

КОЧКИНА Елена Михайловна

Кандидат экономических наук, профессор кафедры
статистики, эконометрики и информатики

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактный телефон: (343) 221-27-61

e-mail: kem_d@mail.ru



РАДКОВСКАЯ Елена Владимировна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры
статистики, эконометрики и информатики

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактный телефон: (343) 221-27-61

e-mail: rev_urgeu@mail.ru

ДРОБОТУН Михаил Владимирович

Старший преподаватель кафедры статистики, эконометрики и информатики

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактный телефон: (343) 221-27-61

e-mail: mdrobotun@yandex.ru



Многомерные статистические методы в исследовании показателей конкурентоспособности территории

Обосновывается возможность и целесообразность применения многомерных статистических методов для исследования показателей конкурентоспособности территорий. Рассматриваются наиболее значимые для оценки конкурентоспособности показатели, такие как производительность труда и влияющие на нее факторы. В качестве практической иллюстрации приводится технология использования факторного анализа, позволяющая построить итоговую экономико-математическую модель, наилучшим образом согласующуюся с исходными статистическими данными. Подробно описана процедура выделения общих факторов, найденные числовые значения которых позволяют оценить их влияние на производительность труда. К достоинством описываемой методики относится появляющаяся в результате применения процедуры вращения возможность корректной экономической трактовки общих факторов. Кроме того, использование методики факторного анализа позволяет избежать проблем, возникающих при обработке больших массивов статистической информации.

JEL classification: C38, J01

Ключевые слова: конкурентоспособность; дисперсия; фактор; факторная нагрузка; общность; характерность; корреляция; модель.

По мере развития процессов глобализации возрастает значимость конкуренции между странами в различных направлениях. Территориальная конкуренция оказывает значительное влияние на социально-экономические процессы, действуя как

мощный стимул активизации потенциалов саморазвития территорий. По мнению авторов, конкуренция становится принципом, определяющим стратегии развития территорий и повышения качества жизни населения, что обуславливает повышенное внимание к этому вопросу [3; 4; 7].

В практическом плане повышение конкурентоспособности требует учета большого числа факторов и разработки активных стратегий, таких как формирование благоприятного инвестиционного климата, поддержка бизнеса и инноваций, обеспечение высокого качества услуг, наращивание культурного и образовательного потенциала, развитие туризма, внедрение информационных технологий управления и т. д. [9].

Одним из наиболее значимых показателей конкурентоспособности, оценивающим эффективность общественного производства и экономического роста, является производительность труда [5]. В качестве важнейшего вспомогательного показателя можно рассматривать величину выработки, позволяющей количественно измерить результаты выполнения любой работы от производства продукции до продажи товаров или оказания услуг. В связи с этим выявление резервов роста производительности труда и определение факторов, под влиянием которых происходит его изменение, становится приоритетной задачей в анализе территориального экономического развития.

Реальный, направленный на получение практических результатов, анализ производительности труда неизбежно наталкивается на трудности, связанные с использованием конкретных статистических методов в исследуемом предметном поле. Например, такие широко известные статистические характеристики, как средние, моды, дисперсии, параметры стандартных распределений при значительном количестве анализируемых показателей не всегда поддаются содержательной интерпретации, а для проведения полноценного анализа необходимо решать проблему выявления существующих взаимосвязей [1]. Построение стандартной регрессионной модели также может приводить к возникновению трудноразрешимых проблем, например статистической незначимости параметров. В этом случае вполне оправданным является применение методов многомерного статистического анализа, например факторного анализа.

Задача факторного анализа состоит в замене набора показателей некоторыми обобщенными показателями (факторами), которые являются линейной комбинацией исходных показателей. Необходимо найти такую систему факторов, которая достаточно адекватно отражает информацию, содержащуюся в исходных показателях [6]. Выделяемые факторы могут быть общими для двух и более переменных, а могут быть и характерными для каждого показателя. Общие факторы, число которых должно быть меньше количества исходных показателей, представляют особый интерес для последующего анализа.

Рассмотрим методику применения факторного анализа на примере исследования производительности труда как одного из наиболее характерных и важных показателей для повышения конкурентоспособности территорий.

