

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СФЕРУ ОБРАЗОВАНИЯ

Т. Н. Гоголева, С. П. Клинова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 17 апреля 2013 г.

Аннотация: в статье рассматривается возможность использования факторного анализа в исследовании динамических процессов социальной сферы на примере результирующего показателя, характеризующего дошкольное образование в Воронежской области. По результатам исследования предложена методика осуществления факторного анализа, включающая поуровневое выделение факторов, влияющих на результирующий показатель, моделирование зависимостей выделенных факторов и результирующего показателя, интерпретацию полученных результатов и рекомендации относительно возможного использования разработанной методики.

Ключевые слова: факторный анализ, социальная сфера, детерминированный анализ, стохастический анализ, регрессионный анализ, факторный анализ и мониторинг развития социальной сферы, факторный анализ и управленческие решения.

Abstract: this paper examines the possibility of using of factor analysis in the study of dynamic processes of social sphere consider the example of productive indicator on pre-school education of the Voronezh region. According to the study the technique of factor analysis is developed, which includes the assignment of factors by levels regarding their impact on the productive indicator; modeling dependencies between factors and productive indicator; the interpretation of the results and recommendations concerning the possible use of the developed technique.

Key words: factor analysis, social sphere, deterministic analysis, stochastic analysis, regression analysis, factor analysis and monitoring of the development of the social sphere, factor analysis and management solutions.

В настоящее время методика факторного анализа получила достаточно широкое применение не только в экономике для анализа хозяйственно-экономической деятельности [1, 2] на микро- и макроуровне и построения обобщенных показателей экономического развития, но и в других сферах общественной жизни. Так, например, в социальной сфере – для классификации социальных объектов и изучения общественного мнения. О возможности применения факторного анализа за пределами экономических исследований свидетельствуют работы М. Р. Деметрадзе [3], А. А. Мухина [4], В. С. Собкина [5], А. Ш. Тхостова, Д. А. Степановича [6] и др. Причины растущей привлекательности данного статистического метода кроются в его широких возможностях при осуществлении комплексных и системных исследований динамики социальных процессов. С помощью методов факторного анализа можно осуществлять постоянный мониторинг социальных явлений, основывающийся на различных статистических показателях, делая акцент на

динамической составляющей, поскольку главной задачей факторного анализа всегда является измерение воздействия факторов на количественные характеристики изучаемых явлений.

В современных условиях методы факторного анализа стали широко использоваться для определения направлений, задач и оценки результатов целевого регулирования органами государственной власти социальных процессов. Авторы данной статьи приняли участие в одном из проектов по определению возможностей применения факторного анализа при исследовании сферы образования для определения приоритетов и направлений адресных воздействий со стороны региональных органов власти для совершенствования управляющего влияния. В результате была разработана методика проведения факторного анализа показателей, характеризующих развитие сферы образования, которая носит достаточно универсальный характер и может быть интересной не только применительно к данной сфере и уровню (Воронежская область), но и к изучению динамики других элементов социальной сферы.

Методика факторного анализа

В связи с вышеизложенным нами предлагается вариант факторного анализа, который демонстрируется на примере одного из показателей, характеризующих развитие системы образования Воронежской области, а именно: «Обеспеченность детей дошкольного возраста местами в дошкольных общеобразовательных учреждениях, количество мест на 1000 детей»).

Предлагаемая методика включает следующие этапы анализа:

1. Отбор факторов, определяющих исследуемые результирующие показатели, их классификация и систематизация с целью обеспечения комплексного и системного подходов к исследованию влияния на выделенные показатели.

2. Определение форм зависимости между выделенными факторами и результирующими показателями. Моделирование взаимосвязей между факторами и результирующим показателем.

3. Расчет влияния факторов и оценка роли каждого из них в изменении результирующего показателя.

4. Определение направлений расширения факторного анализа показателей, характеризующих развитие системы образования.

В работе использовались следующие типы факторного анализа:

– детерминированный анализ – методика исследования влияния факторов, связь которых с результирующими показателями носит функциональный характер, т. е. результирующий показатель представлен в виде произведения, частного, алгебраической суммы факторов. Данный вид анализа используется применительно к таким факторам, по отношению к которым необходимо и возможно определить ведущие тенденции, имеющие количественно определяемые связи;

– стохастический анализ – методика исследования факторов, связь которых с результирующими показателями является вероятностной (корреляционной). Он используется для количественного подтверждения качественных связей и требует применения эконометрических методов оценки;

– многоступенчатый факторный анализ – исследование проводится с детализацией факторов, что делает возможным изучение влияния факторов различных уровней соподчиненности.

На первых двух этапах исследования были выделены факторы, определяющие исследуемый результирующий показатель, определены типы зависимостей, существующих между ними, а также предложены модели взаимосвязей между факторами

и результирующими показателями в общем виде.

Для результирующего показателя «Обеспеченность детей дошкольного возраста местами в дошкольных общеобразовательных учреждениях, количество мест на 1000 детей» (О) были выделены три уровня факторов, характеризующихся различными зависимостями.

Факторы первого уровня:

1. Обеспеченность детей местами в государственных (муниципальных) дошкольных учреждениях (O_r).

2. Обеспеченность детей местами в частных дошкольных учреждениях (O_q).

$$O = O_r + O_q.$$

Детерминированная зависимость, аддитивная модель.

Факторы второго уровня:

1.1. Количество детей, претендующих на места в детских государственных (муниципальных) дошкольных учреждениях (K_r).

1.2. Количество мест в государственных (муниципальных) дошкольных учреждениях (K_{mr}).

$$O_r = K_{mr} / K_r.$$

Детерминированная зависимость, кратная модель.

2.1. Количество детей, претендующих на места в детских частных дошкольных учреждениях (K_q).

2.2. Количество мест в частных дошкольных учреждениях (K_{mq}).

$$O_q = K_{mq} / K_q.$$

Детерминированная зависимость, кратная модель.

Факторы третьего уровня:

Поскольку все факторы третьего уровня оказывают влияние на исследуемый результирующий показатель (О), а не на отдельные факторы первого или второго уровня (1 или 2; 1.1. или 2.1 и т.п.), то в нулевой мерации используется последовательность 3.1.n.).

А) Демографические:

3.1.1. Темпы рождаемости (T_p).

3.1.2. Темпы иммиграции ($T_{им}$).

$$O = f(T_p, T_{им}).$$

Стохастическая зависимость.

Б) Доходы:

3.1.3. Динамика среднего уровня доходов населения (Cp_d).

3.1.4. Доля семей, имеющих доход ниже прожиточного минимума (Pr_{min}).

3.1.5. Доля семей, имеющих доходы выше среднего уровня (B_{cp}).

$$O = f(Cp_d, Pr_{\min}, B_{cp}).$$

Стохастическая зависимость.

В) Создание новых мест и реконструкция старших:

3.1.6. Динамика ввода в эксплуатацию новых государственных (муниципальных) дошкольных учреждений (H_r).

3.1.7. Динамика ввода в эксплуатацию новых частных дошкольных учреждений ($H_{\text{ч}}$).

3.1.8. Затраты на реконструкцию существующих государственных (муниципальных) дошкольных учреждений ($З_{\text{рг}}$).

3.1.9. Бюрократические издержки создания частных дошкольных учреждений ($B_{\text{и}}$).

$$O = f(H_r, H_{\text{ч}}, З_{\text{рг}}, B_{\text{и}}).$$

Стохастическая зависимость.

Для анализа детерминированных зависимостей факторов первого и второго уровней можно использовать способ цепной подстановки, который позволяет определить влияние отдельных факторов на изменение величины результативного показателя путем постепенной замены базисной величины каждого факторного показателя в объеме результативного показателя на фактическую величину в отчетном периоде. Сравнение величины результативного показателя до и после изменения уровня того или другого фактора позволяет элиминироваться от влияния всех факторов, кроме одного, и определить воздействие последнего на прирост результативного показателя. Этот способ позволяет выделить степень влияния каждого фактора на изменение анализируемого показателя. Преимущество данного способа состоит в возможности ограничиться относительно небольшим временным интервалом, что является существенным при недостатке числа наблюдений. Недостатком является необходимость иметь полные сведения о количественной оценке выделенных факторов.

