

УДК 332.1:62

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ УСЛУГ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПАРАМЕТРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**Киселев С.В., Коробков С.Н.**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,  
Казань, e-mail: hse@kstu.ru*

Авторы на основе традиционной методики экономико-математического моделирования методом главных компонент выявляют наиболее значимые факторы воздействия отраслей производственной инфраструктуры на параметры экономического роста промышленного комплекса региона, приводят сравнительные характеристики наиболее значимых и наименее значимых факторов, значения их объясненной дисперсии, распределение нагрузок для модели регрессии на главные компоненты, обосновывают экономическую интерпретацию идентифицированных главных компонент, наиболее весомые коэффициенты представленной регрессии, которые пришлись на показатели объемов производства, стоимости основных фондов и среднемесячной заработной платы отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды. В заключение в статье приводятся сравнительные данные по реальным и расчетным значениям моделирования, а также делается вывод о достаточно высоком уровне статистической значимости модели, так как значения расхождений, рассчитанных с использованием полученного уравнения регрессии и реальными значениями, составляет 0,25%.

**Ключевые слова:** метод главных компонент, моделирование, производственная инфраструктура, промышленный комплекс, значения дисперсии, экономическая интерпретация, статистическая значимость

## SIMULATION OF THE EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE SERVICES OF PRODUCTION INFRASTRUCTURE ON THE PARAMETERS OF AN ECONOMIC INCREASE IN THE REGIONAL INDUSTRIAL COMPLEX

**Kiselev S.V., Korobkov S.N.**

*Kazan national research technological university, Kazan, e-mail: hse@kstu.ru*

The authors on the basis of the traditional procedure of economic and mathematical simulation with the method of main components reveal the most significant factors of the action of the branches of production infrastructure on the parameters of an economic increase in the industrial complex of region, give the comparative characteristics of the most significant and least significant factors, value of their explained dispersion, load distribution for the model of regression on the main components, substantiate the economic interpretation of the identified main components, the most influential coefficients of the represented regression, which arrived to the indices of volumes of production, cost of the fixed capital and average monthly wages of branches according to production and electrical power distribution, gas and water. In the conclusion in the article are cited comparative data on the real and the computed value of simulation, and conclusion about the sufficiently high level of the statistical significance of model also is done, since the values of the divergences, calculated with the use of the obtained equation of regression and the real values, it composes 0,25%.

**Keywords:** the method of main components, simulation, production infrastructure, industrial complex, the value of dispersion, economic interpretation, the statistical significance

На темпы экономического роста регионального промышленного комплекса оказывает влияние большое количество факторов, как ускоряющих его развитие, так и тормозящих его [1, 2, 4].

Задачей данной статьи является выявление наиболее важных, действенных факторов этого воздействия и оценка этого влияния методом экономико-математического моделирования. В целях определения этих факторов, видов услуг и отраслей производственной инфраструктуры, оказывающих наибольшее влияние на экономическое развитие регионального промышленного комплекса, целесообразно построить экономико-математическую модель методом главных компонент, которая наиболее успешно применяется для

анализа данных и разработки прогнозных моделей.

В литературе достаточно большое количество источников, описывающих применение метода главных компонент [3].

В контексте проводимого исследования для применения метода главных компонент были отобраны две группы показателей, отражающих влияние отраслей услуг производственной инфраструктуры на параметры экономического роста регионального промышленного комплекса Республики Татарстан. В качестве показателя, отражающего экономический рост регионального промышленного комплекса, был взят объем промышленного производства (объем отгруженных товаров собственного производства, выполнен-

ных работ и услуг собственными силами) Республики Татарстан в млн рублей [5]. В качестве показателей, отражающих деятельность отраслей производственной инфраструктуры Республики Татарстан, нами были выбраны показатели, представленные в табл. 2. Статистические данные этих показателей нами рассматриваются как факторное пространство показателя «Объем промышленного производства», включающее 15 показателей в динамике их развития за последние 11 лет.

При построении модели регрессионной зависимости использовалась программа Unscrambler. В результате проведенных расчетов были идентифицированы две

главные компоненты, объединяющие 93% дисперсии.

При проведении анализа регрессии были получены значения нагрузок и счетов для главных компонент модели. В табл. 1 представлены значения нагрузок для модели регрессии на две первые главные компоненты, выявленные в процессе регрессии.

