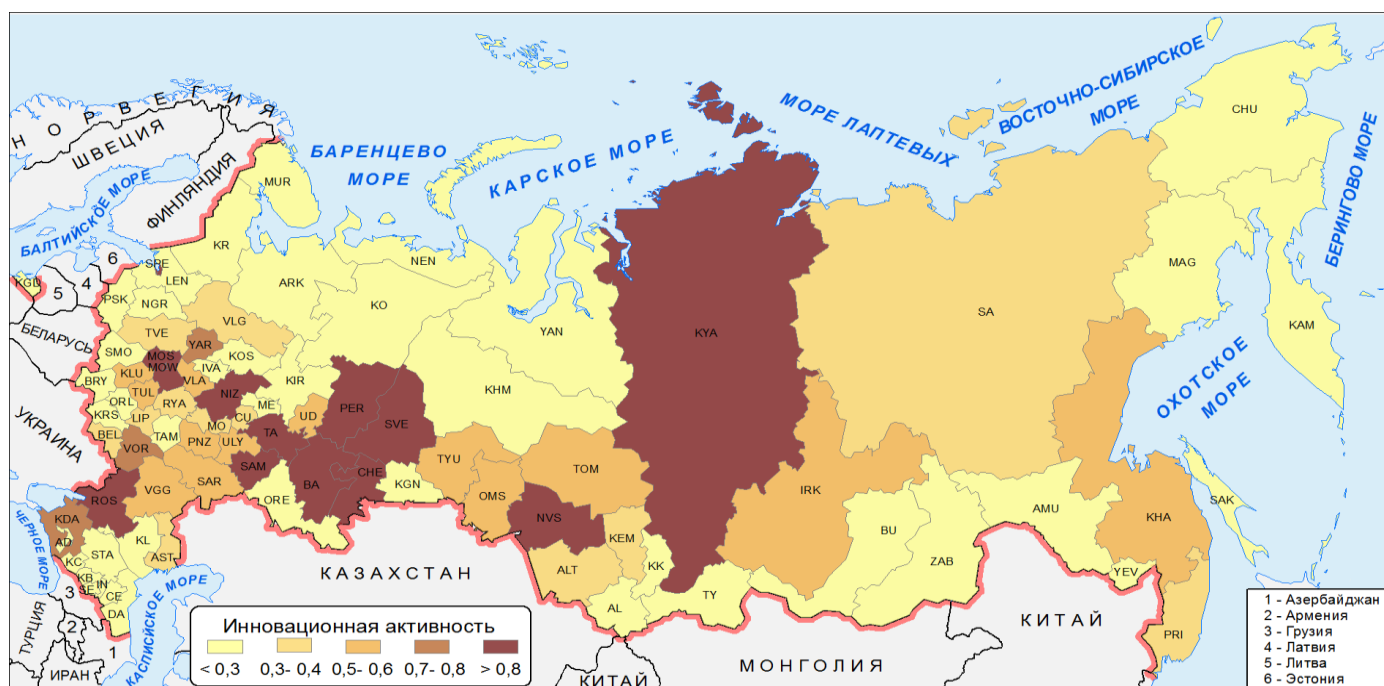


Рисунок 7. Картограмма инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле 3 для 16 исходных инновационных индикаторов (табл. 3, Прил. 3)) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)

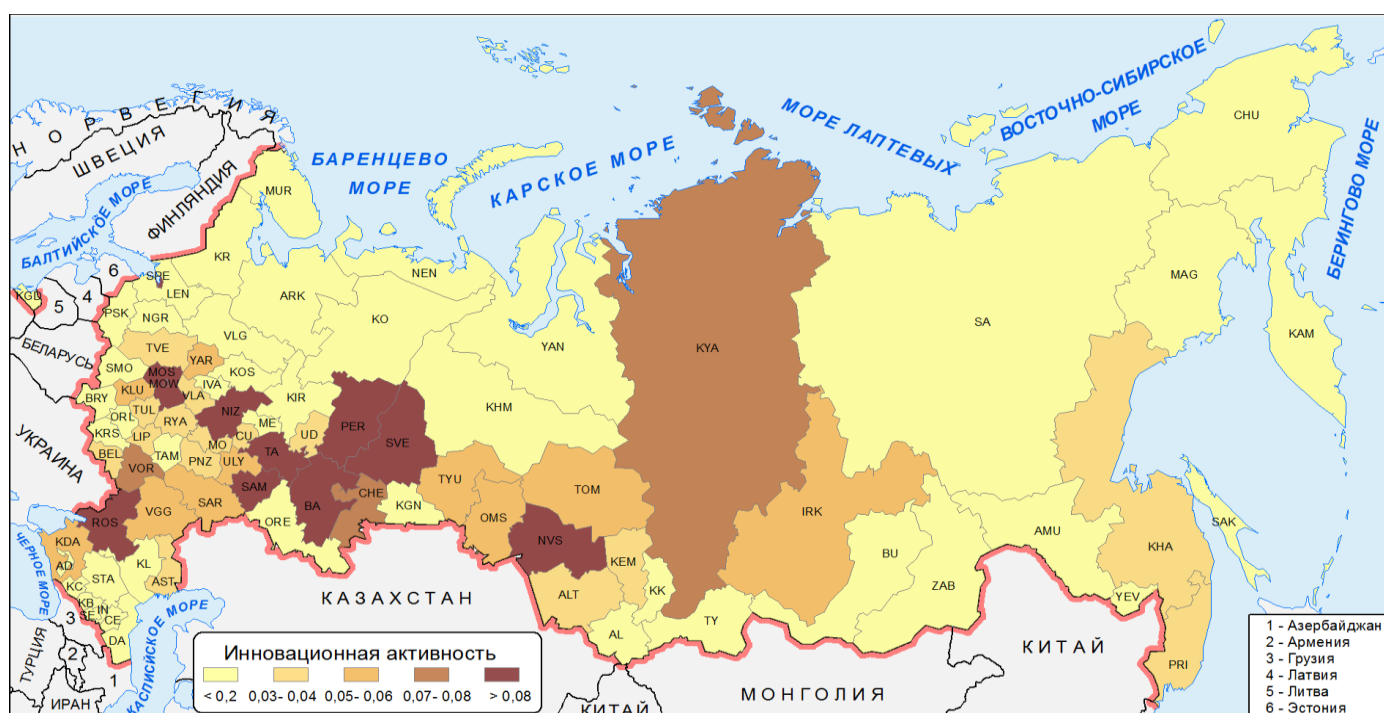


Рисунок 8. Картограмма пространственного распределения инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле 4 для 16 исходных инновационных индикаторов (табл. 4, Прил. 3) и построенная на основе метода открытой равномерной шкалы (2014 г.)

Таблица 1. Система исходных абсолютных и относительных инновационных индикаторов

№	Название индикатора
1	Количество организаций, выполняющих научные исследования и разработки
2	Численность персонала без ученых степеней, занятых НИОКР
3	Численность исследователей, имеющих ученую степень кандидата наук, по субъектам Российской Федерации
4	Численность исследователей, имеющих ученую степень доктора наук, по субъектам Российской Федерации
5	Внутренние затраты на научные исследования и разработки (млн. руб.)
6	Численность аспирантов по субъектам Российской Федерации
7	Численность докторантов по субъектам Российской Федерации
8	Количество патентов, выданных на изобретения
9	Количество патентов, выданных на полезные модели
10	Количество разработанных передовых производственных технологий по субъектам Российской Федерации
11	Количество используемых передовых производственных технологий по субъектам Российской Федерации
12	Удельный вес организаций, использовавших интернет по субъектам Российской Федерации (в процентах % от общего числа обследованных организаций соответствующего субъекта Российской Федерации)
13	Удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций (%)
14	Затраты на технологические инновации организаций (млн. руб.)
15	Объем инновационных товаров, работ, услуг (отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, в том числе инновационных товаров, работ, услуг) (млн. руб.)
16	Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг по субъектам Российской Федерации (%)

$$\frac{1}{16} \left(\frac{I_1^j}{I_{1\text{roc}}^j} + \frac{I_2^j}{I_{2\text{roc}}^j} + \dots + \frac{I_{16}^j}{I_{16\text{roc}}^j} \right) = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^{16} \left(\frac{I_i^j}{I_{i\text{roc}}^j} \right), \quad (1)$$

$$I_{\text{инт}}^j = \frac{1}{16} \left(\frac{I_{1\text{max}}^j}{I_{\text{max}_1}^j} + \frac{I_{2\text{max}}^j}{I_{\text{max}_2}^j} + \dots + \frac{I_{16\text{max}}^j}{I_{\text{max}_{16}}^j} \right), \quad (2)$$

$$I_{\text{инт}}^j = \left(\frac{I_{1\text{roc}}^j}{I_{1\text{roc}}^j} * \frac{I_{2\text{roc}}^j}{I_{2\text{roc}}^j} * \dots * \frac{I_{16\text{roc}}^j}{I_{16\text{roc}}^j} \right)^{1/16}, \quad (3)$$

$$I_{\text{инт}}^j = \left(\frac{I_{1\text{max}}^j}{I_{\text{max}_1}^j} * \frac{I_{2\text{max}}^j}{I_{\text{max}_2}^j} * \dots * \frac{I_{16\text{max}}^j}{I_{\text{max}_{16}}^j} \right)^{1/16}, \quad (4)$$

где I_i^j - значение i -го индикатора для j -го региона, $1 \leq i \leq 16$, $1 \leq j \leq 83$, I_{\min_i} , I_{\max_i} - минимальные и максимальные значения i -го индикатора по всей выборке регионов, $I_{i\text{roc}}$ -

среднее российское значение i -го индикатора. В формулах (1- 4) нормирование значений индикаторов осуществлялось на среднее российские на максимальное значения по выборке регионов.

В целом, распределение регионов по всем рассматриваемым показателям на рисунках 2 – 8 согласованы, об этом также говорит, рассчитанная кросскорреляционная матрица по этим показателям (табл.2).

Таблица 2. Кросскорреляционная матрица для 4 интегральных индикаторов инновационной активности регионов России, их инновационной и университетской инфраструктуры, 2014 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1												
2	0,84	1											
3	0,51	0,74	1										
4	0,58	0,80	0,99	1									
5	0,85	0,89	0,50	0,58	1								
6	0,70	0,85	0,70	0,76	0,74	1							
7	0,70	0,85	0,70	0,76	0,74	1,00	1						
8	0,47	0,74	0,99	0,98	0,49	0,74	0,74	1					
9	0,47	0,74	0,99	0,98	0,49	0,74	0,74	1,00	1				
10	0,55	0,66	0,43	0,49	0,68	0,87	0,87	0,48	0,48	1			
11	0,38	0,64	0,97	0,95	0,38	0,62	0,62	0,97	0,97	0,37	1		
12	0,39	0,66	0,95	0,92	0,39	0,65	0,65	0,95	0,95	0,42	0,95	1	
13	0,38	0,64	0,96	0,92	0,37	0,57	0,57	0,94	0,94	0,33	0,97	0,97	1

Примечание: 1. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.ар.}}(\text{roc})$, 2. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.ар.}}(\text{max})$, 3. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.ар.}}(\text{roc}^{\text{исх.}})$, 4. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.ар.}}(\text{max}^{\text{исх.}})$, 5. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.ар.}}(\text{roc}^6)$, 6. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.геом.}}(\text{roc})$, 7. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.геом.}}(\text{max})$, 8. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.геом.}}(\text{roc}^{\text{исх.}})$, 9. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.геом.}}(\text{max}^{\text{исх.}})$, 10. $I_{\text{инт}2014}^{\text{ср.геом.}}(\text{roc}^6)$, 11. N_{un2015}^1 , 12. N_{in2014}^1 , 13. N_{in2014}^2

При анализе картограмм основное внимание уделяется выявлению пространственных закономерностей, связанных с неоднородным распределением значений анализируемой характеристики на исследуемой территории. Говоря иначе, интерес представляют, в первую очередь, случаи группового распределения, а равномерное или случайное распределение говорит об отсутствии пространственных закономерностей.

Характер пространственного распределения можно оценить на основе визуального анализа картограмм. Однако полученный вывод может быть субъективным. Кроме личных особенностей визуального восприятия исследователя, на выводах могут сказаться использованные градации шкалы и соответствующие им цвета. Поэтому для объективного анализа пространственного распределения необходимо использование количественных критериев. Таким критерием является критерий Морана I , представляющий собой коэффициент пространственной автокорреляции, изменяющийся от -1 до 1. Этот критерий был предложен в 1950 году австралийским статистиком Патриком Мораном [8]. Для критерия Морана I существует статистический тест, которым определяется статистическая значимость отличия фактического значения I от значения $E[I]$, ожидаемого при полностью

случайном пространственном распределении. Нулевой гипотезой в этом тесте является отсутствие таких различий, то есть случайное распределение. При $p < 0,05$ положительные значения I указывают на групповой характер распределения, а отрицательные значения I указывают на равномерный характер распределения.

Для оценки статистической значимости различий между I и $E[I]$, рассчитывается z -критерий. Чтобы определить p -значение, соответствующее полученной величине z -критерия, необходимо воспользоваться статистическими таблицами или специализированным статистическим программным обеспечением. Расчет индекса (критерия) Морана приведен по формулам, приведенным в Приложении 4. Отметим, что коэффициент пространственной автокорреляции, называемый индексом Морана, представляет собой стандартный пирсоновский коэффициент корреляции, в котором учтены пространственные веса объектов.

Анализ пространственной автокорреляции выполнен на основе критерия Морана I , рассчитанного в программе ArcGIS 10.5. При расчете критерия Морана I для определения пространственных весов объектов использован квадрат обратно взвешенного расстояния между центрами регионов. Расстояние измерено как эвклидова дистанция. Чтобы избежать влияния картографических искажений при определении расстояний, расчет производился для данных спроецированных в равнопромежуточную коническую проекцию.

При расчете пространственных весов для каждого объекта в качестве соседей рассматривались объекты в радиусе 2000 км. Объектам за пределами этого радиуса присваивался нулевой пространственный вес. Так как исследуемые объекты имеют разное число соседей, то полученные пространственные веса использованы для расчета в стандартизированном виде. Данный радиус выбран из соображений связанных с тем, что при таком радиусе каждый регион будет иметь, по крайней мере, одного соседа.

Результаты оценки пространственной автокорреляции приведены в (табл.3) Для всех анализируемых показателей значение критерия Морана I статистически значимо больше, чем значение, ожидаемого для полностью случайного пространственного распределения признака. Таким образом, наблюдается положительная пространственная автокорреляция, то есть значения исследуемых характеристик имеют групповое распределение в пространстве. Это совпадает с выводами, получаемыми при визуальном анализе картосхем.

Таблица 3. Характеристики пространственной автокорреляции рассматриваемых инновационных объектов и инновационной активности регионов

Пространственное распределение вузовской и инновационной инфраструктуры, инновационной активности	Критерий Моран I	Ожидаемое значение критерия Морана $E[I]$	z -критерий	p -значение	Характер пространственного распределения
Количество университетов (вузовская инфраструктура)	0.27	-0.01	8.03	<0.00001	групповой
Инновационная инфраструктура по первой базе данных	0.21	-0.01	6.38	<0.00001	групповой
Инновационная инфраструктура по второй базе данных	0.13	-0.01	6.43	<0.00001	групповой

Инновационная активность, рассчитанная по формуле (1)	0.35	-0.01	10.19	<0.00001	групповой
Инновационная активность, рассчитанная по формуле (2)	0.38	-0.01	9.58	<0.00001	групповой
Инновационная активность, рассчитанная по формуле (3)	0.36	-0.01	9.22	<0.00001	групповой
Инновационная активность, рассчитанная по формуле (4)	0,36	-0.01	9,22	<0.00001	групповой

Сравнение значений критерия Морана I для разных характеристик, показывает, что тенденция к групповому распределению среди них выражена в разной степени. Для инновационной активности групповое распределение выражено сильнее, а для количества объектов инновационной инфраструктуры – слабее. Распределение университетов занимает промежуточное положение между ними по интенсивности проявления тенденции к группированию. Наши эксперименты с варьированием радиуса влияния регионов в интервале от 1500 до 5000 км практически не повлияли на расчет критерия Морана I.

Пространственная картографическая кластеризация объектов существенно зависит от способа построения шкал. Ниже рассмотрим три метода их построения.

Рассмотрим в начале создание шкалы на примере инновационной активности регионов России, рассчитанной по второй формуле (2). Будем строить открытую шкалу с равными интервалами, как это делалось ранее (рис.1), но формализованным (автоматическим) способом без ручной сдвижки границ, и при этом будем передавать на карте все разнообразие значений инновационной активности и изменение их в пространстве.

Построение шкалы выполняется в четыре этапа:

- 1) Определение шага шкалы;
- 2) Определение направления отсчета градаций шкалы;
- 3) Определение точки отсчета градаций шкалы;
- 4) Расстановка градаций шкалы.

Определение шага шкалы

Определение шага шкалы начинается с расчета квантилей для картографируемой величины. Число квантилей выбирается равным числу градаций шкалы. В нашем случае это пять градаций. Соответственно рассчитываются квантили для 0%, 20%, 40%, 60%, 80% и 100%. Эти значения приведены в таблице 4.

Таблица 4. Квантили показателя инновационной активности, рассчитанного по второй формуле

	Квантили					
	Q0	Q20	Q40	Q60	Q80	Q100
Значения	0,05600	0,08570	0,09686	0,11308	0,11308	0,91460

В графическом виде границы квантилей показаны вертикальными линиями на гистограмме (рис.9).

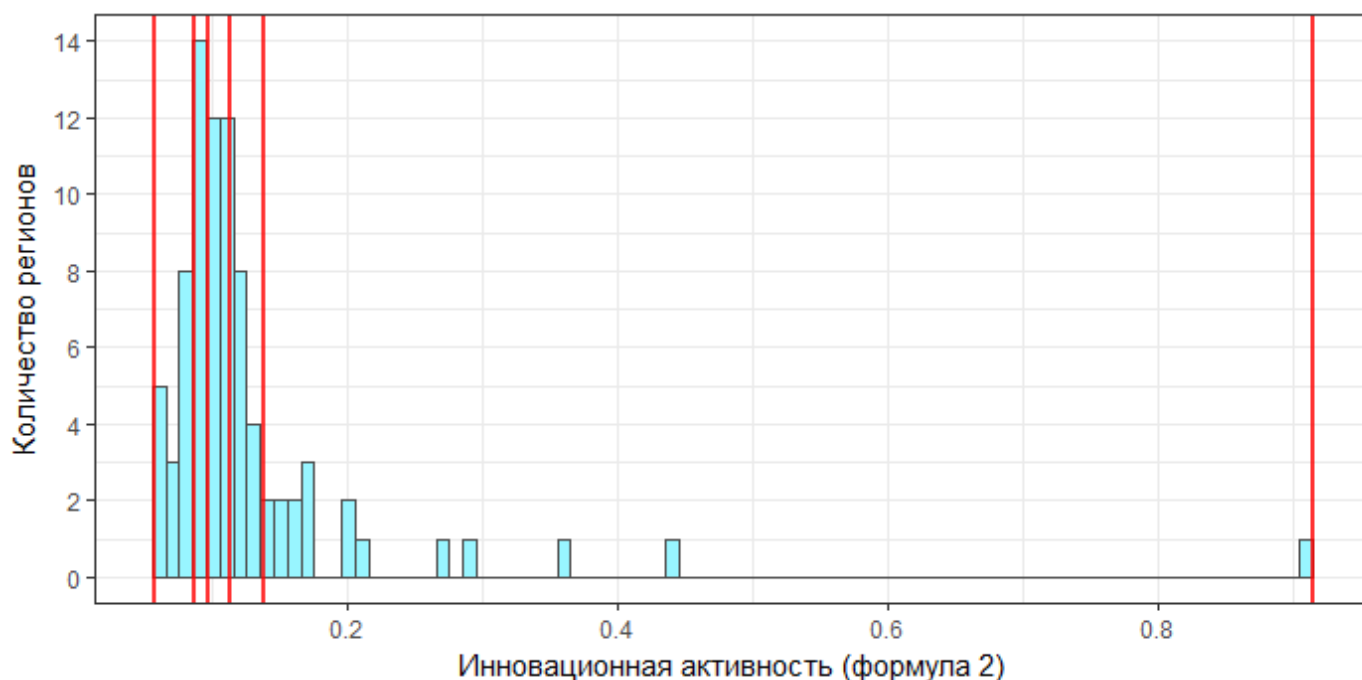


Рисунок 9. Гистограмма значений с границами квантилей (вертикальные красные линии)

Рассчитанные квантили являются основой для создания шкалы. Чтобы сделать эту шкалу равномерной, мы усредняем расстояние между квантилями. Для этого вычисляются разности между квантилями 40% и 20%, 60% и 40%, 80% и 60% (квантили 0% и 100% в расчет не берутся, так как строится шкала открытого типа). Полученные значения показаны в таблице 5.

Таблица 5. Расстояния между соседними квантилями

Вычитаемые квантили	Q40-Q20	Q60-Q40	Q80-Q60
Значение	0,01116	0,01622	0,02512

Расстояния между квантилями (табл.4) усредняются:

$$S = (0,01116+0,01622+0,02512)/3=0,0175\approx 0,02$$

Полученное среднее значение (S) округляется до первого знака после запятой, который не равен 0. В нашем случае необходимо округлить до сотых. В итоге мы имеем шаг шкалы равный 0,02.

Определение направления отсчета градаций шкалы

Направление отсчета выбирается в зависимости от асимметрии распределения картографируемой характеристики. Необходимо рассчитать коэффициент асимметрии. Положительные значения указывают, что распределение скошено влево, то есть в сторону меньших значений. В этом случае градации шкалы необходимо откладывать в возрастающем порядке (слева направо). Отрицательный коэффициент асимметрии указывает, что распределение смещено вправо, в сторону высоких значений. В этом случае градации шкалы необходимо откладывать в убывающем порядке (справа налево).

В нашем случае коэффициент асимметрии равен 5,31, так как он положителен, то распределение смещено влево. Соответственно градации надо откладывать в возрастающем порядке.