Относительно третьего этапа исследования «Расчет влияния факторов и оценка роли каждого из них в изменении результативного показателя» был сделан акцент на факторы третьего уровня с целью показать возможности эконометрического анализа для определения количественных характеристик качественных зависимостей.

Поскольку не все выделенные факторы в равной степени оказывают влияние на исследуемый показатель, необходимо выделить из трех групп факторов данного уровня А), Б), В) наиболее значимые (гипотетически) и на основе анализа имеющихся статистических данных показать, какая из

указанных групп факторов имеет наибольшее влияние на результативный показатель (О).

Задачи данного анализа сводятся к следующим:

- выделить наиболее значимую группу факторов третьего уровня. В процессе факторного анализа возникает естественный вопрос: сколько факторов следует выделять? Возникновение данного вопроса связано с тем, что в процессе последовательного выделения факторов они включают в себя все меньше и меньше изменчивости. В статистике существует мнение, что по природе своей это решение произвольно, хотя существуют общие рекомендации в виде критерия Кайзера (Kaiser H. F.) или критерия Кэттеля (Cattell R. B.) [7];

- с помощью регрессионного анализа показать степень влияния выделенных факторов на результативный показатель. При проведении расчетов были использованы данные официальной статистики по Воронежской области, опубликованные в статистическом сборнике «Регионы России. Социально-экономические показатели» за 2004–2011 гг. [8], разделы: население, образование, финансы, уровень жизни населения; подраздел: денежные доходы населения.

К наиболее значимым факторам из групп А), Б), В), по нашему мнению, относятся:

- в группе А) – 3.1.1. Темпы рождаемости (T_p) – для определения влияния этого фактора на результативный показатель (О) были использованы соответствующие статистические показатели за 11 лет;

- в группе Б) – 3.1.4. Доля семей, имеющих доход ниже прожиточного минимума ($Pr_{\min}$), – для определения влияния этого фактора на показатель (О) были использованы статистические показатели, характеризующие динамику численности населения, живущего на доходы ниже прожиточного минимума, за 11 лет (соответствующие данные по домохозяйствам за 10–11 лет обнаружить не удалось).

На основании этого была проанализирована стохастическая зависимость

$$O = f(T_p, Pr_{\min}). \quad (1)$$

В приведенных ниже расчетах (T_p) представлено переменной x_1 ; ($Pr_{\min}$) – переменной x_2 ;

- в группе В) – 3.1.6. Динамика ввода в эксплуатацию новых государственных (муниципальных) дошкольных учреждений (H_r); 3.1.8. Затраты на реконструкцию существующих государственных (муниципальных) дошкольных учреждений ($З_{\text{рг}}$).

По причине статистических ограничений, во-первых, оба эти показателя были объединены в

один – государственные расходы на создание новых и реконструкцию существующих мест в детских дошкольных учреждениях; во-вторых, вместо данного показателя был использован показатель, характеризующий затраты государства (консолидированный бюджет) на развитие системы образования в целом (Γ_{po}) (Воронежская область). Подобная замена, безусловно, не равнозначна, однако позволяет поставить вопрос об эффективности государственных расходов на образование. При данных расчетах были использованы статистические данные за 8 лет (2003–2010 гг.).

Таким образом, по группе показателей В) исследуется стохастическая зависимость

$$O = f(\Gamma_{po}). \quad (2)$$

В приведенных ниже расчетах (Γ_{po}) представлены переменной x_3 .

При проведении анализа все данные брались не в абсолютных значениях, а в виде кумулятивных индексов, т. е. базовое значение для всех показателей равно единице. Это позволило не использовать разнородные величины, а привести все показатели к одной размерности и также сделать акцент на изменениях.

Результаты анализа

На основе расчетов по модели (1) было получено следующее уравнение математической регрессии:

$$y = 1,19 - 0,31x_1 + 0,20x_2.$$

ВЫВОД ИТОГОВ: модель 1

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,971 533
R-квадрат	0,943 877
Нормированный R-квадрат	0,929 846
Стандартная ошибка	0,020 564
Наблюдения	11

Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	2	0,056 896	0,028 448	67,272 24	9,92E–06
Остаток	8	0,003 383	0,000 423		
Итого	10	0,060 279			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значение</i>	<i>Нижние 95 %</i>	<i>Верхние 95 %</i>	<i>Нижние 95,0 %</i>	<i>Верхние 95,0 %</i>
У-пересечение	1,118 843	0,127 121	8,801 392	2,18E–05	0,825 701	1,411 985	0,825 701	1,411 985
Переменная X 1	–0,306 9	0,0851 38	–3,604 71	0,006 935	–0,503 22	–0,110 57	–0,503 22	–0,110 57
Переменная X 2	0,202 836	0,054 908	3,694 087	0,006 094	0,076 217	0,329 455	0,076 217	0,329 455

Полученные результаты свидетельствуют об адекватности модели и статистической значимости результатов.

Выявлена отрицательная зависимость между степенью обеспеченности местами в дошкольных учреждениях и динамикой рождаемости: рост рождаемости (T_p , в модели – переменная x_1) на 1 % приводит к снижению обеспеченности местами (O , в модели – y) на 0,3 %, т. е. увеличение численности детей не обеспечено соответствующим приростом мест в детских дошкольных учреждениях. На основании этого необходимо рекомендовать Департаменту образования, науки и молодежной политики Воронежской области осуществлять планирование развития системы детских дошкольных учреждений в тесной привязке к ожидаемой динамике рождаемости.

Выявлена положительная зависимость между численностью населения, имеющего доходы ниже прожиточного минимума, (Pr_{min} , переменная x_2), и степенью обеспеченности местами в дошкольных учреждениях (O , в модели – y): при имеющем место снижении доли населения Воронежской области, живущего на доходы ниже прожиточного минимума, происходит снижение обеспеченности местами в детских дошкольных учреждениях. Данный результат свидетельствует о том, что категория населения, характеризующаяся доходами ниже прожиточного минимума, не является основным потребителем мест в дошкольных учреждениях. Поскольку сокращение данной группы населения преимущественно идет за счет перемещения населения в группу со средним уровнем доходов, а эта группа также является одним из основных потребителей мест в дошкольных учреждениях, то сокращение группы (Pr_{min}) сопровождается сокращением обеспеченности местами (O). На основании этого можно сделать вывод о том, что анализируемый фактор не является определяющим относительно результирующего показателя (O).

На основе расчетов по модели (2) было получено следующее уравнение математической регрессии:

$$y = 1,24 - 0,25 x_3$$

ВЫВОД ИТОГОВ: модель 2

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,975 135
R-квадрат	0,950 887
Нормированный R-квадрат	0,942 702
Стандартная ошибка	0,015 345
Наблюдения	8

Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	1	0,027 356	0,027 356	116,1683	3,77E-05
Остаток	6	0,001 413	0,000 235		
Итого	7	0,028 769			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95 %	Верхние 95 %	Нижние 95,0 %	Верхние 95,0 %
У-пересечение	1,238 548	0,031 354	39,501 62	1,76E-08	1,161 826	1,315 269	1,161 826	1,315 269
Переменная X 1	-0,252 99	0,023 473	-10,778 1	3,77E-05	-0,310 43	-0,195 56	-0,310 43	-0,195 56

Полученные результаты свидетельствуют об адекватности модели и статистической значимости полученных результатов. Выявлена отрицательная зависимость между степенью обеспеченности местами в дошкольных учреждениях и динамикой государственных расходов (консолидированный бюджет) на образование в Воронежской области: увеличение государственных расходов на образование ($\Gamma_{ро}$, в модели – переменная x_3) на 1 % сопровождалось снижением обеспеченности местами в дошкольных учреждениях (O , в модели – y) на 0,25 %. Это является свидетельством перераспределения государственных расходов на другие секторы образовательной системы. С другой стороны, это может быть свидетельством того, что государственные расходы не ориентированы на результат. Какой из этих вариантов (перераспределение или отсутствие ориентации на результат) соответствует действительности, можно определить при исследовании структуры государственных расходов на образование (при наличии соответствующих данных).

Проведенное исследование, на основе которого была разработана и частично апробирована методика факторного анализа на примере результативного показателя «Обеспеченность детей дошкольного возраста местами в дошкольных общеобразо-

вательных учреждениях, количество мест на 1000 детей», являющегося одним из оценочных показателей развития системы образования, позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Апробация методики факторного анализа обнаруженных стохастических зависимостей дала положительные результаты и продемонстрировала, что:

а) с ее помощью можно осуществлять редукцию (т. е. сокращение) числа факторов (на примере фактора «Численность населения, имеющего доходы ниже прожиточного минимума»);

б) с помощью результатов анализа можно прогнозировать динамику результативных показателей;

в) полученные результаты могут быть обоснованием для принятия управленческих решений.

2. Представляется, что результаты проведенного анализа, выделение и систематизация факторов, определяющих анализируемые показатели, могут стать основой для *регулярного мониторинга* факторов, влияющих на анализируемые показатели. Для этого необходимо разработать содержательную составляющую мониторинга, периодичность его проведения (например, раз в год), определить способы оценки результатов. В этом случае Департамент науки, образования и молодежной политики Воронежской области будет иметь эмпирическую

базу для определения и обоснования приоритетных направлений управленческого воздействия, ориентированную непосредственно на специфические особенности региона.

3. Для сравнения ситуации, сложившейся в Воронежской области, с другими субъектами РФ можно использовать различные визуальные формы представления результатов, например, радиальные диаграммы. Преимущество радиальных диаграмм состоит в том, что они позволяют отображать одновременно несколько независимых величин, которые характеризуют общее состояние структуры статистических совокупностей.

По результатам анализа радиальной диаграммы можно:

- мотивировать улучшение ситуации за счет получения информации о более высоком уровне определенных показателей, которые смогли достигнуть другие аналогичные области;
- сформировать комплекс целевых показателей процесса решения проблемы;
- получить импульс для более глубокого изучения ситуации по определенным направлениям деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ендовицкий Д. А. Факторный анализ степени платежеспособности коммерческой организации / Д. А. Ендовицкий // Экономический анализ : теория и практика. – 2006. – № 9. – С. 2–8.
 2. Туровец О. Г. Интегративный механизм внутрифирменного планирования / О. Г. Туровец, О. В. Хорошилова // Организатор производства. – 2010. – Т. 45, № 2. – С. 36–40.
 3. Деметрадзе М. Р. Центральная зона современных социокультурных ценностей : новые научные подходы к разработке современных социально значимых ценностей общества на постсоветском пространстве / М. Р. Деметрадзе // Вестник российского государственного гуманитарного университета. – 2012. – № 19. – С. 78–95.
 4. Мухин А. А. Оценка влияния социально-экономических факторов на уровень преступности / А. А. Мухин // Вестник Удмуртского университета. – 2005. – № 6 (2). – С. 76–82.
 5. Собкин В. С. Студент педагогического вуза : жизненные и профессиональные перспективы / В. С. Собкин, О. В. Ткаченко // Труды по социологии образования. – М. : Центр социологии образования РАО, 2007. – Т. XI/XII, вып. XXI. – 200 с.
 6. Тхостов А. Ш. Влияние кризисной жизненной ситуации на структуру самооценки / А. Ш. Тхостов, Д. А. Степанович // Вопросы психологии. – 1987. – № 2. – С. 128–133.
 7. Электронный учебник по статистике. – М. : StatSoft, Inc., 2012. WEB. – Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>. Глава: Главные компоненты и факторный анализ.
 8. Регионы России. Социально-экономические показатели. – М. : Росстат, 2004–2011. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156
- Воронежский государственный университет*
Гоголева Т. Н., доктор экономических наук, заведующая кафедрой экономической теории и мировой экономики
E-mail: tgogoleva2003@mail.ru
Тел.: 8-906-589-74-86
- Клинова С. П., кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и мировой экономики*
E-mail: klinova_s.p@mail.ru
Тел.: 8(473) 228-11-56
- Voronezh State University*
Gogoleva T. N., Doctor of Economics, Head of the Economic Theory and the World Economy Department
E-mail: tgogoleva2003@mail.ru
Тел.: 8-906-589-74-86
- Klinova S. P., Candidate of Economics, Associate Professor of the Economic Theory and the World Economy Department*
E-mail: klinova_s.p@mail.ru
Тел.: 8(473) 228-11-56