На основе теоретического анализа выявляются исходные показатели, оказывающие влияние на производительность труда. Совокупность исходных данных представляет собой матрицу, столбцы которой соответствуют различным показателям, а строки – отдельным предприятиям. Предлагаемая форма является наиболее типичной для представления экспериментальных данных. Таким образом, рассматриваемая статистическая информация представлена матрицей X размерности 6×17 . В нашем случае анализируются шесть показателей, с величиной которых связана производительность труда, а именно: x_{1j} – доля рабочих, занятых при машинах и механизмах; x_{2j} – доля рабочих, занятых вручную; x_{3j} – процент текучести кадров; x_{4j} – коэффициент сменности по всем рабочим на одного рабочего; x_{5j} – электровооруженность фактическая; x_{6j} – доля полуавтоматов и автоматов в технологическом оборудовании. Для исследования выбраны семнадцать предприятий одной отраслевой принадлежности. Элементы

матрицы представляют собой численные значения анализируемых показателей для каждого предприятия. Необходимо уменьшить объем этой информации и извлечь из нее все наиболее значимое, отбросив второстепенное, случайное.

Поскольку исходные показатели являются разномасштабными и имеют различную природу, то выполняется переход к нормированным значениям исходных показателей, т. е. переход от параметра x_{ij} к нормированному показателю z_{ij} :

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i},$$

где x_{ij} – значение i -го показателя для j -го предприятия, \bar{x}_i , σ_i – среднее значение и среднее квадратическое отклонение для i -го показателя. В результате получена матрица Z , размерность которой совпадает с размерностью матрицы X , но элементы матрицы Z представляют собой уже безразмерные величины. При этом дисперсии нормированных переменных равны между собой и принимают единичное значение [2].

Как правило, на начальном этапе факторного анализа определяются значения матрицы парных коэффициентов корреляции (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная матрица

Показатель	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	1,000					
x_2	-0,253	1,000				
x_3	-0,240	-0,586	1,000			
x_4	-0,082	-0,099	0,093	1,000		
x_5	0,495	-0,419	-0,008	0,049	1,000	
x_6	0,393	-0,184	-0,118	0,006	0,022	1,000

Корреляционная матрица является исходной для проведения компонентного анализа. Для матрицы парных коэффициентов корреляции определяются собственные значения, которые необходимы для последующего анализа (табл. 2). Собственные значения найдены с использованием пакета прикладных программ *Statgraphics*.

Таблица 2

Собственные значения

Показатель	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Собственное значение	1,936	1,572	0,974	0,946	0,349	0,225

При определении количества выделяемых факторов для последующего анализа часто оставляют те факторы, у которых собственные значения превышают единицу. Графическая иллюстрация выделения факторов исходя из величин их собственных значений представлена ниже (рис. 1). В нашем случае это условие выполняется для двух факторов: x_1 и x_2 (см. табл. 2).

Для выполнения факторного анализа от корреляционной матрицы необходимо перейти к редуцированной корреляционной матрице, на главной диагонали которой вместо единиц располагаются рассчитанные общности. Поскольку редуцированная корреляционная матрица R является основой для проведения факторного анализа, возникает проблема определения общности для каждого показателя [10].

Дисперсии каждой переменной включают в себя общность и характерность. Общность показателя представляет собой сумму относительных вкладов всех общих

факторов в дисперсию данного показателя. Характерность является той частью дисперсии показателя, которая связана с фактором, присущим только данному показателю, и случайной ошибкой. В дальнейшем характерность будет рассматриваться без деления на указанные составные части.

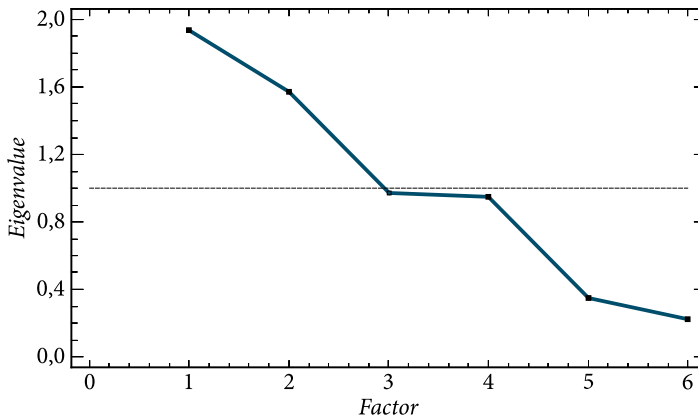


Рис. 1. Графическая иллюстрация выделения двух факторов

Общность может быть разложена по каждому из выделенных факторов. С использованием пакета прикладных программ *Statgraphics* получена матрица весовых коэффициентов (факторных нагрузок), которые характеризуют стохастические связи между исходными показателями и общими факторами. Значения весовых коэффициентов можно рассматривать как координаты показателей в системе, где общие факторы являются координатными осями. Выдвигаем предположение, что каждый элемент исходной матрицы Z является результатом воздействия неких гипотетических общих факторов F и одного характерного фактора ω :

$$z_{ij} = a_{j1}F_{1j} + a_{j2}F_{2j} + a_{j3}F_{3j} + a_{j4}F_{4j} + a_{j5}F_{5j} + a_{j6}F_{6j} + \beta_j\omega_j \quad (1)$$

Для рассматриваемой ситуации $j = 1, 2, \dots, 17$.

В качестве общих рассматриваются те факторы, которые связаны значимыми весовыми коэффициентами более чем с одним показателем. Если фактор имеет значимые весовые коэффициенты со всеми показателями, то он является генеральным. Для изучаемой статистической выборки генеральных факторов не выявлено.

Формула (1) в определенном смысле напоминает регрессионную модель зависимости показателя z_{ij} от шести других показателей плюс остаточный член. Однако существует принципиальное различие с регрессионной моделью. В регрессионном анализе показатели F_j являются значениями непосредственно измеряемых показателей, тогда как в данном случае показатели F_j являются гипотетическими факторами и оцениваются с использованием математического аппарата.

Согласно формуле (1), наблюдаемые значения показателей рассматриваются как линейные комбинации гипотетических факторов, которые не имеют непосредственного измерения. В процессе анализа необходимо представить нормированные показатели z в виде линейной комбинации общих и характерных факторов.

Одной из основных является задача определения количества общих факторов и нагрузок каждого из них по исходным показателям. В данном случае авторами применялся метод главных факторов. Этот подход предполагает использование метода главных компонент в отношении редуцированной матрицы парных коэффициентов корреляции между исходными показателями. В качестве критерия выделения факторов использовалось достижение максимальной дисперсии. Целью выполнения данного шага

являлось выделение небольшого количества факторов, представляющих большую часть изменчивости выбранных шести показателей.

Определение фактора означает определение его нагрузок на исследуемые показатели. По результатам анализа выделены два общих фактора, для которых определены весовые коэффициенты – факторные нагрузки (табл. 3).

Таблица 3

Матрица весовых коэффициентов общих факторов

Показатель	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>
x_1	0,716	-0,545
x_2	-0,779	-0,505
x_3	0,251	0,876
x_4	0,087	0,295
x_5	0,741	-0,103
x_6	0,440	-0,393

Значения в графе *Factor 1* являются весовыми коэффициентами первого общего фактора, значения в графе *Factor 2* – весовыми коэффициентами второго общего фактора. Выделенные векторы отвечают требованиям простой структуры Терстоуна, так как не все факторные нагрузки имеют высокие значения. Эта таблица позволяет записать уравнения для оценивания общих факторов. Например, первый общий фактор можно выразить следующей линейной комбинацией исходных показателей:

$$0,716 \cdot x_1 - 0,779 \cdot x_2 + 0,251 \cdot x_3 + 0,087 \cdot x_4 + 0,741 \cdot x_5 + 0,440 \cdot x_6.$$

Линейная комбинация исходных показателей для второго общего фактора имеет вид:

$$-0,545 \cdot x_1 - 0,505 \cdot x_2 + 0,876 \cdot x_3 + 0,295 \cdot x_4 - 0,103 \cdot x_5 - 0,393 \cdot x_6.$$

Весовой коэффициент связи между показателем x_1 и первым общим фактором равен 0,716. Квадрат данного весового коэффициента ($0,716^2 = 0,513$) отражает вклад первого показателя в дисперсию первого общего фактора. Весовой коэффициент связи между показателем x_1 и вторым общим фактором равен -0,545. Вклад первого показателя в дисперсию второго общего фактора составляет 0,297 ($-0,545^2$). Аналогично интерпретируются остальные весовые коэффициенты.

На основе вкладов общих и характерного факторов в дисперсию показателей определяются общность и характерность (табл. 4).

Таблица 4

Расчетные значения общности и характерности для дисперсии изучаемого процесса

Показатель	Вклад показателя в дисперсию первого фактора	Вклад показателя в дисперсию второго фактора	Расчетная общность	Расчетная характерность
x_1	0,513	0,297	0,810	0,190
x_2	0,608	0,255	0,863	0,137
x_3	0,063	0,768	0,831	0,169
x_4	0,008	0,087	0,095	0,905
x_5	0,550	0,011	0,560	0,440
x_6	0,194	0,154	0,348	0,652

Далее определяются вклады показателей в дисперсию первого и второго общих факторов. Дисперсия первого общего фактора равна сумме вкладов всех шести показателей в его дисперсию:

$$0,513 + 0,608 + 0,063 + 0,08 + 0,550 + 0,194 = 1,936.$$

Аналогично определяется дисперсия второго общего фактора:

$$0,297 + 0,255 + 0,768 + 0,087 + 0,011 + 0,154 = 1,572.$$

Вклад показателя x_j в дисперсию фактора можно найти как отношение вклада показателя x_j к дисперсии рассматриваемого фактора. В табл. 5 представлены вклады в дисперсии первого и второго общих факторов всех рассматриваемых показателей.

Таблица 5

Вклады показателей в дисперсии общих факторов

Показатель	Вклад показателей в дисперсию первого общего фактора	Вклад показателей в дисперсию второго общего фактора
x_1	0,265	0,189
x_2	0,314	0,162
x_3	0,033	0,489
x_4	0,004	0,055
x_5	0,284	0,007
x_6	0,100	0,098

Для дальнейшего анализа определяются вклады общих факторов в суммарную общность. Величина суммарной общности по выделенным факторам исчисляется как сумма расчетных общностей для всех рассматриваемых показателей:

$$0,810 + 0,863 + 0,831 + 0,095 + 0,560 + 0,348 = 3,507.$$

Поскольку дисперсии нормированных переменных равны между собой и принимают единичное значение, то общая дисперсия процесса равна шести (согласно количеству показателей). Величина суммарной общности равна 3,507, следовательно, суммарная характерная дисперсия составляет 2,493.

Для определения вклада общего фактора в суммарную общность находится отношение дисперсии фактора к величине суммарной общности. Вклад первого общего фактора в суммарную общность составляет 0,552, а второго – 0,448. Получив значения вкладов в суммарную общность выделенных факторов, можно определить вклады каждого показателя в общность первого и второго общих факторов. Для этого вклад каждого показателя в дисперсии общих факторов умножим на вес соответствующего фактора в суммарной общности процесса (табл. 6).

Таблица 6

Вклады показателей в суммарную общность выделенных общих факторов

Показатель	Вклад показателя в суммарную общность первого фактора	Вклад показателя в суммарную общность второго фактора
x_1	0,146	0,085
x_2	0,173	0,073
x_3	0,018	0,219
x_4	0,002	0,025
x_5	0,157	0,003
x_6	0,055	0,044

Вклад в дисперсию первого общего фактора определяется как отношение дисперсии этого фактора (1,936) к общей дисперсии (6). Аналогично определяются вклады в дисперсию остальных факторов (табл. 7).

Таблица 7

Собственные значения и процент дисперсии для анализируемых факторов

Фактор	Собственное значение	Процент дисперсии	Накопленный процент дисперсии
F_1	1,936	32,2	32,2
F_2	1,572	26,2	58,4
F_3	0,974	16,2	74,7
F_4	0,946	15,8	90,4
F_5	0,349	5,8	96,3
F_6	0,225	3,7	100,0

На рис. 2 показано изменение суммарного вклада главных компонент в общую дисперсию исследуемого процесса.

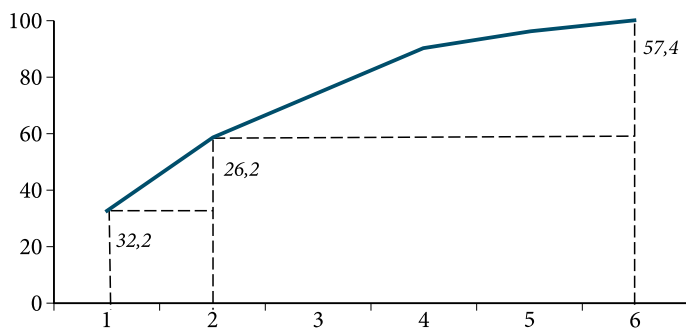


Рис. 2. Изменение суммарного вклада факторов в общую дисперсию

Таким образом, на основе собранной статистической информации установлено минимальное количество факторов, которые воспроизводят наблюдаемые взаимосвязи, а также значения общностей для каждого показателя. Далее имеет смысл выявить легко интерпретируемые общие факторы. Для получения таких факторов используется процедура вращения, т. е. существующая система координат вращается вокруг ее начала [8], в результате чего остаются неизменными расстояния от точек до начала координат (длина векторов) и углы между векторами. При этом число факторов и значения общностей показателей фиксируются. Целью вращения является получение простой структуры, т. е. чтобы большинство наблюдений находились вблизи координатных осей. К простой структуре, согласно Терстоуну, предъявляются следующие требования:

- каждый показатель должен иметь высокую факторную нагрузку хотя бы с одним фактором;
- каждый фактор должен иметь высокие факторные нагрузки не менее чем с r переменными (в качестве показателя r рассматривается надежность, которая представляет собой сумму общности и основной части характерности – специфичности);
- должны быть такие признаки, которые с одним фактором имеют нулевую или близкую к ней нагрузку, а с другими – максимально большую;
- если число факторов больше четырех, то необходимо иметь как можно больше показателей с нулевыми факторными нагрузками;
- следует стремиться к тому, чтобы было как можно меньше показателей с высокими факторными нагрузками по двум и более факторам.

Важнейшей целью факторного анализа является получение факторов, которые можно содержательно интерпретировать. Поскольку в процессе вращения система координат может принимать большое количество возможных положений, то необходим критерий, по которому можно судить о близости к желаемому результату. Существуют различные критерии. Авторами выбран метод варимаксного вращения (Varimax Rotation). Целью выполняемого вращения по указанному методу является максимизация дисперсии выделяемого фактора и минимизация разброса вокруг нее. После выполнения вращения по выбранному методу, были рассчитаны новые весовые коэффициенты (факторные нагрузки) общих факторов (табл. 8).

Таблица 8

Матрица весовых коэффициентов общих факторов после вращения

Показатель	Factor 1	Factor 2
x_1	0,886	-0,158
x_2	-0,463	-0,805
x_3	-0,176	0,894
x_4	-0,058	0,302
x_5	0,707	0,247
x_6	0,571	-0,149

В целом можно признать, что матрица факторных нагрузок после вращения отвечает требованиям простой структуры. На ее основе можно интерпретировать выделенные факторы. Ниже приведена графическая иллюстрация факторных нагрузок в пространстве выделенных факторов (рис. 3).