Механизм функционирования понятия «нагрузки» на главные компоненты заключается в том, что, чем выше значение конкретной переменной, тем большее влияние она оказывает на главную компоненту. Ниже приводится перечень показателей, оказывающих наибольшую нагрузку на главную компоненту.

Таблица 1

Распределение нагрузок для модели регрессии на главные компоненты

Показатель	Обозначение	ГК1	ГК2
Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», млн рублей	x1	0,38	0,07
Объем оказанных услуг транспорта и связи, млн рублей	x2	0,37	0,02
Полная учетная стоимость основных фондов отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды	x3	0,37	0,13
Инвестиции в основной капитал отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, млн рублей	x4	0,34	0,10
Коэффициент обновления основных фондов отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды (в процентах с общей стоимости фондов)	x5	0,17	-0,17
Среднесписочная численность работников предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, человек	x6	0,04	-0,26
Среднемесячная заработная плата работников предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, рублей	x7	0,38	0,03
Сальдированный финансовый результат предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, млн рублей	x8	0,23	-0,39
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, в процентах	x9	-0,28	-0,21
Затраты на технологические инновации предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, млн рублей	x10	0,14	-0,34
Индекс цен на продукцию предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, в процентах к предыдущему году	x11	-0,36	0,08
Индекс тарифов на грузовые перевозки по транспорту, всего, в процентах к декабрю предыдущего года	x12	-0,03	-0,06
Индекс тарифов на услуги связи для юридических лиц, в процентах к декабрю предыдущего года	x13	0,06	0,37
Сальдированный финансовый результат предприятий транспорта и связи, млн рублей	x14	0,03	0,54
Рентабельность продукции предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, процентов	x15	0,06	-0,35
Объем промышленного производства (объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами), млн рублей	y	0,38	0,10

Как показали данные моделирования, первая главная компонента объединяет наибольшие изменения (влияния) параметров экономического роста регионального промышленного комплекса, представленного показателем объема промышленного производства, в следующих показателях, отражающих динамику услуг отраслей производственной инфраструктуры:

- объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», млн рублей (0,38);

- объем оказанных услуг транспорта и связи, млн рублей (0,37);

- полная учетная стоимость основных фондов отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды (0,37);

- инвестиции в основной капитал отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, млн рублей (0,34);

- среднемесячная заработная плата работников предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, рублей (0,38);

- индекс цен на продукцию предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, в процентах к предыдущему году (– 0,36).

Иначе говоря, из 15 переменных факторов услуг отраслей производственной инфраструктуры, оказывающих влияние на объемы промышленного производства регионального промышленного комплекса, наиболее значимыми оказались перечисленные выше факторы, значение нагрузок по которым колебалось от 0,34 до 0,38. При этом, по данным регрессионной модели, наименьшее влияние на объемы производства регионального промышленного комплекса оказывают следующие факторы:

- коэффициент обновления основных фондов отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды (в процентах с общей стоимости фондов) (0,17);

- среднесписочная численность работников предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, человек (0,04);

- сальдированный финансовый результат предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, млн рублей (0,23);

- затраты на технологические инновации предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, млн рублей (0,14);

- индекс тарифов на услуги связи для юридических лиц, в процентах к декабрю предыдущего года (0,06);

- сальдированный финансовый результат предприятий транспорта и связи, млн рублей (0,03);