Определение точки отсчета градаций шкалы

Начальная точка для откладывания градаций – ближайшее значение выбранного квантиля (верхняя граница первого или нижняя граница пятого), которое кратно шагу шкалы. В нашем случае градации откладываются в возрастающем порядке, и точка отсчета находится вблизи 20% квантиля.

Чтобы найти точку отсчета сначала надо построить последовательность чисел, возрастающую на шаг шкалы, от минимального до максимального значения (в нашем случае от 0 до 1). Затем из каждого значения этой последовательности вычитается 20%-ый квантиль. Минимальное абсолютное значение разницы указывает на начало отсчета. В нашем случае минимальная разница получается при значении точки отсчета равной 0,08 (табл. 6).

Таблица 6. Результаты расчетов для определения точки отсчета градаций шкалы (фрагмент)

№ п/п	Ряд, содержащий точку отсчета	Абсолютная разница с 20%-ым квантилем
1	0,00	0,0857
2	0,02	0,0657
3	0,04	0,0457
4	0,06	0,0257
5	0,08	0,0057
6	0,10	0,0143
7	0,12	0,0343
8	0,14	0,0543
9	0,16	0,0743
10	0,17	0,0943
11	0,18	0,1143

Расстановка градаций шкалы

Определив первую точку, расставляем границы градаций шкалы следующим образом: 0,08 - 0,10 - 0,12 - 0,14. В итоге имеем следующие градации (приводятся с округлением до сотых):

1 –ая градация – от минимального значения до точки отсчета (до 0,08 включительно)

2 – ая градация – от 0,09 до 0,10

3 – ая градация – от 0,11 до 0,12

4 – ая градация – от 0,13 до 0,14

5 – ая градация – 0,15 и более высокие значения.

Визуально получившаяся шкала показана на рисунке 10.

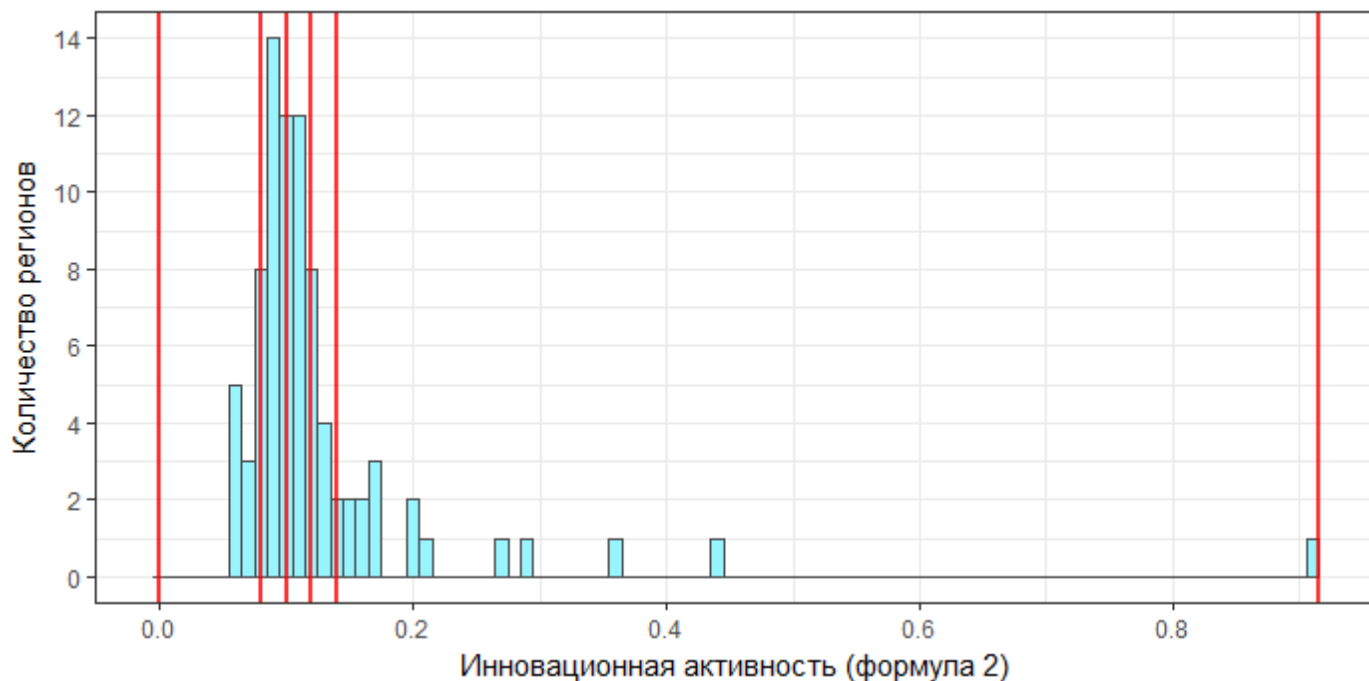


Рисунок 10. Гистограмма значений с градациями шкалы (вертикальные красные линии)

На основе этой шкалы проделано картографирование регионов России по инновационной активности, рассчитанной по формуле (2) (рис. 5).

В качестве второго, самого простого метода, будем рассматривать метод построения закрытой равномерной шкалы (табл. 7).

Таблица 7. Закрытая классификационная шкала уровней инновационной активности регионов, рассчитанных по формулам (2, 4)

Диапазон значений индикатора	Уровень инновационной активности регионов
$0 \leq I < 0,2$	Очень низкий
$0,2 \leq I < 0,4$	Низкий
$0,4 \leq I < 0,6$	Средний
$0,6 \leq I < 0,8$	Высокий
$0,8 \leq I \leq 1$	Очень высокий

Для нее с помощью программы ArcGIS получим следующую картосхему распределения регионов России по инновационной активности (рис.11).



Рисунок 11. Картосхема пространственного распределения инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле (2) для 16 исходных инновационных индикаторов (табл.1) и построенная на основе метода закрытой равномерной шкалы (2014 г.)

В качестве третьего метода построения шкал, будем рассматривать метод естественных границ, который автоматически встроен в ArcGIS. В справке ArcGIS об этом методе написано следующее: "В методе естественных границ классы основаны на естественном группировании данных. Границы классов определяются таким образом, чтобы сгруппировать схожие значения и максимально увеличить различия между классами. Объекты делятся на классы, границы которых устанавливаются там, где встречаются относительно большие различия между значениями данных. Классификация методом естественных границ индивидуальна для конкретных данных и не подходит для сравнения нескольких карт, построенных на различной исходной информации". Картографирование этих же показателей с помощью этого метода показано на картосхеме (рис.12).



Рисунок 12 . Картограмма пространственного распределения инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле 2 для 16 исходных инновационных индикаторов (табл.2) и построенная на основе метода естественных границ (2014 г.)

Как видим из этих трех картограмм, три метода построения шкал дают совершенно разные их градации и результаты картографирования, а следовательно и кластеризации.

В первом методе (открытая равномерная шкала, построенная на основе расчета квантилей), в последние две градации (интегральный показатель инновационной активности выше 0,22) попадают достаточно много регионов (22 региона), поэтому картограмма имеет много темных пятен.

Во втором методе (закрытая равномерная шкала), в последние две градации попадают только два субъекта Российской Федерации (города Москва и Санкт Петербург), у которых интегральный показатель инновационной активности выше 0,6, и поэтому картограмма имеет очень бледную окраску.

В третьем методе естественных границ, в последние две градации (интегральный показатель инновационной активности выше 0,22) попадают уже пять регионов и на картограмме появляются более темные пятна в сравнении с предыдущей картограммой.

Таким образом, нами проделано картографирование распределения регионов по градациям трех вышерассмотренных методов (рис.5, 11, 12). Такое распределение можно назвать картографической кластеризацией регионов по их инновационной активности, полученной с помощью трех методов построения шкал для расчетных значений интегрального показателя инновационной активности (формула (2)).

Как видим, картографическая кластеризация, полученная на основе открытой равномерной шкалы является наиболее равномерной, а картографическая кластеризация полученная на основе закрытой равномерной шкалы – сильно поляризованной. Метод естественных границ приводит к промежуточной кластеризации в контексте количественного распределения регионов по кластерам, при этом первые два наименее инновационных кластера, полученные с помощью открытой равномерной шкалы, составили один кластер, полученный методом естественных границ. То же самое имело место для кластеров 3 и 4 (табл.8, рис. 5), составившие один кластер 2, полученный методом естественных границ (табл.10,рис. 12).

Таблица 8. Кластеризация инновационной активности регионов России, полученной с помощью, открытой равномерной шкалы, 2014 г. (рис.5).

Кластер 1
Республика Тува, Карачаево-Черкесская республика, Чеченская республика, Ненецкий автономный округ, Республика Калмыкия, Еврейская автономная область, Калининградская область, Курганская область, Республика Северная Осетия, Амурская область, Костромская область, Архангельская область
Кластер 2
Кабардино-Балкарская республика, Забайкальский край, Бурятская республика, Республика Хакасия, Республика Саха (Якутия), Республика Карелия, Ивановская область Псковская область, Смоленская область, Брянская область, Республика Коми, Камчатский край, Орловская область, Республика Адыгея, Республика Марий-Эл, Кировская область, Магаданская область, Республика Алтай, Тамбовская область, Мурманская область, Новгородская область, Ямало-Ненецкий АО, Оренбургская область, Тверская область, Курская область, Астраханская область
Кластер 3
Приморский край, Республика Дагестан, Ханты-Мансийский АО, Кемеровская область, Рязанская область, Ингушская республика, Ленинградская область, Ульяновская область Волгоградская область, Белгородская область, Алтайский край, Вологодская область, Ставропольский край, Иркутская область, Калужская область, Тюменская область, Краснодарский край, Омская область
Кластер 4
Тульская область, Чукотский автономный округ, Томская область, Хабаровский край, Владимирская область, Саратовская область, Пензенская область, Удмуртская республика, Воронежская область, Ярославская область
Кластер 5
Липецкая область, Чувашская республика, Мордовская республика, Красноярский край Новосибирская область, Ростовская область, Пермский край, Челябинская область, Республика Башкирия, Сахалинская область, Самарская область, Свердловская область Нижегородская область, Республика Татарстан, Московская область, Город Санкт-Петербург, Город Москва

Таблица 9. Кластеризация инновационной активности регионов России, полученной с помощью закрытой равномерной шкалы, 2014 г. (рис.11).

Кластер 1
Республика Тува, Карачаево-Черкесская республика, Чеченская республика, Ненецкий автономный округ, Республика Калмыкия, Еврейская автономная область, Калининградская область, Курганская область, Республика Северная Осетия, Амурская область, Костромская область, Архангельская область, Кабардино-Балкарская республика, Забайкальский край, Бурятская республика, Республика Хакасия, Республика Саха (Якутия), Республика Карелия, Ивановская область, Псковская область, Смоленская область, Брянская область, Республика Коми, Камчатский край, Орловская область, Республика Адыгея, Республика

Марий-Эл, Кировская область, Магаданская область, Республика Алтай, Тамбовская область, Мурманская область, Новгородская область, Ямало-Ненецкий АО, Оренбургская область, Тверская область, Курская область, Астраханская область, Приморский край, Республика Дагестан, Ханты-Мансийский АО, Кемеровская область, Рязанская область, Ингушская республика, Ленинградская область, Ульяновская область, Волгоградская область, Белгородская область, Алтайский край, Вологодская область, Ставропольский край, Иркутская область, Калужская область, Тюменская область, Краснодарский край, Омская область, Тульская область, Чукотский автономный округ, Томская область, Хабаровский край, Владимирская область, Саратовская область, Пензенская область, Удмуртская республика, Воронежская область, Ярославская область, Липецкая область, Чувашская республика, Мордовская республика, Красноярский край, Новосибирская область, Ростовская область, Пермский край, Челябинская область, Республика Башкирия
Кластер 2
Сахалинская область, Самарская область, Свердловская область, Нижегородская область Республика Татарстан, Московская область
Кластер 3
Город Санкт-Петербург
Кластер 4
Город Москва

Таблица 10. Кластеризация инновационной активности регионов России, полученной с помощью метода естественных границ, 2014 г. (рис.12).

