

Н.П. Третьяков, Ю. Иванова
(Российский государственный социальный университет;
e-mail: ullianna@rambler.ru)

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДОВ СНГ С ПОМОЩЬЮ КЛАСТЕРНОГО И КОМПОНЕНТНОГО АНАЛИЗА

Проведён анализ многомерных распределений экономических показателей 154 городов по совокупности ряда показателей. Вычислен единый интегральный показатель экономического развития и проведено ранжирование городов по величине этого показателя.

Ключевые слова: кластерный, компонентный, анализ, города.

N.P. Tretyakov, Yu. Ivanova
**CLASSIFICATION OF CIS' TOWNS BY MEANS
OF CLUSTER AND COMPONENT ANALYSIS**

The analysis of multidimensional distributions of economic indicators for 154 towns in total number of indicators are given. Calculates a single integral index of economic development and place ranking cities by the magnitude of this indicator.

Key words: cluster, components, analysis, towns.

С целью оценки многомерных распределений экономических показателей 154 городов были применены методы многомерного статистического анализа. Была исследована группировка городов по совокупности ряда показателей, вычислены значения единого интегрального показателя экономического развития и проведено ранжирование городов по этому показателю. Решалась задача выявления групп (кластеров) городов, близких между собой по экономическому развитию (при этом само число таких групп априори было неизвестно и не описано в литературе). Кроме того, решалась задача об определении рейтинга экономического развития городов СНГ и сравнения их между собой.

Справка об используемых методах

Компонентный анализ [1, 2] относится к многомерным методам снижения размерности. Он содержит один метод – метод главных компонент (англ. Principal Components Analysis, PCA), позволяющий уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации. Изобретен К. Пирсоном в 1901 г. Применяется во многих областях, таких как

распознавание образов, компьютерное зрение, сжатие данных и т. п. Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных. Эти собственные векторы и являются весовыми коэффициентами, с помощью которых путем свертки исходных данных строятся вторичные обобщенные показатели.

Главные компоненты представляют собой ортогональную систему координат, в которой дисперсии компонент характеризуют их статистические свойства. Метод основан на учете того факта, что объекты исследования в экономике характеризуются большим, но конечным количеством признаков, влияние которых подвергается воздействию большого количества случайных причин. Наличие множества исходных признаков, характеризующих процесс функционирования объектов, заставляет отбирать из них наиболее существенные и изучать меньший набор показателей. Исходные признаки подвергаются некоторому преобразованию, которое обеспечивает минимальную потерю информации. Метод позволяет учитывать эффект существенной многомерности данных, дает возможность лаконичного или более простого объяснения многомерных структур. Он вскрывает объективно существующие, непосредственно не наблюдаемые закономерности при помощи полученных факторов или главных компонент. Он дает возможность достаточно просто и точно описать наблюдаемые исходные данные, структуру и характер взаимосвязей между ними. Сжатие информации получается за счет того, что число факторов или главных компонент – новых единиц измерения – используется значительно меньше, чем было исходных признаков.

После вычисления первой главной компоненты необходимо проверить качество модели, с помощью которой она была получена. В компонентном анализе таким критерием является отношение максимального собственного значения ковариационной матрицы к сумме всех собственных значений.

В случае, если критерий качества модели оказывается достаточно большим (более 0,85), это является основанием для использования первой главной компоненты в качестве единственного (интегрального) показателя, обобщающего несколько рассматриваемых показателей. Тогда возможно ранжирование объектов по значению обобщенного показателя.

Кластерный анализ [1, 2] – один из методов многомерного анализа, предназначенный для группировки (кластеризации) совокупности элементов, которые характеризуются многими факторами, и получения однородных групп (кластеров). Разбиение на кластеры происходит с помощью некоторой метрики, например, евклидова расстояния. Задача кластерного анализа, как и компонентного, состоит в представлении исходной инфор-

мации об элементах в сжатом виде без ее существенной потери.

Однако, в отличие от метода главных компонент, сжатие исходной информации производится иначе. Кластерный анализ не позволяет произвести ранжирование исходных объектов, но дает возможность сгруппировать их по степени близости, по совокупности используемых показателей. Полученные группы объектов (кластеры) могут быть в той или иной степени ранжированы, например, по величине расстояния их средних точек (центров тяжести) до начала координат многомерного пространства.

В качестве основных методов анализа пакет STATISTICA предлагает Joining (tree clustering) – группу иерархических методов, которые используются в том случае, если число кластеров заранее неизвестно, и K-Means Clustering (метод K-средних), в котором пользователь заранее определяет количество кластеров.