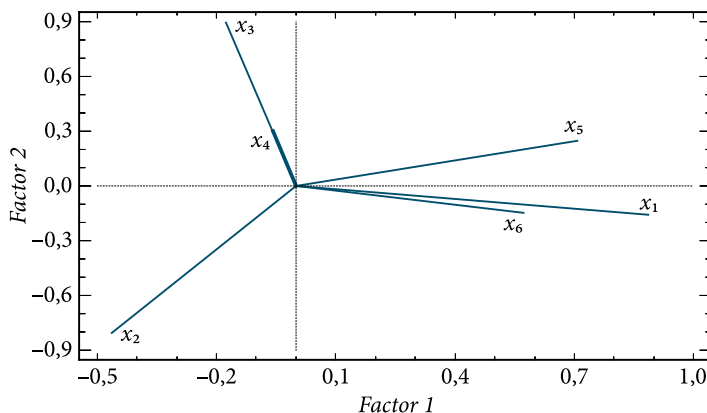


Рис. 3. Факторные нагрузки после процедуры вращения в пространстве общих факторов

Первый фактор имеет высокие факторные нагрузки с первым, пятым и шестым показателями. Его можно интерпретировать как производственный ресурс предприятия. Второй фактор имеет высокие факторные нагрузки с вторым и третьим показателями. Это фактор в большей мере характеризует организацию работы на предприятии. Четвертый показатель (коэффициент сменности) характеризуется невысокими факторными нагрузками и имеет высокую расчетную характерность. Второй фактор, как до выполнения процедуры вращения, так и после нее, имел более высокую факторную нагрузку с коэффициентом сменности. Отметим, что после выполнения процедуры вращения факторная нагрузка увеличилась, что свидетельствует о целесообразности выполненных действий.

На основе факторных нагрузок определяются значения факторов для каждого наблюдения. Значения факторов рассчитываются в два этапа. На первом этапе определяются коэффициенты регрессии для каждого фактора по показателям, характеризующим выбранные объекты (предприятия). На втором этапе значения факторов определяются по формуле (в качестве примера выбран первый фактор):

$$F_{1j} = \sum_{i=1}^6 b_i \cdot z_{ij}, \quad (2)$$

где F_{1j} – значение первого фактора для j -го предприятия; b_i – коэффициенты уравнения регрессии первого фактора по i -му показателю, z_{ij} – значение i -го показателя для j -го предприятия.

В табл. 9 приведены численные значения выделенных общих факторов.

Таблица 9

Значения факторов для анализируемых предприятий

№ предприятия	Factor 1	Factor 2	№ предприятия	Factor 1	Factor 2
1	-0,137	-1,684	10	1,210	3,019
2	-0,227	-2,423	11	1,792	-0,521
3	-1,074	-2,690	12	-3,222	0,668
4	-1,018	-2,362	13	-1,035	0,597
5	-0,744	-0,900	14	2,891	1,794
6	0,107	1,482	15	-1,801	1,299
7	2,542	1,167	16	0,102	0,083
8	1,751	-1,149	17	-3,299	1,081
9	2,162	0,539			

Выделенные факторы представляют собой интегральные показатели, по их величинам можно выделить предприятия с лучшими производственными характеристиками. Как видно из табл. 9, для предприятия № 14 величина первого фактора принимает максимальное значение, т. е. это предприятие обладает лучшими производственными характеристиками. В число предприятий с высокими производственными характеристиками можно также включить предприятия № 7 и № 9. Минимальные производственные возможности характеризуют предприятие № 17 (самое низкое значение первого фактора).

Полученные значения факторов можно использовать для построения корреляционно-регрессионной модели [2]. Анализ позволил выделить два существенных фактора, объединяющих практически все исходные показатели. Затруднения возникли с показателем x_4 , который имеет недостаточно высокие факторные нагрузки с обоими выделенными общими факторами.

На основе результатов факторного анализа авторами построена регрессионная модель зависимости производительности труда от выделенных общих факторов. Как показали результаты регрессионного анализа, коэффициент корреляции достигает порогового значения (0,7), нулевая гипотеза для коэффициента детерминации отвергается, нулевая гипотеза для первого общего фактора отвергается, а влияние второго общего фактора нельзя признать установленным.

Далее строилась регрессионная модель зависимости производительности труда от первого общего фактора и тех показателей, с которыми второй общий фактор имеет высокие факторные нагрузки (x_2 ; x_3 ; x_4). Полученные результаты нельзя признать удовлетворительными, так как по итогам регрессионного анализа статистическое влияние показателей x_2 и x_4 нельзя признать установленным.

Модель зависимости производительности труда от первого общего фактора и показателя x_3 демонстрирует выполнение всех требований к качеству результатов

регрессионного анализа. В процессе построения окончательного варианта модели был удален один статистический выброс. Полученная регрессионная модель характеризуется высокой корреляцией между изучаемыми показателями (0,83), все коэффициенты модели являются значимыми, выборка данных для построения модели признается достаточной, статистические выбросы отсутствуют.

Как показывают результаты проведенного анализа, на основе исходных статистических данных с использованием факторного анализа были получены два общих фактора, имеющих содержательную экономическую интерпретацию. Тем самым существенно снижена размерность статистического массива и устранена проблема мультиколлинеарности. Построенная регрессионная модель отражает зависимость производительности труда от процента текучести кадров и первого общего фактора, характеризующего производственные возможности предприятия.

Таким образом, использование факторного анализа позволяет выявлять закономерности, лежащие в основе эмпирических данных, и более глубоко исследовать экономические показатели на основе полученных в процессе анализа новых сведений об изучаемом объекте. По мнению авторов, применение рассмотренной методики факторного анализа дает возможность не только нивелировать часть проблем, возникающих при обработке больших массивов статистической информации, но и в целом повысить практическую значимость результатов любых экономических исследований.

Источники

1. Грезина М. А., Колчина О. А., Ракитина М. С. Анализ концептуальных подходов и формирование критериев оценки уровня развития бюджетного сектора на основе факторного анализа // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. № 6 (143). С. 91–101.
2. Кадочникова Е. И. К вопросу о методах анализа многомерных данных // Путь науки. 2014. № 5 (5). С. 64–66.
3. Конкурентоспособность региона: новые тенденции и вызовы / под ред. А. И. Татаркина. Екатеринбург : Ин-т экономики УрО РАН, 2003.
4. Кочкина Е. М., Радковская Е. В., Дроботун М. В. Развитие международной торговли как один из факторов повышения конкурентоспособности региона // Фундаментальные исследования. 2014. № 5-3. С. 533–538.
5. Молчанова Е. Н. Конкурентоспособность персонала как один из ключевых факторов конкурентоспособности организации // Молодой ученый. 2014. № 6 (65). С. 458–460.
6. Попов А. А. Проведение факторного анализа экономики региона с использованием программной системы SPSS // В мире научных открытий. 2010. № 2 (08). Ч. 1. С. 120–124.
7. Стратегии макрорегионов России: методологические подходы, приоритеты и пути реализации / под ред. А. Г. Гранберга. М. : Наука, 2004.
8. Стритецкий В., Стритецкий М., Куигли М. Дж. Д. HR-сегментация в условиях чешского рынка труда // Управленец. 2015. № 5 (57). С. 46–53.
9. Татаркин А. И. Программно-проектные возможности повышения конкурентоспособности территории // Проблемы теории и практики управления. 2013. № 8. С. 8–15.
10. Филатов Е. А. Оценка результативных показателей по оригинальным методам в детерминированном факторном анализе // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 10 (57). С. 255–262.

Multivariate Statistical Methods in the Study of the Indicators of Territorial Competitiveness

by Yelena M. Kochkina, Yelena V. Radkovskaya and Mikhail V. Drobotun

The article proves the possibility and relevance of applying multivariate statistical methods to study the indicators of territorial competitiveness. It looks at the indicators that are the most important for assessing the competitiveness, such as labour productivity and factors influencing it. The technology of factor analysis is used as a practical illustration allowing authors to construct the final economic-mathematical model, which best suits the original statistical data. The article details the procedure of allocating common factors, the calculated numerical values of which enabled the authors to assess the factors' impact on the labour productivity. The apparent advantage of the described method is the possibility of correct economic interpretation of the common factors, which results from the procedure of factor rotation. Furthermore, using the methodology of the factor analysis helps avoid the problems linked with the processing of the vast amount of statistical information.

Keywords: competitiveness; dispersion; factor; factor loading; commonality; specificity; correlation; model.