Кластер 1
Республика Тува, Карачаево-Черкесская республика, Чеченская республика, Ненецкий автономный округ, Республика Калмыкия, Еврейская автономная область, Калининградская область, Курганская область, Республика Северная Осетия, Амурская область, Костромская область, Архангельская область, Кабардино-Балкарская республика Забайкальский край, Бурятская республика, Республика Хакасия, Республика Саха (Якутия), Республика Карелия, Ивановская область, Псковская область, Смоленская область, Брянская область, Республика Коми, Камчатский край, Орловская область, Республика Адыгея, Республика Марий-Эл, Кировская область, Магаданская область, Республика Алтай, Тамбовская область, Мурманская область, Новгородская область Ямало-Ненецкий АО, Оренбургская область, Тверская область, Курская область, Астраханская область
Кластер 2
Приморский край, Республика Дагестан, Ханты-Мансийский АО, Кемеровская область, Рязанская область, Ингушская республика, Ленинградская область, Ульяновская область Волгоградская область, Белгородская область, Алтайский край, Вологодская область, Ставропольский край, Иркутская область, Калужская область, Тюменская область

Краснодарский край, Омская область, Тульская область, Чукотский автономный округ, Томская область, Хабаровский край, Владимирская область, Саратовская область, Пензенская область, Удмуртская республика, Воронежская область, Ярославская область
Кластер 3
Липецкая область, Чувашская республика, Мордовская республика, Красноярский край, Новосибирская область, Ростовская область, Пермский край, Челябинская область, Республика Башкирия, Сахалинская область, Самарская область, Свердловская область
Кластер 4
Нижегородская область, Республика Татарстан, Московская область, Город Санкт-Петербург
Кластер 5
Город Москва

Заключение

Всеохватывающий поиск научной литературы с помощью Google Scholar показал, что термин “картографическая кластеризация” использован только в одной работе профессора Б.Г.Миркина. Предполагается, что картографические данные, привязанные к узлам двумерной целочисленной решетки, можно кластеризовать стандартными методами многомерного кластерного анализа. Нами картографические кластеры рассматриваются в более простом одномерном случае, а именно в аспекте построения шкал для какого-либо интегрального показателя. Очевидно, что при картографировании распределения каких-либо объектов по определённому показателю различные методы построения шкал приводят к различным группировкам этих объектов. Такая кластеризация для объектов инновационной инфраструктуры и интегральных показателей инновационной активности, полученная на основе открытой равномерной шкалы, является наиболее равномерной, а кластеризация, полученная на основе закрытой равномерной шкалы – сильно поляризованной. Картографическая кластеризация, полученная на основе метода естественных границ даёт промежуточный результат. На наш взгляд, этот вывод является достаточно универсальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миркин Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор. Препринт WP7/2011/03. Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”. – М.: Изд.дом НИУ “ВШЭ”, 2011. – 88 с.
2. Московкин В.М, Сизьунго Муненге. Динамика объектов российской региональной инновационной инфраструктуры // Научный результат. Сер. Экономические исследования. - 2015. - №3(5). -С. 64-85.
3. Сизьунго Муненге. Анализ динамики российской региональной инновационной инфраструктуры // Конкурентоспособность экономики в эпоху глобализации: российский и международный опыт: сборник научных трудов, подготовленных на основе материалов IV междунар. науч.-практ. конф. (Белгород, 26 сентября 2015 г.) / под науч. ред. д-ра пед. наук, проф. Е.Н.- Белгород: ИД «Белгород», НИУ «БелГУ». 2015. - С.87-90.
4. Vladimir M.Moskovkin, Sizoongo Munenge, Vadim V.Mishunin, Stanislav I.Sivakov, Oksana P. Ovchinnikova. Analysis of regression relationship between the number of organisations of the Russian regional innovation infrastructure and the university infrastructure and the gross regional product // International Business Management. - 2016. - Vol. 10, №1. - P. 6114-6124.

5. Сизьюнго Муненге. Построение различных вариантов Российского регионального инновационного табло // Современные проблемы социально-экономических систем в условиях глобализации: сборник научных трудов X Международной научно-практической конференции, посвящённой празднованию 140-летия НИУ «БелГУ» (Белгород, 1 марта 2017 г.) / под науч. ред. Е.Н. Камышанченко, Ю.Л. Растопчиной. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2017 – 408 с.

6. <http://gis-lab.info/qa/rusbounds-rosreestr.html>

7. <http://www.naturalearthdata.com/>

8. Moran P.A., 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*. – 1950. – Vol. 37, № 1/2. – P.17-23.

REFERENCES

1. Mirkin B.G. Metody klaster-analiza dlya podderzhki prinyatiya reshenij: obzor. Preprint WP7/2011/03. Natsional'nyj issledovatel'skij universitet "Vysshaya shkola ekonomiki". – M.: Izd.dom NIU "VShE", 2011. – 88 s (In Russian).

2. Moskovkin V.M, Sizioongo Munenge. Dinamika ob'ektov rossijskoj regional'noj innovatsionnoj infrastruktury // Nauchnyj rezul'tat. Ser. Ekonomicheskie issledovaniya. – 2015. – №3(5). – S. 64-85 (In Russian).

3. Sizioongo Munenge. Analiz dinamiki rossijskoj regional'noj innovatsionnoj infrastruktury // Konkurentosposobnost' ekonomiki v epohu globalizacii: rossijskij i mezhdunarodnyj opyt: sbornik nauchnyh trudov, podgotovlennyh na osnove materialov IV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Belgorod, 26 sentyabrya 2015 g.) / pod nauch. red. d-ra ped. nauk, prof. E.N.- Belgorod: ID «Belgorod», NIU «BelGU». 2015. – S.87-90 (In Russian).

4. Vladimir M. Moskovkin, Sizioongo Munenge, Vadim V.Mishunin, Stanislav I.Sivakov, Oksana P. Ovchinnikova. Analysis of regression relationship between the number of organisations of the Russian regional innovation infrastructure and the university infrastructure and the gross regional product // *International Business Management*. – 2016. – Vol. 10, №.1. – P. 6114-6124.

5. Sizioongo Munenge. Postroenie razlichnyh variantov Rossijskogo regional'nogo innovatsionnogo tablo // Sovremennye problemy social'no-ekonomicheskikh sistem v usloviyah globalizacii: sbornik nauchnyh trudov X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchyonnoj prazdnovaniyu 140-letiya NIU «BelGU» (Belgorod, 1 marta 2017 g.) / pod nauch. red. E.N. Kamyshanchenko, Yu.L. Rastopchinoj. – Belgorod: ID «Belgorod» NIU «BelGU», 2017 – 408 s (In Russian).

6. <http://gis-lab.info/qa/rusbounds-rosreestr.html>

7. <http://www.naturalearthdata.com/>

8. Moran P.A., 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*. – 1950. – Vol. 37, № 1/2. – P.17-23.

Приложение 1

Коды регионов

Регион	ISO 3166-2	Регион	ISO 3166-2
Алтайский край	ALT	Республика Башкортостан	BA
Амурская область	AMU	Республика Бурятия	BU
Архангельская область	ARK	Республика Дагестан	DA
Астраханская область	AST	Республика Ингушетия	IN
Белгородская область	BEL	Республика Кабардино-Балкария	KB
Брянская область	BRY	Республика Калмыкия	KL
Владимирская область	VLA	Республика Карачаево-Черкессия	KC
Волгоградская область	VGG	Республика Карелия	KR
Вологодская область	VLG	Республика Коми	KO
Воронежская область	VOR	Республика Крым	CR
Еврейская автономная область	YEV	Республика Марий Эл	ME
Забайкальский край	ZAB	Республика Мордовия	MO
Ивановская область	IVA	Республика Саха	SA
Иркутская область	IRK	Республика Северная Осетия-Алания	SE
Калининградская область	KGD	Республика Татарстан	TA
Калужская область	KLU	Республика Тыва	TY
Камчатский край	KAM	Республика Удмуртия	UD
Кемеровская область	KEM	Республика Хакасия	KK
Кировская область	KIR	Республика Чечня	CE
Костромская область	KOS	Республика Чувашия	CU
Краснодарский край	KDA	Ростовская область	ROS
Красноярский край	KYA	Рязанская область	RYA
Курганская область	KGN	Самарская область	SAM
Курская область	KRS	Санкт-Петербург	SPE
Ленинградская область	LEN	Саратовская область	SAR
Липецкая область	LIP	Сахалинская область	SAK
Магаданская область	MAG	Свердловская область	SVE
Москва	MOW	Севастополь	SEV
Московская область	MOS	Смоленская область	SMO
Мурманская область	MUR	Ставропольский край	STA
Ненецкий автономный округ	NEN	Тамбовская область	TAM
Нижегородская область	NIZ	Тверская область	TVE
Новгородская область	NGR	Томская область	TOM
Новосибирская область	NVS	Тульская область	TUL
Омская область	OMS	Тюменская область	TYU
Оренбургская область	ORE	Ульяновская область	ULY
Орловская область	ORL	Хабаровский край	KHA
Пензенская область	PNZ	Ханты-Мансийский автономный округ	KHM
Пермский край	PER	Челябинская область	CHE
Приморский край	PRI	Чукотский автономный округ	CHU
Псковская область	PSK	Ямало-Ненецкий автономный округ	YAN
Республика Адыгея	AD	Ярославская область	YAR
Республика Алтай	AL		
Республика Башкортостан	BA		

Приложение 2

Распределение университетов (2015 г.) и организаций инновационной инфраструктуры регионов РФ по первой и второй базе данных (2014 г.)

№№ п/п	Регионы РФ	N_{un}	N_{in}^1	N_{in}^2	№№ ц/п	Регионы РФ	N_{un}	N_{in}^1	N_{in}^2
1	Москва	309	224	429	42	Белгородская область	10	17	14
2	Санкт-Петербург	110	52	83	43	Кировская область	10	6	8
3	Московская область	67	43	49	44	Республика Северная Осетия - Алания	10	3	2
4	Ростовская область	46	37	25	45	Брянская область	9	9	9
5	Краснодарский край	43	12	22	46	Республика Коми	9	4	10
6	Свердловская область	40	39	38	47	Томская область	9	32	43
7	Самарская область	36	22	25	48	Вологодская область	8	6	7
8	Республика Татарстан(Татарстан)	34	36	40	49	Липецкая область	8	3	6
9	Республика Башкортостан	30	28	19	50	Пензенская область	8	13	7
10	Новосибирская область	28	59	41	51	Псковская область	8	3	4
11	Ставропольский край	27	6	13	52	Чувашская Республика - Чувашия	8	8	10
12	Красноярский край	27	24	20	53	Владимирская область	7	7	6
13	Челябинская область	25	15	27	54	Орловская область	7	3	11
14	Волгоградская область	24	9	10	55	Республика Бурятия	7	7	8
15	Воронежская область	24	34	27	56	Республика Саха (Якутия)	7	13	9
16	Омская область	24	7	12	57	Тамбовская область	7	10	12
17	Республика Дагестан	24	7	8	58	Курганская область	6	6	5
18	Нижегородская область	23	32	40	59	Амурская область	5	5	7
19	Пермская область	23	6	13	60	Архангельская область	5	9	8
20	Иркутская область	20	16	22	61	Забайкальский край	5	5	5
21	Оренбургская область	20	5	6	62	Камчатский край	5	2	2
22	Кемеровская область	19	7	8	63	Республика Мордовия	5	6	11
23	Алтайский край	18	21	21	64	Ульяновская область	5	13	14
24	Ярославская область	18	14	12	65	Республика Карелия	4	7	13

25	Рязанская область	17	5	5	66	Кабардино-Балкарская Республика	3	10	2
26	Хабаровский край	17	20	17	67	Костромская область	3	2	3
27	Тюменская область	16	21	13	68	Новгородская область	3	8	6
28	Саратовская область	15	23	17	69	Республика Марий Эл	3	6	5
29	Смоленская область	15	7	3	70	Республика Хакасия	3	0	3
30	Ленинградская область	13	7	4	71	Чеченская Республика	3	3	1
31	Астраханская область	12	16	10	72	Карачаево-Черкесская Республика	2	3	1
32	Ивановская область	12	6	9	73	Республика Адыгея (Адыгея)	2	1	2
33	Мурманская область	12	9	12	74	Республика Калмыкия	2	1	2
34	Удмуртская Республика	12	12	17	75	Республика Тыва (Тува)	2	2	4
35	Ханты-Мансийский АО – Югра	12	5	4	76	Сахалинская область	2	2	3
36	Калининградская область	11	11	10	77	Еврейская автономная область	1	0	2
37	Калужская область	11	12	25	78	Магаданская область	1	0	2
38	Курская область	11	5	7	79	Республика Ингушетия	1	0	1
39	Приморский край	11	15	19	80	Ямало-Ненецкий Автономный Округ	1	0	3
40	Тверская область	11	13	12	81	Ненецкий автономный округ	0	0	0
41	Тульская область	11	15	10	82	Чукотский автономный округ	0	0	0
						Итого	1482	1192	1475

Приложение 3

Динамика интегральных показателей инновационной активности регионов России, рассчитанная по формулам (1-4) для 16-ти исходных индикаторов

Таблица 1. Динамика интегральных показателей инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле (1)

№	Область /индикатор	$I_{инт2005}^j$	$I_{инт2006}^j$	$I_{инт2007}^j$	$I_{инт2008}^j$	$I_{инт2009}^j$	$I_{инт2010}^j$	$I_{инт2011}^j$	$I_{инт2012}^j$	$I_{инт2013}^j$	$I_{инт2014}^j$
1	Белгородская область	0.5654	0.5586	0.6768	0.8009	0.5928	0.5782	0.5710	0.5614	0.5261	0.5327
2	Брянская область	0.5143	0.4319	0.4716	0.4936	0.5644	0.3763	0.4129	0.4458	0.3282	0.3639

3	Владимирская область	0.6893	0.7738	0.7400	0.6868	0.5993	0.5221	0.6385	0.6628	0.6164	0.6281
4	Воронежская область	1.2435	1.1221	1.2773	1.2528	1.0760	1.1368	1.1153	1.0156	1.2052	1.0253
5	Ивановская область	0.3687	0.3503	0.5239	0.7089	0.5572	0.5046	0.4961	0.5022	0.5625	0.4100
6	Калужская область	0.7884	0.8223	0.8864	0.8534	0.8535	0.8885	0.8190	0.8164	0.9135	0.6839
7	Костромская область	0.3402	0.2775	0.2560	0.2806	0.2673	0.2840	0.2544	0.2391	0.2181	0.2400
8	Курская область	0.4455	0.4937	0.4828	0.4225	0.3933	0.3991	0.4745	0.4740	0.4828	0.4698
9	Липецкая область	0.4003	0.3446	0.3943	0.4316	0.9411	0.8462	0.6884	0.5517	0.5955	0.6449
10	Московская область	4.8081	4.7147	4.8427	4.7826	4.6852	4.6810	4.6750	4.5331	4.9386	4.5632
11	Орловская область	0.6361	0.5651	0.5304	0.5955	0.5238	0.6170	0.5577	0.4622	0.4302	0.3969
12	Рязанская область	0.4448	0.4262	0.4419	0.4727	0.4369	0.4121	0.4088	0.4334	0.4198	0.4356
13	Смоленская область	0.2374	0.2477	0.2862	0.2981	0.3241	0.2774	0.2528	0.2568	0.2628	0.3191
14	Тамбовская область	0.4148	0.4526	0.5409	0.5475	0.5069	0.4151	0.4317	0.4301	0.3911	0.4194
15	Тверская область	0.5799	0.6387	0.5186	0.6701	0.6992	0.6306	0.5937	0.5773	0.5862	0.4791
16	Тульская область	0.7536	0.7350	0.6836	0.7569	0.7054	0.7380	0.7142	0.7750	0.5861	0.6563
17	Ярославская область	0.7274	0.7679	0.9180	0.9831	0.9156	1.0269	0.9320	0.9950	0.8779	0.8614
18	Москва	17.3599	17.4062	17.0786	17.1477	17.9022	18.0449	18.4634	18.4478	18.2434	16.0227
19	Республика Карелия	0.3023	0.2742	0.3065	0.3048	0.2711	0.2765	0.2747	0.2831	0.2358	0.2529
20	Республика Коми	0.3389	0.4387	0.4485	0.4311	0.2823	0.3610	0.5234	0.3925	0.3598	0.3370
21	Архангельская область	0.2032	0.1956	0.2017	0.2878	0.1981	0.1651	0.1662	0.2633	0.9965	0.2786
22	Ненецкий автономный округ	0.0784	0.1402	0.1752	0.0974	0.1730	0.1085	0.1480	0.1557	0.1126	0.0910
23	Вологодская область	0.5854	0.5415	0.6436	0.5809	0.4452	0.3822	0.4329	0.3705	0.3599	0.5791
24	Калининградская область	0.4998	0.5844	0.6092	0.4681	0.3117	0.2198	0.2371	0.2438	0.2825	0.2188
25	Ленинградская область	0.4053	0.4034	0.4299	0.4174	0.5532	0.5535	0.5030	0.4959	0.8451	0.5009
26	Мурманская область	0.5602	0.4400	0.4052	0.4047	0.3561	0.3580	0.3160	0.3156	0.3588	0.3429
27	Новгородская область	0.7419	0.4305	0.4038	0.4657	0.4015	0.3825	0.3175	0.3588	0.3708	0.3908
28	Псковская область	0.2259	0.2349	0.2305	0.2349	0.2595	0.2768	0.2588	0.2586	0.2257	0.2287
29	Санкт-Петербург	6.5345	6.4975	6.4489	6.1078	6.7916	6.6224	6.7297	7.1393	6.8257	6.1047
30	Республика Адыгея	0.1343	0.5055	0.1697	0.2102	0.1740	0.2889	0.2307	0.2482	0.2645	0.2797
31	Республика Калмыкия	0.0634	0.0697	0.0679	0.0714	0.0806	0.0896	0.0927	0.0949	0.1168	0.1307

32	Краснодарский край	0.9514	1.0055	0.9669	0.9689	0.8673	0.9020	0.8838	0.9664	0.9320	0.8943
33	Астраханская область	0.3273	0.2653	0.3403	0.2944	0.3500	0.4625	0.3782	0.3134	0.3103	0.3975
34	Волгоградская область	1.0662	0.8453	0.8689	1.0309	1.1533	1.1188	0.8196	0.6773	0.6884	0.8148
35	Ростовская область	1.5777	1.5279	1.5887	1.5439	1.5326	1.4884	1.4364	1.5511	1.5284	1.5070
36	Республика Дагестан	0.5203	0.5746	0.5830	0.5749	0.5807	0.5775	0.3794	0.5149	0.4558	0.4716
37	Республика Ингушетия	0.0370	0.0416	0.0532	0.0567	0.0585	0.0675	0.1160	0.0929	0.0793	0.2143
38	Кабардино-Балкарская Республика	0.3310	0.3102	0.2575	0.2565	0.3167	0.3902	0.3643	0.3114	0.3040	0.2819
39	Карачаево-Черкесская Республика	0.1679	0.2091	0.1750	0.2841	0.1602	0.2961	0.4060	0.1666	0.1204	0.1237
40	Республика Северная Осетия - Алания	0.1781	0.1728	0.2183	0.2327	0.2487	0.2772	0.2388	0.2380	0.2687	0.2687
41	Чеченская Республика	0.0231	0.0660	0.0559	0.0782	0.0940	0.3041	0.1464	0.1168	0.1285	0.1769
42	Ставропольский край	0.5971	0.6502	0.6855	0.8112	0.7387	0.7440	0.7680	0.7187	0.5954	0.5972
43	Республика Башкортостан	1.2635	1.1695	1.2207	1.3935	1.4296	1.3321	1.3360	1.3320	1.2868	1.3794
44	Республика Марий Эл	0.1887	0.2394	0.2495	0.2304	0.2558	0.2534	0.2717	0.2375	0.2491	0.3480
45	Республика Мордовия	0.4851	0.7022	1.0811	0.5506	0.7486	0.7641	0.7749	0.6633	0.6645	0.8165
46	Республика Татарстан	2.9633	2.7533	2.7209	2.5542	2.5836	2.4874	2.4759	2.6714	2.6707	2.8495
47	Удмуртская Республика	0.6129	0.5765	0.6404	0.6555	0.5991	0.6384	0.6287	0.6786	0.6675	0.7347
48	Чувашская Республика	0.5125	0.4159	0.6249	0.6248	0.6400	0.6230	0.5039	0.7739	0.5658	0.6307
49	Пермский край	1.7671	2.0739	1.7509	1.7466	1.3280	1.5922	1.3770	1.3126	1.5195	1.3690
50	Кировская область	0.3903	0.3430	0.4466	0.5519	0.4331	0.4270	0.4382	0.4253	0.4150	0.4346
51	Нижегородская область	3.0838	3.3564	3.1719	3.0422	3.0872	2.8883	2.9100	2.9405	2.8767	2.7698
52	Оренбургская область	0.3862	0.3925	0.4951	0.6155	0.4892	0.5513	0.4433	0.3844	0.3509	0.3450
53	Пензенская область	0.5435	0.5926	0.6151	0.5998	0.5791	0.5775	0.5999	0.7227	0.7357	0.6969
54	Самарская область	3.4175	3.2156	2.9553	2.5680	2.2192	2.0365	2.1442	2.4148	2.1949	2.0296
55	Саратовская область	1.2169	1.0981	1.1404	1.1129	1.1556	1.1217	0.9147	0.9901	0.9783	0.8978
56	Ульяновская область	0.7133	0.8791	0.9271	0.9241	0.7262	0.8762	0.8982	0.7609	0.8181	0.7244
57	Курганская область	0.3234	0.3841	0.3991	0.3839	0.4062	0.3208	0.3189	0.3266	0.2897	0.2329

58	Свердловская область	3.1476	3.0248	2.9243	2.6829	2.5037	2.6062	2.4936	2.2769	2.2910	1.9704
59	Тюменская область	0.4762	0.4952	0.3938	0.3799	0.3530	0.4374	0.3229	0.3783	0.6230	0.6434
60	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0.4429	0.8698	0.8104	0.6868	0.6090	0.6461	0.6484	0.4397	0.5521	0.5171
61	Ямало-Ненецкий автономный округ	0.2833	0.2707	0.2679	0.3306	0.2617	0.4129	0.3361	0.3289	0.2305	0.3028
62	Челябинская область	2.0900	1.6502	1.6406	1.8636	1.9054	1.8690	1.6870	1.6567	1.5968	1.5603
63	Республика Алтай	0.1911	0.1485	0.1175	0.1263	0.1237	0.1359	0.2851	0.2761	0.2784	0.2660
64	Республика Бурятия	0.2883	0.4003	0.3635	0.4290	0.3167	0.3501	0.3307	0.3322	0.2939	0.2868
65	Республика Тыва	0.0531	0.0594	0.0418	0.0453	0.1560	0.1669	0.1353	0.1226	0.1010	0.0953
66	Республика Хакасия	0.2183	0.1792	0.1759	0.1657	0.1551	0.1835	0.1626	0.1792	0.1991	0.1998
67	Алтайский край	0.7483	0.7818	0.6717	0.6457	0.6271	0.5810	0.7816	0.7374	0.6353	0.6088
68	Забайкальский край	0.2888	0.2636	0.2410	0.2457	0.2413	0.2533	0.2663	0.2626	0.2270	0.2653
69	Красноярский край	0.9750	1.0064	1.2123	1.1179	1.0412	1.0608	1.1354	1.1878	1.3117	1.3146
70	Иркутская область	0.8639	0.8292	0.8032	0.8961	0.8406	0.8887	0.7579	0.9542	0.9441	0.8085
71	Кемеровская область	0.6652	0.5987	0.6765	0.5885	0.5212	0.5882	0.6034	0.6325	0.5415	0.5708
72	Новосибирская область	1.9538	1.8294	1.7749	1.8355	1.9064	1.9048	1.9336	1.8095	1.8092	1.5802
73	Омская область	0.7647	0.8433	0.7369	0.7890	0.7802	0.9390	0.8625	0.7732	0.7554	0.7891
74	Томская область	1.1341	1.1813	1.1767	1.1793	1.1599	1.1784	1.1487	1.0606	1.0761	0.9720
75	Республика Саха (Якутия)	0.4020	0.3542	0.3432	0.3809	0.3248	0.3165	0.3176	0.3341	0.3661	0.3233
76	Камчатский край	0.1916	0.1747	0.1946	0.2135	0.2339	0.2104	0.2905	0.3041	0.2449	0.2249
77	Приморский край	0.7224	0.6657	0.6115	0.7071	0.7938	0.7206	0.7114	0.7687	0.6733	0.5472
78	Хабаровский край	0.7593	0.6229	0.5576	0.6097	0.5464	0.5809	0.5920	0.5669	0.6648	0.6517
79	Амурская область	0.1376	0.2265	0.2416	0.2453	0.2454	0.2347	0.2687	0.2798	0.2907	0.2726
80	Магаданская область	0.1611	0.1840	0.2131	0.4103	0.4104	0.4852	0.4198	0.4165	0.4027	0.2159
81	Сахалинская область	0.2019	0.1902	0.1755	0.1665	0.1586	0.3673	1.5496	1.4851	1.2935	1.6071
82	Еврейская автономная область	0.0870	0.1124	0.1165	0.1418	0.1763	0.1395	0.1112	0.1368	0.1216	0.1140
83	Чукотский автономный округ	0.1164	0.2920	0.1948	0.1634	0.2146	0.1612	0.1454	0.1975	0.2430	0.2718
	ВСЕГО	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Таблица 2. Динамика интегральных показателей инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле (2)

№	Область /индикатор	$I_{инт2005}^j$	$I_{инт2006}^j$	$I_{инт2007}^j$	$I_{инт2008}^j$	$I_{инт2009}^j$	$I_{инт2010}^j$	$I_{инт2011}^j$	$I_{инт2012}^j$	$I_{инт2013}^j$	$I_{инт2014}^j$
1	Белгородская область	0.0862	0.0933	0.1235	0.13746	0.1070	0.1065	0.1054	0.1066	0.1071	0.1111
2	Брянская область	0.0847	0.0831	0.0900	0.10251	0.1102	0.0858	0.0854	0.0954	0.0884	0.0904
3	Владимирская область	0.1240	0.1252	0.1139	0.10920	0.1075	0.1041	0.1138	0.1277	0.1227	0.1238
4	Воронежская область	0.1786	0.1306	0.1463	0.15025	0.1204	0.1352	0.1215	0.1220	0.1427	0.1336
5	Ивановская область	0.0573	0.0594	0.0731	0.09053	0.0849	0.0886	0.0839	0.0963	0.1008	0.0871
6	Калужская область	0.1531	0.1127	0.1187	0.10975	0.1051	0.1167	0.1082	0.1192	0.1331	0.1142
7	Костромская область	0.0632	0.0617	0.0693	0.08002	0.0771	0.0823	0.0821	0.0796	0.0824	0.0780
8	Курская область	0.0750	0.0758	0.0862	0.07051	0.0655	0.0662	0.0870	0.0994	0.0993	0.0983
9	Липецкая область	0.0800	0.0881	0.0931	0.10159	0.1492	0.1559	0.1134	0.1241	0.1430	0.1408
10	Московская область	0.7930	0.3053	0.3409	0.33744	0.3059	0.3191	0.3217	0.3146	0.3630	0.3598
11	Орловская область	0.1029	0.0986	0.0936	0.10865	0.0994	0.1134	0.0961	0.0957	0.0922	0.0912
12	Рязанская область	0.0878	0.0798	0.0775	0.09534	0.0916	0.0906	0.0888	0.0999	0.1041	0.1052
13	Смоленская область	0.0491	0.0576	0.0654	0.06430	0.0759	0.0743	0.0748	0.0849	0.0871	0.0902
14	Тамбовская область	0.0770	0.0952	0.1078	0.10038	0.0945	0.0830	0.0833	0.0938	0.0944	0.0959
15	Тверская область	0.1040	0.0881	0.0783	0.11150	0.1164	0.1132	0.1026	0.1051	0.1127	0.0981
16	Тульская область	0.1175	0.1061	0.1051	0.11885	0.1109	0.1218	0.1195	0.1336	0.1214	0.1214
17	Ярославская область	0.1340	0.1009	0.1238	0.14137	0.1323	0.1583	0.1300	0.1442	0.1381	0.1343
18	Москва	2.6934	0.8450	0.8232	0.82364	0.8174	0.8413	0.8832	0.9160	0.9313	0.9146
19	Республика Карелия	0.0796	0.0771	0.0816	0.08671	0.0812	0.0846	0.0887	0.0974	0.0884	0.0866
20	Республика Коми	0.0828	0.0874	0.0855	0.09116	0.0636	0.0801	0.0893	0.0911	0.0957	0.0909
21	Архангельская область	0.0235	0.0129	0.0133	0.02808	0.0125	0.0118	0.0123	0.0180	0.1517	0.0798
22	Ненецкий автономный округ	0.0421	0.0661	0.0853	0.05815	0.0764	0.0622	0.0784	0.0857	0.0746	0.0643
23	Вологодская область	0.0853	0.0898	0.1039	0.10883	0.0855	0.0874	0.0926	0.0929	0.0973	0.1130
24	Калининградская область	0.0933	0.1181	0.1109	0.10254	0.0773	0.0657	0.0698	0.0777	0.0825	0.0701

25	Ленинградская область	0.1027	0.0789	0.0858	0.08579	0.0997	0.1066	0.0985	0.1057	0.1459	0.1070
26	Мурманская область	0.1219	0.0950	0.0906	0.08735	0.0782	0.0865	0.0835	0.0899	0.1053	0.0962
27	Новгородская область	0.1239	0.0956	0.0900	0.11719	0.1061	0.1047	0.0921	0.0985	0.0964	0.0967
28	Псковская область	0.0596	0.0721	0.0730	0.06907	0.0781	0.0863	0.0855	0.0867	0.0836	0.0872
29	Санкт-Петербург	0.9535	0.3972	0.4013	0.36987	0.3933	0.4123	0.4232	0.4500	0.4522	0.4403
30	Республика Адыгея	0.0536	0.1204	0.0705	0.08570	0.0765	0.1003	0.0856	0.0880	0.0993	0.0923
31	Республика Калмыкия	0.0249	0.0312	0.0326	0.03718	0.0458	0.0583	0.0586	0.0597	0.0724	0.0643
32	Краснодарский край	0.1357	0.1158	0.1168	0.11801	0.1060	0.1094	0.1081	0.1191	0.1183	0.1180
33	Астраханская область	0.0663	0.0522	0.0713	0.07176	0.0796	0.0956	0.0813	0.0806	0.0876	0.0987
34	Волгоградская область	0.1417	0.1118	0.1221	0.14293	0.1492	0.1543	0.1070	0.0984	0.1072	0.1103
35	Ростовская область	0.2240	0.1478	0.1600	0.15695	0.1448	0.1452	0.1350	0.1524	0.1569	0.1601
36	Республика Дагестан	0.0807	0.0952	0.0974	0.09883	0.0979	0.1082	0.0803	0.0963	0.1033	0.1023
37	Республика Ингушетия	0.0197	0.0247	0.0296	0.03517	0.0376	0.0463	0.0669	0.0622	0.0617	0.1061
38	Кабардино-Балкарская Республика	0.0664	0.0702	0.0581	0.06496	0.0848	0.1012	0.0926	0.0946	0.0943	0.0820
39	Карачаево-Черкесская Республика	0.0501	0.0590	0.0594	0.07912	0.0561	0.0848	0.0878	0.0649	0.0598	0.0600
40	Республика Северная Осетия - Алания	0.0407	0.0458	0.0555	0.05844	0.0681	0.0759	0.0680	0.0717	0.0749	0.0765
41	Чеченская Республика	0.0012	0.0231	0.0140	0.03084	0.0353	0.0856	0.0552	0.0441	0.0494	0.0615
42	Ставропольский край	0.0942	0.1044	0.1079	0.14065	0.1247	0.1297	0.1092	0.1178	0.1133	0.1134
43	Республика Башкортостан	0.1581	0.1310	0.1493	0.17348	0.1703	0.1693	0.1616	0.1674	0.1698	0.1727
44	Республика Марий Эл	0.0531	0.0630	0.0637	0.06939	0.0727	0.0772	0.0807	0.0891	0.0891	0.0927
45	Республика Мордовия	0.0785	0.1180	0.1601	0.11905	0.1540	0.1559	0.1285	0.1322	0.1441	0.1487
46	Республика Татарстан	0.3293	0.2706	0.2786	0.28905	0.2683	0.2757	0.2436	0.2599	0.2778	0.2871
47	Удмуртская Республика	0.1024	0.0985	0.1153	0.12124	0.1085	0.1188	0.1206	0.1300	0.1296	0.1332
48	Чувашская Республика	0.1017	0.0959	0.1351	0.13366	0.1320	0.1313	0.1121	0.1585	0.1404	0.1443
49	Пермский край	0.2976	0.2546	0.2229	0.23743	0.1670	0.2062	0.1616	0.1647	0.1856	0.1714
50	Кировская область	0.0601	0.0604	0.0807	0.10942	0.0907	0.0944	0.0899	0.0958	0.1007	0.0935

51	Нижегородская область	0.5760	0.2750	0.2782	0.26740	0.2811	0.2878	0.2739	0.2651	0.2841	0.2716
52	Оренбургская область	0.0711	0.0851	0.1049	0.12390	0.1022	0.1136	0.1031	0.1059	0.1049	0.0975
53	Пензенская область	0.1081	0.0953	0.0960	0.10528	0.0989	0.1016	0.1001	0.1204	0.1337	0.1312
54	Самарская область	0.4735	0.3275	0.3030	0.29392	0.2368	0.2313	0.2198	0.2189	0.2133	0.2023
55	Саратовская область	0.1470	0.1130	0.1252	0.12679	0.1401	0.1407	0.1145	0.1262	0.1305	0.1240
56	Ульяновская область	0.1377	0.1125	0.1201	0.15270	0.1145	0.1449	0.1259	0.1114	0.1238	0.1076
57	Курганская область	0.0638	0.0799	0.0930	0.10036	0.1061	0.0974	0.0944	0.0960	0.0907	0.0749
58	Свердловская область	0.4184	0.2688	0.2808	0.27484	0.2341	0.2601	0.2320	0.2208	0.2332	0.2076
59	Тюменская область	0.0596	0.0275	0.0219	0.01949	0.0192	0.0254	0.0179	0.0201	0.1132	0.1150
60	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0.1152	0.1466	0.1528	0.12690	0.1039	0.1226	0.1102	0.0956	0.1150	0.1025
61	Ямало-Ненецкий автономный округ	0.0848	0.0857	0.0865	0.09717	0.0821	0.1100	0.0988	0.0970	0.0895	0.0969
62	Челябинская область	0.3101	0.1801	0.1962	0.21390	0.1848	0.2077	0.1689	0.1730	0.1780	0.1723
63	Республика Алтай	0.0629	0.0592	0.0471	0.05717	0.0613	0.0667	0.1030	0.1125	0.1167	0.0945
64	Республика Бурятия	0.0536	0.0820	0.0761	0.09246	0.0746	0.0830	0.0830	0.0889	0.0797	0.0832
65	Республика Тыва	0.0214	0.0193	0.0137	0.01705	0.0503	0.0679	0.0612	0.0600	0.0583	0.0560
66	Республика Хакасия	0.0702	0.0761	0.0768	0.07561	0.0724	0.0792	0.0738	0.0808	0.0886	0.0845
67	Алтайский край	0.0980	0.1023	0.0922	0.09392	0.0918	0.0870	0.1133	0.1147	0.1108	0.1115
68	Забайкальский край	0.0563	0.0630	0.0627	0.06451	0.0642	0.0712	0.0731	0.0759	0.0759	0.0831
69	Красноярский край	0.1508	0.1053	0.1390	0.13673	0.1142	0.1239	0.1236	0.1351	0.1624	0.1545
70	Иркутская область	0.1337	0.1100	0.1168	0.11572	0.1017	0.1127	0.0976	0.1170	0.1258	0.1137
71	Кемеровская область	0.1013	0.0932	0.1060	0.10062	0.0867	0.1059	0.1025	0.1081	0.1029	0.1043
72	Новосибирская область	0.2609	0.1289	0.1316	0.14056	0.1424	0.1523	0.1542	0.1518	0.1586	0.1558
73	Омская область	0.1260	0.0982	0.0922	0.10046	0.1015	0.1257	0.1071	0.1106	0.1176	0.1180
74	Томская область	0.1770	0.1505	0.1541	0.15057	0.1399	0.1481	0.1405	0.1271	0.1350	0.1231
75	Республика Саха (Якутия)	0.0805	0.0703	0.0705	0.07602	0.0697	0.0721	0.0715	0.0768	0.0865	0.0851
76	Камчатский край	0.0654	0.0540	0.0631	0.07433	0.0752	0.0769	0.1007	0.1223	0.1006	0.0909
77	Приморский край	0.1331	0.0828	0.0771	0.09508	0.1126	0.1012	0.1033	0.1152	0.1070	0.1003

78	Хабаровский край	0.1280	0.1131	0.1052	0.11103	0.1018	0.1116	0.1167	0.1206	0.1299	0.1237
79	Амурская область	0.0371	0.0586	0.0653	0.0694	0.0698	0.0659	0.0687	0.0799	0.0780	0.0779
80	Магаданская область	0.0654	0.0696	0.0783	0.12488	0.1239	0.1386	0.1273	0.1349	0.1355	0.0936
81	Сахалинская область	0.0706	0.0645	0.0629	0.06219	0.0629	0.0886	0.2013	0.1819	0.1722	0.2015
82	Еврейская автономная область	0.0371	0.0494	0.0546	0.06246	0.0680	0.0658	0.0590	0.0742	0.0694	0.0678
83	Чукотский автономный округ	0.0640	0.0923	0.0733	0.07578	0.0908	0.0757	0.0757	0.1025	0.1211	0.1227

Таблица 3. Динамика интегральных показателей инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле (3)

№	Область / индикатор	$I_{инт2005}^j$	$I_{инт2006}^j$	$I_{инт2007}^j$	$I_{инт2008}^j$	$I_{инт2009}^j$	$I_{инт2010}^j$	$I_{инт2011}^j$	$I_{инт2012}^j$	$I_{инт2013}^j$	$I_{инт2014}^j$
1	Белгородская область	0.3845	0.3470	0.4473	0.5217	0.4618	0.4731	0.4599	0.4535	0.4206	0.3522
2	Брянская область	0.0000	0.0000	0.2626	0.2859	0.2933	0.2346	0.2704	0.2698	0.0000	0.1785
3	Владимирская область	0.5940	0.6247	0.6263	0.5849	0.0000	0.0000	0.5426	0.5289	0.0000	0.4143
4	Воронежская область	1.1594	1.0521	1.1753	1.1705	1.0205	1.0674	1.0722	0.9315	1.0024	0.7495
5	Ивановская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.3804	0.3858	0.0000	0.3136	0.2862	0.2628	0.1684
6	Калужская область	0.5959	0.5954	0.6462	0.6063	0.0000	0.6336	0.0000	0.0000	0.0000	0.4313
7	Костромская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Курская область	0.3533	0.4188	0.3687	0.0000	0.0000	0.0000	0.3624	0.3831	0.0000	0.0000
9	Липецкая область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2364
10	Московская область	3.9600	3.6021	3.7738	3.7695	3.6124	3.5739	3.3947	3.5669	3.8791	2.9135
11	Орловская область	0.3616	0.3822	0.3582	0.3872	0.2999	0.3581	0.3101	0.0000	0.0000	0.0000
12	Рязанская область	0.0000	0.3224	0.0000	0.3698	0.3291	0.3299	0.3361	0.3435	0.0000	0.2638
13	Смоленская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	Тамбовская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.3942	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	Тверская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3010
16	Тульская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4161
17	Ярославская область	0.6692	0.7102	0.8732	0.9184	0.8478	0.8867	0.8562	0.9060	0.8133	0.6244
18	Москва	11.5819	10.8384	10.0459	9.9067	10.2390	10.4296	11.6428	12.8241	12.5007	9.2483
19	Республика Карелия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0901
20	Республика Коми	0.0000	0.3229	0.3352	0.3157	0.0000	0.2761	0.3488	0.3051	0.0000	0.0000

21	Архангельская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	Ненецкий автономный округ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	Вологодская область	0.3034	0.0000	0.0000	0.2876	0.2761	0.2308	0.2445	0.2313	0.2311	0.2079
24	Калининградская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0940
25	Ленинградская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	Мурманская область	0.0000	0.0000	0.2491	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	Новгородская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1767
28	Псковская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	Санкт-Петербург	4.7925	5.1708	4.6331	4.4250	5.1993	5.2540	5.3966	5.7944	5.5584	4.1409
30	Республика Адыгея	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	Республика Калмыкия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	Краснодарский край	0.7267	0.8925	0.8513	0.8695	0.7523	0.7596	0.7189	0.7769	0.0000	0.6243
33	Астраханская область	0.2188	0.1568	0.2166	0.0000	0.2280	0.3188	0.2867	0.2199	0.0000	0.2312
34	Волгоградская область	0.7862	0.6365	0.6673	0.8181	0.8649	0.7876	0.0000	0.0000	0.0000	0.4668
35	Ростовская область	1.4260	1.3104	1.4335	1.4107	1.3591	1.3375	1.2733	1.4155	1.3952	1.1259
36	Республика Дагестан	0.3343	0.3727	0.3663	0.3807	0.3279	0.3734	0.1858	0.2302	0.1756	0.1872
37	Республика Ингушетия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	Кабардино-Балкарская Республика	0.0000	0.1579	0.1458	0.1323	0.1750	0.2126	0.2103	0.1728	0.0000	0.1361
39	Карачаево-Черкесская Республика	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	Республика Северная Осетия - Алания	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	Чеченская Республика	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42	Ставропольский край	0.0000	0.5135	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
43	Республика Башкортостан	1.1440	1.0646	1.1161	1.2668	1.2581	1.1846	1.2202	1.2080	0.0000	0.9810
44	Республика Марий Эл	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

45	Республика Мордовия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3123
46	Республика Татарстан	2.0285	1.8918	1.9428	1.9614	1.9346	2.0124	2.0928	2.3205	2.2821	1.8362
47	Удмуртская Республика	0.4924	0.4519	0.4660	0.4653	0.4598	0.4670	0.4676	0.5081	0.5048	0.4228
48	Чувашская Республика	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2928
49	Пермский край	1.4712	1.5659	1.4308	1.4208	1.1402	1.3643	1.2449	1.2015	1.2742	0.9316
50	Кировская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
51	Нижегородская область	2.2773	2.5352	2.2864	2.2934	2.5271	2.5023	2.5124	2.5316	2.5376	1.8895
52	Оренбургская область	0.0000	0.2872	0.3673	0.4332	0.3499	0.4038	0.0000	0.2778	0.0000	0.1836
53	Пензенская область	0.4201	0.4716	0.5172	0.5012	0.4814	0.5086	0.5232	0.6027	0.5902	0.4210
54	Самарская область	2.1741	2.1353	2.0585	1.8927	1.7287	1.6534	1.7150	1.7290	1.6776	1.2056
55	Саратовская область	1.0832	0.9489	0.9883	0.9704	1.0216	0.9994	0.7983	0.8594	0.8386	0.5705
56	Ульяновская область	0.5797	0.6670	0.6772	0.6429	0.6073	0.6502	0.6702	0.6084	0.6252	0.4408
57	Курганская область	0.0000	0.2228	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
58	Свердловская область	2.7621	2.6556	2.5783	2.3696	2.3039	2.3264	2.2262	2.0580	2.1099	1.4879
59	Тюменская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5385	0.4777
60	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
61	Ямало-Ненецкий автономный округ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
62	Челябинская область	1.6115	1.3316	1.3373	1.4416	1.3783	1.3647	1.4112	0.0000	1.0868	0.8566
63	Республика Алтай	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
64	Республика Бурятия	0.0000	0.0000	0.0000	0.2904	0.0000	0.1969	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	Республика Тыва	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
66	Республика Хакасия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67	Алтайский край	0.5772	0.6513	0.5535	0.5254	0.4768	0.4513	0.5529	0.5234	0.0000	0.3838
68	Забайкальский край	0.0000	0.0000	0.0000	0.1276	0.1213	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
69	Красноярский край	0.8980	0.9272	1.1042	1.0151	0.8921	0.8635	0.9780	1.0613	1.0316	0.8302
70	Иркутская область	0.6163	0.0000	0.6278	0.7884	0.6738	0.7094	0.5993	0.6759	0.6932	0.5633