Следует отметить, что в случае ранговых переменных применение евклидовой метрики является некорректным ввиду того, что для них не определены алгебраические операции сложения и умножения. Однако для ранговых переменных определена операция сравнения. Существует другая часто используемая метрика, представляющая собой сумму модулей разностей переменных двух объектов:

$$\rho(x, y) = \sum_i |x_i - y_i|.$$

Такая метрика в западной литературе получила название "City-block (Manhattan) distance". Поскольку арифметические разности между ранговыми переменными, выраженными натуральными числами, действительно отражают меры их близости, а последние уже можно складывать друг с другом, использование такой метрики в этом случае является возможным.

Можно указать на еще одно достоинство упомянутой метрики, заключающееся в том, что в ней сглаживаются (демпфируются) эффекты слишком большого различия отдельных координат. Это свойство представляется ценным в исследовании группировки городов по совокупности экономических показателей.

Кроме метрики, в кластерном анализе необходимо задать другую опцию: расстояние между кластерами. Обычно эта опция определяется экспериментально, по ходу самого анализа. В данном исследовании оказалось, что оптимальным является расчет расстояния по принципу "дальнего соседа" (в западной литературе называется "Complete linkage"). Известно, что такой метод адекватен в случае хорошо выраженных, выпуклых и компактных кластеров, а в случае вытянутых или нитевидных неприменим. Таким образом, этот факт свидетельствует о характере группировки городов, выявленной в данном исследовании.

Результаты исследования

Для исследования многомерных распределений экономических показателей 154 городов СНГ были отобраны 6 показателей:

- 1) объем продукции промышленности в текущих ценах (млн. долларов США);
- 2) инвестиции в основной капитал (млн. долларов США);
- 3) оборот розничной торговли в текущих ценах (млн. долларов США), а также те же показатели в расчете на душу населения;
- 4) объем продукции промышленности;
- 5) инвестиции в основной капитал;
- 6) оборот розничной торговли.

Таким образом, первые три показателя являются экстенсивными, т.е. явно зависящими от величины города (численности населения), а показатели 4-6-интенсивными, от величины города не зависящими. Именно они качественно отражают степень экономического развития региона (города). Величины указанных показателей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения исходных показателей

1	Промышленность	Товарооборот	Инвестиции
2	3	4	
Ереван	691,1	1697,1	1276,6
Гюмри	2,7	30,5	12,9
Армавир	1	12,2	3,2
Ванадзор	4,6	32,7	10
Раздан	50,9	4,3	10,3
Гавар	0,2	4,1	3
Минск	7317,4	4223,6	2209,3
Бобруйск	979,2	281	131,7
Брест	1003,3	501,8	301,9
Витебск	888,6	523,7	211,2
Гомель	1464,8	727,3	293,4
Гродно	1235,2	485	322,4
Могилев	1272,7	564,7	266,1
Астана	623,2	837,2	2812,1
Алматы	2431,1	5875,2	3310,5
Актобе	1090,3	653,9	1275,7
Атырау	811,9	261,4	4295,3
Актау	5118,3	0,2	1444,9
Караганда	635	1041,1	395,4
Кызылорда	3947,6	134,2	464,9
Павлодар	1260,1	438,3	709,3
Петропавловск	224,7	224,7	119,7

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4
Семей	338,9	335,5	129,1
Тараз	405,9	196,4	101,3
Уральск	248,5	414,9	197
Усть-Каменогорск	1656,8	654,8	311,5
Шымкент	548,1	354	302,7
Бишкек	384,6	739,7	204,8
Ош	35,2	153,7	8,4
Джалал-Абад	39,9	88,6	5,8
Каракол	14,8	25,1	5,8
Нарын	8,9	12,5	0,8
Талас	6,9	20,4	0,6
Токмок	63,2	39,6	11,4
Кишинев	874,8	584,1	483,8
Бельцы	191,6	92,5	56,8
Комрат	21,8	27,5	6,9
Душанбе	104,3	160,6	86,4
Худжант	52	300,2	6,8
Киев	13858,6	6686,7	4922,3
Винница	664,3	627,7	183,8
Горловка	772,7	222,1	101,9
Днепродзержинск	1972,5	268,3	84,7
Днепропетровск	6097,4	1957,2	1082,8
Донецк	3171,5	1915,9	850,4
Житомир	559,5	311,9	92,4
Запорожье	7352	1709,4	521,8
Ивано-Франковск	227,1	450,9	148,9
Кировоград	284,4	273,9	119,2
Кривой Рог	5972,9	634,8	456,6
Луганск	1080,9	671,8	204,3
Луцк	497,6	453,8	122,3
Львов	1191,4	1184,9	639,5
Макеевка	1318,4	310,5	103,3
Мариуполь	6043	560,4	472,2
Николаев	1108,6	729,2	331,7
Одесса	1542,1	1582,8	749,3
Полтава	1035,3	557,6	338,7
Ровно	396,5	524,3	140,3
Севастополь	295,3	490,7	142,3
Симферополь	709,5	734,3	248,8
Сумы	603,2	533,2	97,3
Тернополь	175	420,2	94
Ужгород	57	375,9	115,9
Харьков	3329,5	2727,2	858,1
Херсон	366,7	545,6	139,4