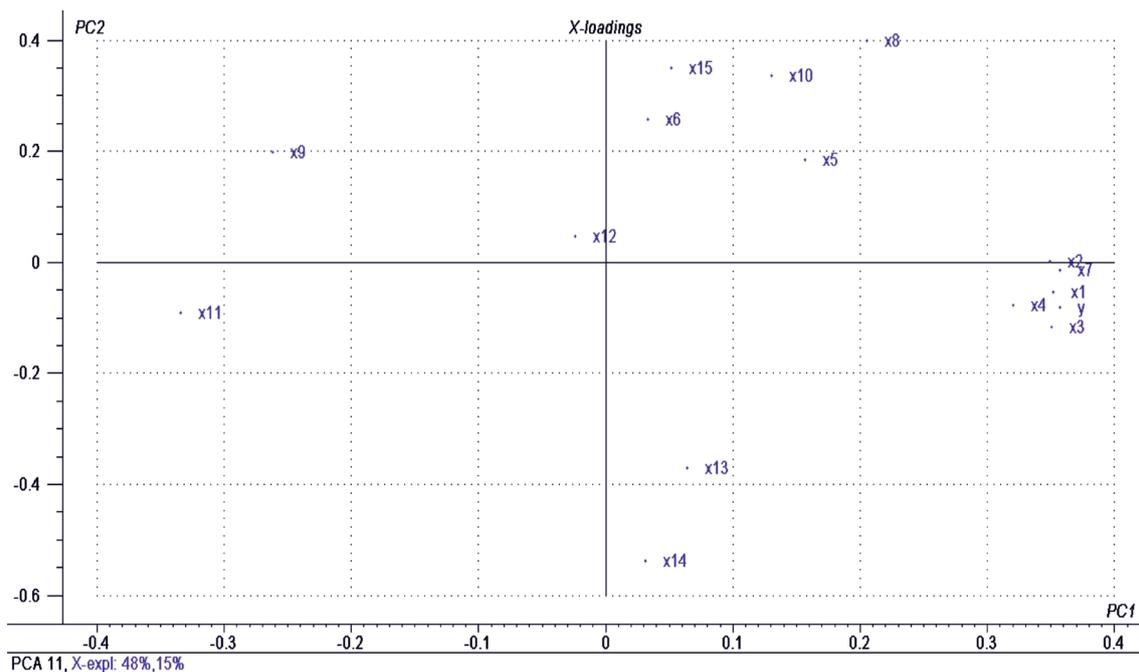
- рентабельность продукции предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, процентов (0,06).

Таким образом, можно констатировать на основе результатов моделирования, что первую главную компоненту можно интерпретировать как влияние потенциала факторов производства отраслей производственной инфраструктуры, который включает объемные показатели производства, основных фондов, инвестиций в капитал и заработной платы отраслей производственной инфраструктуры.

Наибольшее отрицательное значение в рамках первой компоненты принимает индекс цен на продукцию предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, в процентах к предыдущему году (– 0,36), что вполне закономерно, так как рост цен на услуги и продукцию отрасли по производству и распределению электроэнергии, газа и воды ведет к сокращению их потребления основным производством регионального промышленного комплекса и, соответственно, снижения показателей объемов промышленного производства.

Вторая главная компонента представлена показателем «сальдированный финансовый результат предприятий транспорта и связи, млн рублей», значение которого достаточно и составляет 0,54. Экономическая интерпретация данного показателя заключается в том, что доходы предприятий и организаций, оказывающих услуги транспорта и связи, их финансовая стабильность, может оказывать как прямое, так и косвенное воздействие на объемы промышленного производства регионального промышленного комплекса. В силу того, что эти услуги носят, прежде всего, коммуникационный характер, то и вторую главную компоненту можно интерпретировать как информационно-коммуникационную компоненту.

Кроме того, целесообразно использовать графическое изображение нагрузок на главные компоненты, так как они помогают интерпретировать экономический смысл главных компонент и направления каждой из них в исходной системе координат. График нагрузок показывает, какой вклад вносит каждый рассматриваемый фактор на каждую компоненту. Иначе говоря, чем выше значение нагрузки данного фактора, тем большее влияние он оказывает на главную компоненту. Так, на рисунке представлены графики нагрузок для первой и второй главных компонент.



Графическое распределение в системе координат нагрузок для первой и второй главных компонент

Координаты экономических периодов в пространстве главных компонент представлены в табл. 2 значениями счетов для первой и второй компоненты.

Таблица 2

Значение счетов для модели главных компонент для первой и второй главной компоненты

Годы	ГК1	ГК2
2004	-3,92	0,93
2005	-3,16	0,38
2006	-2,84	0,84
2007	-1,27	0,67
2008	0,08	-2,68
2009	0,23	-3,09
2010	0,38	-1,04
2011	1,42	1,58
2012	1,96	0,81
2013	3,19	0,98
2014	3,94	0,62

Как показывают данные значений счетов главных компонент, представленные в табл. 2, для первой главной компоненты на протяжении всего периода исследования наблюдается стабильный рост параметров

в динамике. Однако данные счетов второй главной компоненты демонстрируют существенный спад параметров развития в 2008–2010 годы, который в дальнейшем был компенсирован достаточно устойчивым ростом параметров при наличии несущественных колебаний.