71	Кемеровская область	0.4671	0.4921	0.5447	0.4782	0.3648	0.4824	0.4829	0.4695	0.0000	0.3420
72	Новосибирская область	1.5365	1.3761	1.3526	1.5169	1.5965	1.6441	1.5751	1.4891	1.5061	1.1193
73	Омская область	0.6546	0.6882	0.6449	0.6893	0.6629	0.7589	0.7191	0.6574	0.6635	0.5288
74	Томская область	0.8877	0.9585	0.9194	0.9776	0.8529	1.0085	1.0102	0.0000	0.7616	0.5890
75	Республика Саха (Якутия)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2131
76	Камчатский край	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
77	Приморский край	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6524	0.6348	0.5921	0.6540	0.0000	0.3099
78	Хабаровский край	0.5892	0.5032	0.4487	0.4970	0.4359	0.4598	0.4498	0.4321	0.0000	0.4154
79	Амурская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80	Магаданская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
81	Сахалинская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
82	Еврейская автономная область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
83	Чукотский автономный округ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Всего	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Таблица 4. Динамика интегральных показателей инновационной активности регионов России, рассчитанная по формуле (4)

№	Область / индикатор	$I_{инт2005}^j$	$I_{инт2006}^j$	$I_{инт2007}^j$	$I_{инт2008}^j$	$I_{инт2009}^j$	$I_{инт2010}^j$	$I_{инт2011}^j$	$I_{инт2012}^j$	$I_{инт2013}^j$	$I_{инт2014}^j$
1	Белгородская область	0.0320	0.0241	0.0315	0.0379	0.0313	0.0325	0.0311	0.0309	0.0302	0.0329
2	Брянская область	0.0000	0.0000	0.0185	0.0207	0.0199	0.0167	0.0183	0.0184	0.0000	0.0167
3	Владимирская область	0.0494	0.0433	0.0441	0.0424	0.0000	0.0000	0.0367	0.0361	0.0000	0.0387
4	Воронежская область	0.0964	0.0729	0.0828	0.0849	0.0692	0.0718	0.0726	0.0635	0.0719	0.0700
5	Ивановская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0276	0.0262	0.0000	0.0212	0.0195	0.0189	0.0157
6	Калужская область	0.0496	0.0413	0.0455	0.0440	0.0000	0.0456	0.0000	0.0000	0.0000	0.0403
7	Костромская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

8	Курская область	0.0294	0.0290	0.0260	0.0000	0.0000	0.0000	0.0245	0.0261	0.0000	0.0000
9	Липецкая область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0221
10	Московская область	0.3294	0.2498	0.2660	0.2735	0.2450	0.2383	0.2298	0.2432	0.2783	0.2721
11	Орловская область	0.0301	0.0265	0.0252	0.0281	0.0203	0.0250	0.0210	0.0000	0.0000	0.0000
12	Рязанская область	0.0000	0.0224	0.0000	0.0268	0.0223	0.0228	0.0227	0.0234	0.0000	0.0246
13	Смоленская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	Тамбовская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0286	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	Тверская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0281
16	Тульская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0389
17	Ярославская область	0.0557	0.0492	0.0615	0.0666	0.0575	0.0794	0.0579	0.0618	0.0583	0.0583
18	Москва	0.9633	0.7515	0.7080	0.7188	0.6945	0.5587	0.7880	0.8745	0.8968	0.8638
19	Республика Карелия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0084
20	Республика Коми	0.0000	0.0224	0.0236	0.0229	0.0000	0.0000	0.0236	0.0208	0.0000	0.0000
21	Архангельская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	Ненецкий автономный округ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	Вологодская область	0.0252	0.0000	0.0000	0.0209	0.0187	0.0165	0.0165	0.0158	0.0166	0.0194
24	Калининградская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088
25	Ленинградская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	Мурманская область	0.0000	0.0000	0.0176	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	Новгородская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0165
28	Псковская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	Санкт-Петербург	0.3986	0.3585	0.3265	0.3211	0.3527	0.0000	0.3653	0.3951	0.3988	0.3868
30	Республика Адыгея	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	Республика Калмыкия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	Краснодарский край	0.0604	0.0619	0.0600	0.0631	0.0510	0.0500	0.0487	0.0530	0.0000	0.0583
33	Астраханская область	0.0182	0.0109	0.0153	0.0000	0.0155	0.0238	0.0194	0.0150	0.0000	0.0216
34	Волгоградская область	0.0654	0.0441	0.0470	0.0594	0.0587	0.0589	0.0000	0.0000	0.0000	0.0436
35	Ростовская область	0.1186	0.0909	0.1010	0.1024	0.0922	0.0872	0.0862	0.0965	0.1001	0.1052

36	Республика Дагестан	0.0278	0.0258	0.0258	0.0276	0.0222	0.0000	0.0126	0.0157	0.0126	0.0175
37	Республика Ингушетия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	Кабардино-Балкарская Республика	0.0000	0.0110	0.0103	0.0096	0.0119	0.0142	0.0142	0.0118	0.0000	0.0127
39	Карачаево-Черкесская Республика	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	Республика Северная Осетия - Алания	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	Чеченская Республика	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42	Ставропольский край	0.0000	0.0356	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
43	Республика Башкортостан	0.0951	0.0738	0.0787	0.0919	0.0853	0.0742	0.0826	0.0824	0.0000	0.0916
44	Республика Марий Эл	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
45	Республика Мордовия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0292
46	Республика Татарстан	0.1687	0.1312	0.1369	0.1423	0.1312	0.1293	0.1416	0.1582	0.1637	0.1715
47	Удмуртская Республика	0.0410	0.0313	0.0328	0.0338	0.0312	0.0331	0.0316	0.0346	0.0362	0.0395
48	Чувашская Республика	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0273
49	Пермский край	0.1224	0.1086	0.1008	0.1031	0.0773	0.0925	0.0843	0.0819	0.0914	0.0870
50	Кировская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
51	Нижегородская область	0.1894	0.1758	0.1611	0.1664	0.1714	0.1650	0.1700	0.1726	0.1821	0.1765
52	Оренбургская область	0.0000	0.0199	0.0259	0.0314	0.0237	0.0290	0.0000	0.0189	0.0000	0.0171
53	Пензенская область	0.0349	0.0327	0.0365	0.0364	0.0327	0.0388	0.0354	0.0411	0.0423	0.0393
54	Самарская область	0.1808	0.1481	0.1451	0.1373	0.1173	0.1172	0.1161	0.1179	0.1204	0.1126
55	Саратовская область	0.0901	0.0658	0.0697	0.0704	0.0693	0.0672	0.0540	0.0586	0.0602	0.0533
56	Ульяновская область	0.0482	0.0462	0.0477	0.0467	0.0412	0.0430	0.0454	0.0415	0.0449	0.0412
57	Курганская область	0.0000	0.0154	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
58	Свердловская область	0.2297	0.1841	0.1817	0.1719	0.1563	0.0000	0.1507	0.1403	0.1514	0.1390
59	Тюменская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0386	0.0446

60	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
61	Ямало-Ненецкий автономный округ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
62	Челябинская область	0.1340	0.0923	0.0943	0.1046	0.0935	0.0000	0.0955	0.0000	0.0780	0.0800
63	Республика Алтай	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
64	Республика Бурятия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	Республика Тыва	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
66	Республика Хакасия	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67	Алтайский край	0.0480	0.0452	0.0390	0.0381	0.0323	0.0300	0.0374	0.0357	0.0000	0.0358
68	Забайкальский край	0.0000	0.0000	0.0000	0.0093	0.0082	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
69	Красноярский край	0.0747	0.0643	0.0778	0.0737	0.0605	0.0626	0.0662	0.0724	0.0740	0.0775
70	Иркутская область	0.0513	0.0000	0.0442	0.0572	0.0457	0.0470	0.0406	0.0461	0.0497	0.0526
71	Кемеровская область	0.0388	0.0341	0.0384	0.0347	0.0247	0.0375	0.0327	0.0320	0.0000	0.0319
72	Новосибирская область	0.1278	0.0954	0.0953	0.1101	0.1083	0.1127	0.1066	0.1015	0.1081	0.1045
73	Омская область	0.0544	0.0477	0.0455	0.0500	0.0450	0.0542	0.0487	0.0448	0.0476	0.0494
74	Томская область	0.0738	0.0665	0.0648	0.0709	0.0579	0.0669	0.0684	0.0000	0.0546	0.0550
75	Республика Саха (Якутия)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0199
76	Камчатский край	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
77	Приморский край	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0443	0.0438	0.0401	0.0446	0.0000	0.0289
78	Хабаровский край	0.0490	0.0349	0.0316	0.0361	0.0296	0.0306	0.0304	0.0295	0.0000	0.0388
79	Амурская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80	Магаданская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
81	Сахалинская область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
82	Еврейская автономная область	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
83	Чукотский автономный округ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Приложение 4

Индекс Морана для пространственной автокорреляции задается формулой:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}, \quad (1)$$

где z_i - отклонение атрибута для объекта i от его среднего значения $x_i - \bar{X}$, $w_{i,j}$ - пространственный вес между объектами i, j , n - общее число объектов и S_0 совокупность всех пространственных весов.

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{i=j}^n w_{i,j} \quad (2)$$

Оценка для статистики рассчитывается как:

$$z_i = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \quad (3)$$

где:

$$E[I] = \frac{1}{(n-1)} \quad (4)$$

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2 \quad (5)$$

Дополнительные вычисления показаны ниже:

$$E[I]^2 = \frac{A - B}{C} \quad (6)$$

$$A = n[(n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 3S_0^2] \quad (7)$$

$$B = D[(n^2 - n)S_1 - 2nS_2 + 6S_0^2] \quad (8)$$

$$C = (n-1)(n-2)(n-3)S_0^2 \quad (9)$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n z_i^4}{\left(\sum_{i=1}^n z_i^2\right)^2} \quad (10)$$

$$S_1 = \left(\frac{1}{2}\right) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{i,j} + w_{j,i})^2 \quad (11)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j} + \sum_{j=1}^n w_{j,i} \right)^2 \quad (12)$$