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4
Хмельницкий	390,3	640,5	98,2
Черкассы	1067,7	479,4	250,6
Чернигов	530,4	400,7	129,6
Черновцы	155,2	443,1	96,9
Москва	62032,7	66854	20441
Белгород	1868,2	1151	420
Брянск	1125,5	1077	210
Воронеж	2121,7	2301	947
Иваново	837,9	615	165
Калуга	1169,8	891	322
Кострома	764,5	468	134
Курск	1038,1	1382	255
Липецк	7102,6	1445	1011
Орел	1081,3	629	230
Рязань	2072	1157	680
Серпухов	484,9	145	39
Смоленск	1460,7	975	130
Тамбов	678,4	881	298
Тверь	1965,3	1511	188
Тула	2985	1272	243
Ярославль	2815	1192	806
Санкт-Петербург	16793,6	13051	6546
Архангельск	865,1	1033	249
Великий Новгород	1489,3	537	308
Вологда	969,9	534	192
Гатчина	133,1	124	19
Калининград	2828,1	1006	698
Мурманск	326,1	1137	344
Нарьян-Мар	554,9	87	1474
Петрозаводск	430,4	788	144
Псков	382,7	644	131
Сыктывкар	1784,1	1108	418
Череповец	7514	527	784
Ростов-на-Дону	3760,2	4582	1254
Астрахань	460,3	1031	468
Владикавказ	461,4	692	155
Волгоград	6783	2947	675
Волжский	2171	521	204
Грозный	268,9	197	395
Краснодар	1385,9	4088	1248
Майкоп	218,3	318	97
Махачкала	182	2161	437
Нальчик	150,6	420	103
Новороссийск	509,3	537	309

Окончание табл. 1.

1	2	3	4
Сочи	232,5	1435	639
Ставрополь	619,6	2169	362
Черкесск	226,4	448	117
Элиста	57,5	124	60
Нижний Новгород	5816,5	4277	1124
Йошкар-Ола	484	437	197
Казань	2884,8	4478	2842
Киров	1650,3	788	418
Оренбург	2001,7	1695	732
Пенза	1300,6	1116	362
Пермь	8221	4904	1258
Самара	5941	4125	1113
Саранск	1118,5	476	343
Саратов	2812	1965	597
Ульяновск	1940,6	1383	367
Уфа	11783,6	4976	1603
Чебоксары	1589,7	761	397
Екатеринбург	5070,6	7364	1658
Курган	994,6	916	136
Магнитогорск	7732,5	1090	1012
Нижний Тагил	4506,8	609	410
Челябинск	6651	4232	1151
Новосибирск	4226	1571	1099
Абакан	303,2	413	100
Барнаул	1103,7	2046	445
Горно-Алтайск	25,9	116	53
Иркутск	1202,1	2123	614
Кемерово	1528,4	2045	704
Красноярск	4518,7	3116	1045
Кызыл	60,5	193	42
Новокузнецк	6882,9	1901	743
Омск	7005,4	3402	1245
Томск	1998,8	1348	509
Улан-Уде	774,7	1125	300
Чита	302,1	1077	435
Анадырь	70,3	49	147
Биробиджан	36,9	221	103
Благовещенск	476,3	897	176
Владивосток	945,1	2008	550
Комсомольск-на-Амуре	901,8	568	165
Магадан	107	219	73
Петропавловск-Камчатский	357,4	440	146
Южно-Сахалинск	301	974	288
Якутск	1188,3	966	684

Исследование проводилось с использованием программного пакета Statistica и состояло из следующих этапов:

А) ранжирование городов отдельно по каждому из 6 показателей и получение таким образом 6 новых (ранговых) переменных;

Б) проведение кластерного анализа над полученными ранговыми переменными с использованием иерархических алгоритмов, поскольку число кластеров заранее неизвестно;

В) использование метода К-средних для определения состава кластеров и их характеристик;

Г) вычисление обобщенного рейтинга для исходных показателей 1-3 (экстенсивных) и исходных показателей 4-6 (интенсивных); ранжирование городов по значениям вычисленных рейтингов.

Таблицы рангов, полученные в п. А), не приводятся ввиду их громоздкости.