В результате проведенных расчетов получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 0,15*x_1 + 0,14*x_2 + 0,16*x_3 + 0,14*x_4 + 0,05*x_5 + (-0,01)*x_6 + 0,15*x_7 + 0,05*x_8 + (-0,13)*x_9 + 0,02*x_{10} + (-0,13)*x_{11} + (-0,02)*x_{12} + 0,06*x_{13} + 0,06*x_{14} + (-0,01)*x_{15} + 0,56.$$

Как показывают данные, наиболее весомые коэффициенты представленной регрессии получены по следующим переменным:

– объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», млн рублей;

– полная учетная стоимость основных фондов отраслей по производству и распределению электроэнергии, газа и воды;

– среднемесячная заработная плата работников предприятий по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, рублей.

Результаты прогнозирования представлены в табл. 3.

**Таблица 3**

Сопоставление реальных и расчетных в соответствии с моделью главных компонент значений результирующей «Объем промышленного производства»

Годы	Реальные значения, млн руб.	Расчетные значения, млн руб.	Расхождения между расчетными и реальными значениями, в процентах
2004	369810,30	400400,00	– 7,64 %
2005	499834,10	500900,00	– 0,21 %
2006	612355,20	572800,00	6,91 %
2007	758188,30	823400,00	– 7,92 %
2008	932882,20	902100,00	3,41 %
2009	867560,00	908200,00	– 4,47 %
2010	1070325,20	1021000,00	4,83 %
2011	1345307,10	1302000,00	3,33 %
2012	1409563,70	1359000,00	3,72 %
2013	1524912,90	1568000,00	– 2,75 %
2014	1641456,30	1674000,00	– 1,94 %
Среднее значение расхождений			– 0,25 %

Таким образом, как показывают данные расчетов, представленные в табл. 3, коэффициент детерминации ( $R^2$ ) = 96,34. В среднем, значения расхождений, рассчитанных с использованием полученного уравнения регрессии и реальными значениями, составляет 0,25 %, что является низким и говорит о высоком уровне статистической значимости модели.

**Список литературы**

1. Высоцкая Т.А. Современные аспекты развития производственной инфраструктуры региона. – В сборнике Экономические проблемы России и региона: Ученые записки. Вып.8. / РГЭУ (РИНХ). – Ростов н/Д., 2003.
2. Кондратьев В.Б. Инфраструктура как фактор экономического роста // Российское предпринимательство. – 2010. – № 11, Вып. 2 (171). – С. 29–36.
3. Померанцев А.Л. Метод главных компонент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chemometrics.ru/materials-/textbooks/pca.htm#Ch1> (дата обращения 10.06.15).
4. Третьяк С.Н. Производственная инфраструктура в составе национальной экономики России: Монография/ С.Н. Третьяк, М.А. Шуковская. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2001. – 130 с.
5. Яковлева С.И. Инфраструктурные системы: территориальное развитие и управление. – Тверь: Сивер, 2002. – 200 с.

**References**

1. Vysockaja T.A. Sovremennye aspekty razvitiya proizvodstvennoj infrastruktury regiona V sbornike Jekonomicheskie problemy Rossii i regiona: Uchenye zapiski. Vyp.8. / RGJeU (RINH). Rostov n/D., 2003.
2. Kondratev V.B. Infrastruktura kak faktor jekonomicheskogo rosta // Rossijskoe predprinimatelstvo. 2010. no. 11, Vyp. 2 (171). pp. 29–36.
3. Pomerancev A.L. Metod glavnyh komponent [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.chemometrics.ru/materials-/textbooks/pca.htmCh1> (data obrashhenija 10.06.15).
4. Tretjak S.N. Proizvodstvennaja infrastruktura v sostave nacionalnoj jekonomiki Rossii: Monografija/ S.N. Tretjak, M.A. Shhukovskaja. Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2001. 130 p.
5. Jakovleva S.I. Infrastrukturnye sistemy: territorialnoe razvitie i upravlenie. Tver: Siver, 2002. 200 p.

**Рецензенты:**

Останина С.Ш., д.э.н., профессор кафедры «Экономика», ФГБОУ ВПО «Казанский научно-исследовательский технологический университет», г. Казань;  
 Загидуллина Г.М., д.э.н., профессор, зав. кафедрой экономики ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань.