

UDC 303.092.5

## Modeling of Statistical Relations in Regional Economy Sphere

<sup>1</sup> Alexey S. Levizov<sup>2</sup> Inna F. Kurbyko<sup>1</sup> VISU, Russia

87, Gorkogo st., Vladimir, 600000

PhD (economic), Senior lecturer

<sup>2</sup> VISU, Russia

87, Gorkogo st., Vladimir, 600000

PhD (physical and mathematical), Senior lecturer

E-mail: levizov@rambler.ru

**Abstract.** The present research represents the integrated system of processing of the empirical data on the basis of a combination of multivariate methods of mathematical statistics. The classification of Central Russia regions by the state of economic development and a quantitative estimation of interrelations between economic indicators is made.

**Keywords:** economic indicators; correlation; regressional models; factorial analysis; major components; clusters.

Современные компьютерные технологии и развитые методы математической статистики позволяют анализировать сложные экономические системы (см., в частности, [1] и имеющуюся там библиографию). При помощи этих методов изучаются взаимосвязи между различными экономическими показателями, также выявляются новые, ранее неизвестные связи, уточняются или опровергаются гипотезы о существовании определенных зависимостей, предполагаемых экономической теорией. При всём многообразии существующих подходов к исследованию экономики регионов, вопросы теории и практики в этой области, на наш взгляд, разработаны недостаточно. Сложность изучения взаимосвязей показателей обусловлена тем, что субъекты Российской Федерации являются регионами с различным уровнем социально-экономического развития, что объясняет их различный экономический статус. С нашей точки зрения, в условиях развивающейся рыночной экономики следует расширить практику применения математического моделирования как метода обоснованного воздействия и регулирования факторов экономической сферы на региональном уровне. В этой связи в настоящей работе проведено исследование, затрагивающее область региональной экономики.

В данной работе изучается вариация в многофакторной системе статистико-экономических показателей регионов Центрального федерального округа Российской Федерации (ЦФО РФ), которые выступают в качестве объектов исследования. Предметом исследования являются следующие показатели (по состоянию на 2010 год):  $X_1$  – среднегодовая численность населения занятых в экономике (тыс. чел.);  $X_2$  – среднедушевые денежные доходы в месяц (руб.);  $X_3$  – среднедушевые денежные расходы в месяц (руб.);  $X_4$  – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций (руб.);  $X_5$  – основные фонды в экономике (по полной учетной стоимости) (млрд. руб.);  $X_6$  – обрабатывающие производства (млн. руб.);  $X_7$  – производство и распределение электроэнергии, газа и воды (млн. руб.);  $X_8$  – продукция сельского хозяйства (млн. руб.);  $X_9$  – оборот розничной торговли (млрд. руб.);  $X_{10}$  – инвестиции в основной капитал (млн. руб.); здесь через  $Y$  обозначается валовый региональный продукт (ВРП) в текущих основных ценах (млрд. руб.), который принимается за результативный показатель системы. Конечно, в данной работе не учитываются многие другие факторы, возможно, вносящие значимый вклад в рост объемов ВРП регионов. К сожалению, не удалось получить полные статистические данные по факторам, определяющим экономическую инфраструктуру регионов. Обработка данных проводилась на основе пакета прикладных программ STADIA и MS Excel.

Целью работы являлась количественная оценка взаимосвязей между экономическими показателями, моделирование зависимости объемов ВРП от факторных переменных – экономических ресурсов регионов, выявление главных факторов в плане их влияния на

суммарную дисперсию объектов и в этой связи построение классификации регионов по состоянию социально-экономического развития и оценка положения Владимирской области на фоне регионов ЦФО.

Для решения поставленных задач был разработан и реализован алгоритм статистического анализа многофакторной системы показателей социально-экономического развития регионов, включающий следующие этапы:

1. Формирование социально-экономических показателей регионов ЦФО.
2. Корреляционный анализ.
3. Регрессионный анализ.
4. Выделение главных факторов (компонент).
5. Разбиение множества объектов на кластеры.
6. Классификация регионов ЦФО по состоянию социально-экономического развития.

Первый этап настоящей работы так же, как и каждое статистическое исследование, начинается со сбора и систематизации сведений об отобранных единицах наблюдения. Эти сведения были представлены в виде статистико-экономических показателей регионов РФ на основе источников Федеральной службы государственной статистики. Для формирования системы показателей использовались данные о населении регионов РФ (тыс. чел.).

В целях сравнения регионов по уровню социально-экономического развития исходные данные для статистической обработки были переведены в расчёте на душу населения. Таким образом был сформирован массив исходных данных. У нас  $n=17$  – объём выборки (количество регионов);  $k=10$  – количество факторных переменных (социально-экономических показателей). Отметим, что из исследования был исключён город Москва ввиду его показателей, несопоставимых с показателями других регионов.

На втором этапе была рассчитана матрица парных коэффициентов корреляции, анализ которой позволил выделить факторы:  $(X_2, X_3, X_5, X_6, X_9, X_{10})$ , связанные статистически значимой корреляцией с результивным показателем  $Y$ :  $r(X_2, Y)=0,85$ ;  $r(X_3, Y)=0,75$ ;  $r(X_5, Y)=0,65$ ;  $r(X_6, Y)=0,73$ ;  $r(X_9, Y)=0,71$ ;  $r(X_{10}, Y)=0,70$ .

На третьем этапе работы были построены модели множественной регрессии, а также модели простой регрессии по выделенным значимым экономическим факторам, дающим оценку изолированного влияния факторных переменных на результивный показатель объёмов ВРП. Рассчитаны следующие модели:  $Y=1,4941+1,4141X_9$  ( $R=0,71$ ;  $F=14,80$ ;  $S_e=2,58$ );  $Y=\text{Exp}(1,6417+0,0149\sqrt{X_{10}})$  ( $R=0,72$ ;  $F=15,84$ ;  $S_e=0,17$ ). Здесь  $R$  – множественный коэффициент корреляции,  $F$  – значение критерия Фишера,  $S_e$  – стандартная ошибка регрессии. Методом пошаговой регрессии из этих факторов были отобраны переменные с наибольшими частными коэффициентами корреляции и построена модель множественной линейной регрессии:  $Y=-4,0221+0,00087X_2+0,0576X_5+0,00076X_{10}$ , объясняющая около 86 % вариации  $Y$ , адекватная экспериментальным данным по  $F$ -критерию. Коэффициенты эластичности для модели множественной регрессии показывают, что если показатель  $X_2$  вырастет на 1 %, это приведет к росту  $Y$  на 0,88 %; аналогично, изменение  $X_5$  и  $X_{10}$  на 1 % приводит к изменению  $Y$  в среднем, соответственно, на 0,16 % и 0,24 %. Отметим, что некоторые факторные переменные также значимо коррелируют между собой, причём, самые высокие коэффициенты корреляции  $r(X_3, X_9)=0,94$ ;  $r(X_2, X_3)=0,96$ . Построена модель-экспонента  $X_3=\text{Exp}(8,6378+0,000059104X_2)$ , где  $R=0,96$ ;  $F=190,80$ ;  $S_e=0,042$ .

При выполнении 4-5 этапов работы мы исходили из предположения, что экономическое развитие регионов проявляется в вариации огромного множества переменных, среди которых можно наблюдать существенную взаимную корреляцию или значимую связь. Однако, глубинных (латентных) факторов может быть существенно меньше, чем регистрируемых переменных. Степень влияния фактора на некоторую переменную (в данном случае показатель экономического развития) проявляется в величине дисперсии, в разбросе или диапазоне изменения этого показателя при изменении значений фактора. Поэтому в качестве основного инструмента исследования авторами выбран факторный анализ, а затем на базе его результатов кластерный анализ. Таким образом были выделены три главные компоненты ( $F_1, F_2, F_3$ ), которые являются линейной комбинацией факторов  $(X_2, X_3, X_5, X_6, X_9, X_{10})$  и отвечают за 92,5 % дисперсии исходных показателей. В трехмерном пространстве трёх главных компонент наиболее близкие точки между собой соответствуют показателям  $X_3$  и  $X_9$ . Затем в пространстве главных факторов был выполнен кластерный анализ с помощью дивизивной стратегии, на

основе которого построена классификация регионов ЦФО, представленная в таблице ниже. На минимальном нормированном евклидовом расстоянии [2] друг от друга оказались точки, соответствующие Тамбовской и Тверской областям.

Таблица.

### Группы регионов ЦФО по социально-экономическому развитию

Группа	Регионы-объекты	Координаты объектов в пространстве трёх главных компонент
A	Белгородская область Калужская область Липецкая область	(1,85; -0,98; -0,59) (1,76; -1,52; 0,94) (2,88; -2,15; 0,16)
B	Костромская область Рязанская область Смоленская область Тамбовская область Тверская область Ярославская область	(-1,80; 0,36; 0,61) (-0,71; 0,29; 0,74) (0,44; 0,58; 0,35) (-0,99; 0,33; 0,39) (0,47; -0,25; 1,07) (0,89; -0,4; 1,97)
C	Брянская область Владимирская область Воронежская область Ивановская область Курская область Орловская область Тульская область	(-1,87; 0,84; -0,68) (-1,89; -0,60; -0,87) (-1,04; -0,23; -0,2) (-3,36; 0,07; -0,16) (-0,52; 0,49; -0,1) (-2,04; 0,56; -0,33) (0,23; 0,16; -1,02)
D	Московская область	(5,71; 2,43; -0,4)

На шестом этапе методом дискриминантного анализа была проверена статистическая гипотеза о непротиворечивости построенной классификации объектов.

#### Примечания:

1. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. 512 с.
2. Курбыко И.Ф. Дополнительные главы математической статистики: учеб. пособие / И.Ф. Курбыко, А.С. Левизов, С.В. Левизов. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. 135 с.

УДК 303.092.5

### Моделирование статистических связей в сфере региональной экономики

<sup>1</sup> Алексей Сергеевич Левизов

<sup>2</sup> Инна Фёдоровна Курбыко

<sup>1-2</sup> Владимирский государственный университет, Россия  
600000, Россия, г. Владимир, ул. Горького, 87

<sup>1</sup> Кандидат экономических наук, доцент

<sup>2</sup> Кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: levizov@rambler.ru

**Аннотация.** Настоящее исследование представляет собой интегрированную систему обработки эмпирических данных на основе комбинации многомерных методов математической статистики. Построена классификация регионов Центра России по состоянию экономического развития и выполнена количественная оценка взаимосвязей между экономическими показателями.

**Ключевые слова:** экономические показатели; корреляция; регрессионные модели; факторный анализ; главные компоненты; кластеры.