Результат анализа п. Б) в виде иерархического дерева приведен на рис. 1, где чётко проявляются четыре группы (кластера). Отметим, что приведенная нумерация их не имеет отношения к какому-либо ранжированию и является случайной (соответствует той, что получилась на следующем этапе анализа).

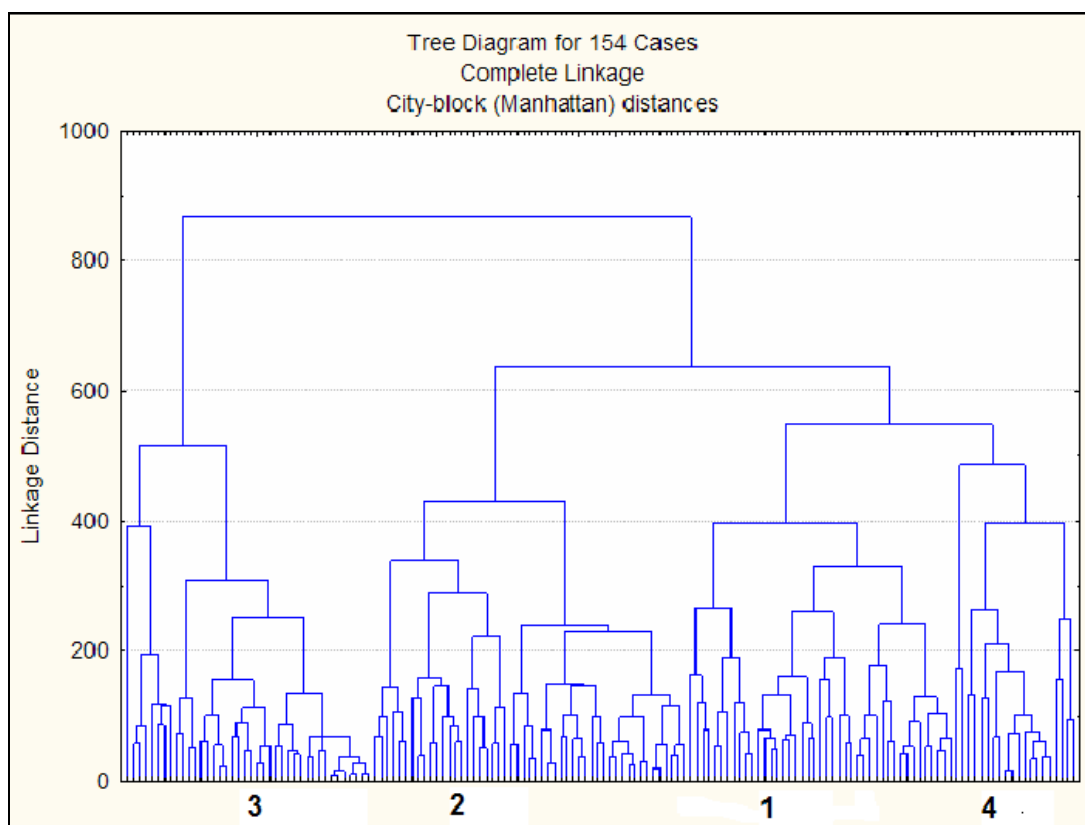


Рис. 1. Иерархическая диаграмма (дерево) результатов кластерного анализа

Определив количество кластеров, на этапе В) были определены составы каждого из кластеров. Они приведены в табл. 2-5.

Таблица 2

Состав кластера 1

Кластер 1			
Город	Расстояние от центра	Город	Расстояние от центра
Ереван	42,4	Черкесск	26,9
Астана	45,5	Йошкар-Ола	25,4
Атырау	61,7	Абакан	29
Караганда	13,6	Барнаул	30,9
Уральск	24,3	Улан-Уде	17,8
Ивано-Франковск	25,5	Чита	26,1
Луцк	27,2	Анадырь	55
Ровно	23,4	Биробиджан	38
Симферополь	16	Благовещенск	21,7
Ужгород	32,1	Владивосток	29,7
Хмельницкий	33	Петропавловск-Камчатский	18,6
Курск	29,4	Южно-Сахалинск	28,7
Тамбов	16,8		
Архангельск	19,6		
Мурманск	21,5		
Петрозаводск	22,5		
Псков	19,7		
Астрахань	19,4		
Владикавказ	24,5		
Грозный	45,1		
Махачкала	35		
Новороссийск	16,2		
Сочи	33,4		
Ставрополь	31,9		

Таблица 3

Состав кластера 2

Кластер 2			
Город	Расстояние от центра	Город	Расстояние от центра
1	2	3	4
Минск	15,2	Пермь	20,7
Алматы	30,4	Самара	15,0
Актобе	30,0	Саратов	24,5
Киев	20,3	Уфа	22,4
Днепропетровск	20,8	Екатеринбург	19,0
Донецк	25,2	Магнитогорск	20,5
Запорожье	30,3	Челябинск	15,0

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
Москва	25,6	Иркутск	25,9
Белгород	16,1	Кемерово	18,7
Воронеж	20,0	Красноярск	7,7
Липецк	16,7	Новокузнецк	14,2
Рязань	13,5	Омск	11,8
Ярославль	17,1	Томск	15,3
Санкт-Петербург	19,2	Якутск	24,1
Калининград	17,2		
Нарьян-Мар	57,3		
Сыктывкар	23,4		
Череповец	39,4		
Ростов-на-Дону	15,5		
Волгоград	25,4		
Краснодар	30,8		
Нижний Новгород	15,4		
Казань	23,1		
Оренбург	7,3		

Таблица 4

Состав кластера 3

Кластер 3			
Город	Расстояние от центра	Город	Расстояние от центра
Гюмри	21,8	Севастополь	16,1
Армавир	22,8	Сумы	31,8
Ванадзор	20,5	Тернополь	20,9
Раздан	18,4	Херсон	21,5
Гавар	24,6	Чернигов	16,7
Актау	67,9	Черновцы	18,4
Петропавловск	15,9	Серпухов	37,1
Семей	11,1	Гатчина	12,1
Тараз	12,8	Майкоп	18,9
Шымкент	27,9	Нальчик	10,1
Бишкек	30,9	Элиста	13,2
Ош	17,8	Горно-Алтайск	39,2
Джалал-Абад	15,3	Кызыл	16,2
Каракол	20	Магадан	27,7
Нарын	22,5		
Талас	22,3		
Токмок	12,8		
Бельцы	11,5		
Комрат	14		
Душанбе	15,2		
Худжант	18,7		

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
Горловка	29,1		
Житомир	21,2		
Кировоград	9,4		

Таблица 5

Состав кластера 4

Кластер 4			
Город	Расстояние от центра	Город	Расстояние от центра
Бобруйск	30,4	Калуга	22,6
Брест	15,9	Кострома	24,8
Витебск	18,2	Орел	9,8
Гомель	11,9	Смоленск	33,8
Гродно	16,5	Тверь	39,8
Могилев	6,6	Тула	30,7
Кызылорда	10,1	Великий Новгород	32,8
Павлодар	37,6	Вологда	13,4
Усть-Каменогорск	21,2	Волжский	20,1
Кишинев	35,1	Киров	12,1
Винница	25,8	Пенза	19
Днепродзержинск	43,1	Саранск	20,3
Кривой Рог	29,4	Ульяновск	23,1
Луганск	22,3	Чебоксары	11,5
Львов	29,4	Курган	30,3
Макеевка	38,1	Нижний Тагил	28,9
Мариуполь	31,4	Новосибирск	33,8
Николаев	15,2	Комсомольск-на-Амуре	17,5
Одесса	33,3		
Полтава	20,4		
Харьков	35,8		
Черкассы	13,7		
Брянск	24		
Иваново	26,1		

В таблицах, помимо названий городов, приведены также их расстояния до центра (средней точки) данного кластера. Эти расстояния позволяют судить, насколько тот или иной город по своим показателям близок к значениям, характерным для кластера, в состав которого он входит. Отметим, что эти расстояния никак не определяют рейтинги или ранжирования городов в составе группы; кластерный анализ не в состоянии ранжировать объекты, а лишь группирует их.

На рис. 2 приведена диаграмма средних значений рангов всех шести показателей для каждого кластера.

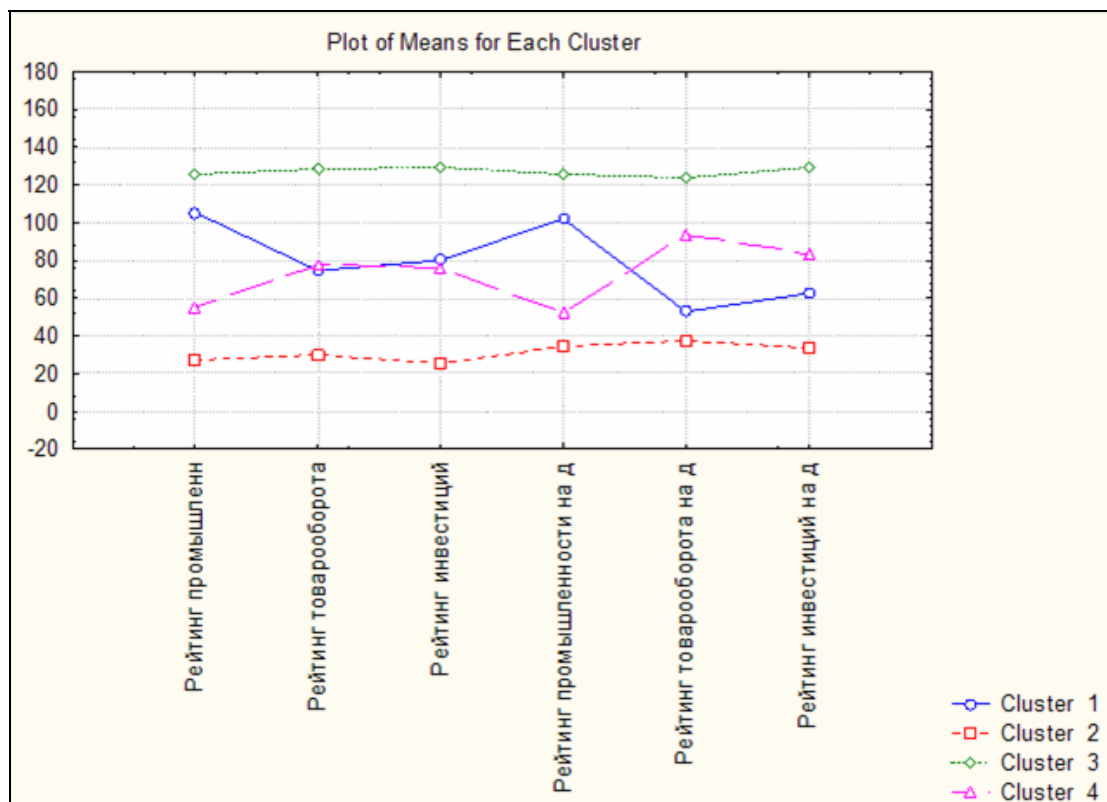


Рис. 2. Средние значения рангов показателей для каждого кластера

Из анализа состава кластеров и рис. 2 можно сделать вывод, что кластер 2 – это группа наиболее промышленно развитых городов, как в количественном, так и в качественном отношении. Кластер 3 – группа наименее развитых городов по совокупности количественных и качественных промышленных показателей. Группы 1 и 4 занимают промежуточное положение, а общие средние их рангов приблизительно равны (тем не менее, кластер 4 в целом немного обгоняет кластер 1: общие средние рангов равны соответственно 73 и 80). Из рис. 2 видно также, что по (полным) товарообороту и инвестициям кластеры 1 и 4 не различаются, а по остальным показателям картина различий между ними является пестрой. В сущности, эти два кластера можно было и не разделять (что, вообще говоря, видно также из рис. 2), и открытая в данном исследовании классификация городов СНГ по степени экономического развития включает в себя скорее не 4, а 3 четко различных между собой групп городов.

На заключительном этапе исследования был проведен компонентный анализ отдельно по исходным показателям 1-3 (количественным) и 4-6 (качественным). Показатели качества моделей (доля объясняемой дисперсии для первой главной компоненты) оказались весьма большими (0,96 и 0,89 соответственно). Ввиду этого возможно построение единых рейтингов, обобщающих каждую группу исходных показателей и ранжирование горо-

дов по их величинам. Результаты приведены в табл. 6-9.

Следует отметить, что различия в ранжировании обусловлены тем, что первая классификация характеризует количественные показатели, а вторая – качественные (в расчете на душу населения). Отрицательные значения обобщенных показателей не носят смыслового характера. Их значения используются лишь для сравнения и ранжирования городов.

В целом, ранжирования по обобщенным показателям совпадает с разделением городов СНГ на 4 (3) кластера, открытое в данном исследовании.

Ниже приведены также графики распределения городов по обобщенным показателям.