References:

1. Grezina M. A., Kolchina O. A., Rakitin M. S. Rakitina M. S. Analiz kontseptual'nykh podkhodov i formirovanie kriteriev otsenki urovnya razvitiya byudzhnogo sektora na osnove faktornogo analiza [The analysis of conceptual approaches and the formation of criteria for assessing the level of development of the public sector on the basis of factor analysis]. *Izvestiya Yuzhnogo federalnogo universiteta. Tekhnicheskie nauki – Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2013, no. 6 (143), pp. 91–101.
2. Kadochnikova Ye. I. K voprosu o metodakh analiza mnogomernykh dannykh [On the problem of methods for multivariate data analysis]. *Put nauki – The Way of Science*, 2014, no. 5 (5), pp. 64–66.
3. Tatarkina A. I. (ed.). *Konkurentosposobnost regiona: novye tendentsii i vyzovy* [Regional competitiveness: New trends and challenges]. Yekaterinburg: Institute of Economics (Ural branch of the Russia Academy of Sciences), 2003.
4. Kochkina Ye. M., Radkovskaya Ye. V., Drobotun M. V. Razvitie mezhdunarodnoy torgovli kak odin iz faktorov povysheniya konkurentosposobnosti regiona [Development of international trade as a factor in improving the competitiveness of a region]. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental Research*, 2014, no. 5, pp. 533–538.
5. Molchanova Ye. N. Konkurentosposobnost personala kak odin iz klyuchevykh faktorov konkurentosposobnosti organizatsii [Personnel competitiveness as one of the key factors in the competitiveness of an organization]. *Molodoy ucheniy – Young Scientist*, 2014, no. 5 (5), pp. 458–460.
6. Popov A. A. Provedenie faktornogo analiza ekonomiki regiona s ispol'zovaniem programmnoy sistemy SPSS [Carrying out a factor analysis of regional economy using SPSS software]. *V mire nauchnykh otkrytiy – In the World of Scientific Discoveries*, 2010, no. 2–1, Part 1, pp. 120–124.
7. Granberg A. G. (ed.). *Strategii makroregionov Rossii: metodologicheskie podkhody, priority i puti realizatsii* [Strategies for macro-regions of Russia: methodological approaches, priorities and ways of implementation]. Moscow: Nauka Publ., 2004.
8. Střiteský V., Střiteský M., Quigley M. J. D. Segmentation in Conditions Pertaining on the Czech Labour Market. *Upravenets – The Manager*, 2015, no. 5 (57), pp. 46–53.
9. Tatarkin A. I. Programmno-proektnye vozmozhnosti povysheniya konkurentosposobnosti territorii [Program and project-based possibilities to enhance territorial competitiveness]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya – Theoretical and Practical Aspects of Management*, 2013, no. 8, pp. 8–15.
10. Filatov Ye. A. Otsenka rezul'tativnykh pokazateley po original'nym metodam v determinirovannom faktornom analize [Evaluating the performance indicators with the use of the original methods in deterministic factor analysis]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of Irkutsk State Technical University*, 2011, no. 10 (57), pp. 255–262.

Contact Info:

Yelena M. Kochkina, Cand. Sc. (Econ.), Prof.
of Statistics, Econometrics & Information
Science Dept.
Phone: (343) 221-27-61
e-mail: kem_d@mail.ru

Ural State University of Economics
62/45 8 Marta/Narodnoy Voli St., Yekaterinburg,
Russia, 620144

Yelena V. Radkovskaya, Cand. Sc. (Econ.),
Associate Prof. of Statistics, Econometrics
& Information Science Dept.

Phone: (343) 221-27-61

e-mail: rev_urgeu@mail.ru

Mikhail V. Drobotun, Sr. lecturer of Statistics,
Econometrics & Information Science Dept.

Phone: (343) 221-27-61

e-mail: mdrobotun@yandex.ru

Ural State University of Economics
62/45 8 Marta/Narodnoy Voli St., Yekaterinburg,
Russia, 620144

Ural State University of Economics
62/45 8 Marta/Narodnoy Voli St., Yekaterinburg,
Russia, 620144