Таблица 6

Ранжирование городов по обобщенным показателям

Количественные показатели			Качественные показатели		
Ранг	Город	Рейтинг	Ранг	Город	Рейтинг
1	2	3	4	5	6
1	Москва	19,29	1	Нарьян-Мар	10,76
2	Санкт-Петербург	4,56	2	Череповец	3,48
3	Киев	3,07	3	Магнитогорск	2,86
4	Уфа	1,63	4	Анадырь	2,68
5	Алматы	1,29	5	Кызылорда	2,28
6	Минск	1,28	6	Уфа	2,27
7	Екатеринбург	1,20	7	Липецк	2,09
8	Пермь	1,14	8	Москва	1,91
9	Казань	1,05	9	Новокузнецк	1,86
10	Челябинск	0,88	10	Пермь	1,72
11	Омск	0,86	11	Сыктывкар	1,67
12	Атырау	0,85	12	Нижний Тагил	1,18
13	Нижний Новгород	0,79	13	Екатеринбург	1,14
14	Самара	0,78	14	Якутск	1,01
15	Ростов-на-Дону	0,64	15	Мариуполь	1,01
16	Магнитогорск	0,62	16	Челябинск	0,97
17	Волгоград	0,60	17	Ставрополь	0,95
18	Липецк	0,59	18	Южно-Сахалинск	0,91
19	Днепропетровск	0,56	19	Запорожье	0,86
20	Новокузнецк	0,53	20	Краснодар	0,78
21	Красноярск	0,50	21	Алматы	0,74
22	Запорожье	0,49	22	Ростов-на-Дону	0,73
23	Череповец	0,46	23	Самара	0,73
24	Астана	0,42	24	Омск	0,69
25	Актау	0,37	25	Великий Новгород	0,68
26	Краснодар	0,34	26	Белгород	0,68
27	Новосибирск	0,33	27	Волгоград	0,67
28	Харьков	0,28	28	Калининград	0,65
29	Мариуполь	0,21	29	Казань	0,63

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6
30	Кривой Рог	0,21	30	Тверь	0,63
31	Донецк	0,18	31	Красноярск	0,60
32	Воронеж	0,14	32	Нижний Новгород	0,51
33	Саратов	0,06	33	Кемерово	0,50
34	Ярославль	0,05	34	Киев	0,44
35	Нижний Тагил	0,04	35	Актобе	0,44
36	Ереван	0,03	36	Тула	0,41
37	Калининград	0,00	37	Оренбург	0,40
38	Оренбург	-0,01	38	Благовещенск	0,40
39	Кемерово	-0,03	39	Смоленск	0,36
40	Актобе	-0,04	40	Кривой Рог	0,34
41	Кызылорда	-0,05	41	Усть-Каменогорск	0,34
42	Одесса	-0,06	42	Волжский	0,28
43	Рязань	-0,07	43	Санкт-Петербург	0,28
44	Иркутск	-0,08	44	Черкесск	0,26
45	Нарьян-Мар	-0,09	45	Днепропетровск	0,25
46	Тула	-0,10	46	Иркутск	0,24
47	Томск	-0,11	47	Днепродзержинск	0,20
48	Владивосток	-0,14	48	Томск	0,18
49	Барнаул	-0,15	49	Курск	0,16
50	Ульяновск	-0,16	50	Калуга	0,15
51	Львов	-0,17	51	Минск	0,15
52	Белгород	-0,18	52	Ярославль	0,13
53	Якутск	-0,18	53	Рязань	0,12
54	Сыктывкар	-0,19	54	Тамбов	0,11
55	Тверь	-0,20	55	Владивосток	0,07
56	Ставрополь	-0,22	56	Чита	0,05
57	Павлодар	-0,22	57	Псков	0,04
58	Киров	-0,24	58	Мурманск	0,03
59	Махачкала	-0,24	59	Сочи	0,02
60	Сочи	-0,25	60	Курган	0,02
61	Чебоксары	-0,25	61	Архангельск	-0,01
62	Пенза	-0,26	62	Махачкала	-0,01
63	Волжский	-0,28	63	Улан-Уде	-0,02
64	Усть-Каменогорск	-0,28	64	Саратов	-0,05
65	Курск	-0,29	65	Барнаул	-0,06
66	Гомель	-0,30	66	Павлодар	-0,06
67	Калуга	-0,31	67	Астана	-0,12
68	Великий Новгород	-0,31	68	Воронеж	-0,13
69	Кишинев	-0,32	69	Комсомольск-на-Амуре	-0,15
70	Астрахань	-0,32	70	Петрозаводск	-0,15
71	Караганда	-0,32	71	Брянск	-0,16
72	Николаев	-0,33	72	Полтава	-0,16
73	Брянск	-0,33	73	Ульяновск	-0,16

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6
74	Смоленск	-0,33	74	Орел	-0,18
75	Улан-Уде	-0,33	75	Ужгород	-0,19
76	Чита	-0,34	76	Гродно	-0,20
77	Гродно	-0,34	77	Вологда	-0,21
78	Архангельск	-0,35	78	Донецк	-0,21
79	Могилев	-0,35	79	Черкассы	-0,22
80	Саранск	-0,35	80	Чебоксары	-0,22
81	Полтава	-0,35	81	Биробиджан	-0,22
82	Мурманск	-0,36	82	Пенза	-0,23
83	Днепродзержинск	-0,36	83	Брест	-0,24
84	Тамбов	-0,37	84	Абакан	-0,24
85	Брест	-0,37	85	Луцк	-0,26
86	Орел	-0,37	86	Киров	-0,27
87	Луганск	-0,38	87	Саранск	-0,27
88	Курган	-0,38	88	Могилев	-0,30
89	Черкассы	-0,38	89	Петропавловск-Камчатский	-0,32
90	Симферополь	-0,39	90	Бобруйск	-0,33
91	Южно-Сахалинск	-0,40	91	Хмельницкий	-0,35
92	Вологда	-0,41	92	Караганда	-0,36
93	Витебск	-0,41	93	Кострома	-0,38
94	Новороссийск	-0,42	94	Симферополь	-0,39
95	Комсомольск-на-Амуре	-0,42	95	Новороссийск	-0,39
96	Иваново	-0,42	96	Харьков	-0,40
97	Макеевка	-0,42	97	Серпухов	-0,40
98	Благовещенск	-0,42	98	Гомель	-0,41
99	Винница	-0,43	99	Ровно	-0,43
100	Шымкент	-0,43	100	Сумы	-0,45
101	Бишкек	-0,44	101	Витебск	-0,49
102	Грозный	-0,45	102	Владикавказ	-0,49
103	Бобруйск	-0,45	103	Новосибирск	-0,49
104	Петрозаводск	-0,45	104	Астрахань	-0,51
105	Кострома	-0,45	105	Винница	-0,54
106	Владикавказ	-0,45	106	Магадан	-0,55
107	Йошкар-Ола	-0,46	107	Горно-Алтайск	-0,55
108	Сумы	-0,47	108	Николаев	-0,55
109	Псков	-0,47	109	Йошкар-Ола	-0,56
110	Ровно	-0,48	110	Иваново	-0,59
111	Херсон	-0,48	111	Львов	-0,59
112	Хмельницкий	-0,48	112	Майкоп	-0,59
113	Чернигов	-0,48	113	Одесса	-0,60
114	Луцк	-0,48	114	Луганск	-0,60
115	Горловка	-0,49	115	Ивано-Франковск	-0,60
116	Уральск	-0,49	116	Уральск	-0,60

Продолжение табл. 6

1	2	3	4	5	6
117	Петропавловск-Камчатский	-0,49	117	Тернополь	-0,65
118	Севастополь	-0,50	118	Макеевка	-0,67
119	Житомир	-0,50	119	Ереван	-0,71
120	Ивано-Франковск	-0,50	120	Черновцы	-0,72
121	Семей	-0,51	121	Житомир	-0,72
122	Черкесск	-0,52	122	Херсон	-0,74
123	Абакан	-0,52	123	Гатчина	-0,74
124	Кировоград	-0,53	124	Кызыл	-0,74
125	Тараз	-0,53	125	Грозный	-0,74
126	Черновцы	-0,53	126	Горловка	-0,75
127	Нальчик	-0,53	127	Петропавловск	-0,81
128	Тернополь	-0,53	128	Семей	-0,86
129	Майкоп	-0,54	129	Севастополь	-0,87
130	Петропавловск	-0,54	130	Кировоград	-0,87
131	Ужгород	-0,54	131	Нальчик	-0,88
132	Серпухов	-0,54	132	Чернигов	-0,90
133	Биробиджан	-0,56	133	Элиста	-0,91
134	Анадырь	-0,56	134	Комрат	-0,94
135	Магадан	-0,57	135	Кишинев	-0,96
136	Душанбе	-0,57	136	Бельцы	-1,00
137	Бельцы	-0,57	137	Шымкент	-1,01
138	Кызыл	-0,58	138	Джалал-Абад	-1,02
139	Худжант	-0,58	139	Токмок	-1,02
140	Элиста	-0,58	140	Тараз	-1,05
141	Гатчина	-0,59	141	Бишкек	-1,07
142	Горно-Алтайск	-0,59	142	Атырау	-1,09
143	Ош	-0,60	143	Ош	-1,23
144	Джалал-Абад	-0,61	144	Талас	-1,25
145	Токмок	-0,61	145	Раздан	-1,27
146	Раздан	-0,61	146	Каракол	-1,30
147	Гюмри	-0,61	147	Армавир	-1,34
148	Комрат	-0,62	148	Нарын	-1,35
149	Ванадзор	-0,62	149	Душанбе	-1,36
150	Каракол	-0,62	150	Ванадзор	-1,36
151	Талас	-0,62	151	Худжант	-1,37
152	Нарын	-0,62	152	Гюмри	-1,40
153	Армавир	-0,62	153	Гавар	-1,41
154	Гавар	-0,62	154	Актау	-1,47

Литература

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика в задачах и упражнениях: Учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 270 с.
2. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352 с.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 декабря 2010 г.