

## **МНОГОФАКТОРНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНОВ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА (ЮФО)**

**Калинина А.Э., Калинина В.В.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», Волгоград, Россия (400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 100), e-mail: verakalinina@mail.ru*

В статье рассмотрены современные методы, учитывающие влияние и взаимодействие между собой различных социально-экономических факторов, а также подходы к построению многофакторной оценки состояния промышленности, позволяющие проанализировать взаимосвязь исследуемых факторов и прогнозировать развитие исследуемого объекта. В статье раскрывается сущность процесса прогнозирования и его роль для исследования социально-экономических процессов. Предложена методика многофакторной оценки состояния промышленности, основанная на применении корреляционного и регрессионного анализа и выборе показателей, наиболее полно характеризующих исследуемый процесс. Проводится поэтапный регрессионный анализ состояния промышленности регионов ЮФО на примере определенного вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», включающий: отбор показателей, корреляционный анализ их взаимозависимости, проверку значимости как отдельных коэффициентов, так и полученного уравнения множественной регрессии в целом.

Ключевые слова: оценка, промышленность, регион, прогнозирование, корреляционный анализ, регрессионный анализ, метод, статистический подход.

## **MULTIPLE-FACTOR ESTIMATION OF THE CONDITION OF THE INDUSTRY OF REGIONS OF THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT (SFD)**

**Kalinina A.E., Kalinina V.V.**

*Volgograd state university, Volgograd, Russia (400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 100), e-mail: verakalinina@mail.ru*

In article the modern methods considering influence and interaction among themselves of various socio-economic factors and as approaches to creation of a multiple-factor mark of a condition of the industry, allowing to analyse interrelation of studied factors and to predict development of studied object are considered. In article the essence of process of forecasting and its role for research of social and economic processes reveals. The technique of a multiple-factor mark of a condition of the industry, based on application of the correlation and regression analysis and a choice of indicators is offered, is the fullest characterizing studied process. The stage-by-stage regression analysis of a condition of the industry of regions of the Southern Federal District on an example of a certain type of economic activity the "Mining", including is carried out: selection of indicators, the correlation analysis of their interdependence, importance check, both separate factors, and the received equation of multiple regression as a whole.

Keywords: mark, industry, region, forecasting, correlation analysis, regression analysis, method, statistical approach.

### **Введение**

Наиболее перспективной методикой анализа различных структур региональной экономики, в том числе промышленности, является комплексная оценка, включающая выбор системы абсолютных и относительных показателей, корреляционный и регрессионный анализ, позволяющие определить взаимосвязи между показателями и проанализировать динамику их развития. Таким образом, представляется актуальным проанализировать взаимосвязь показателей промышленности ЮФО и определить влияние основных показателей на индекс промышленного производства, поскольку данный подход имеет важное значение для информационной поддержки государственной политики в сфере промышленности региона.

В литературе существует достаточно много методов, позволяющих учесть влияние и взаимодействие между собой различных факторов, но наиболее эффективным является прогнозирование, так как оно позволяет выявить не только влияние показателей, но и определенную зависимость, на основе которой можно предсказать поведение хозяйственной системы в целом.

### **Результаты и обсуждение**

Наиболее существенным фактором для построения прогнозов в экономических системах является выявление конкретных факторов, позволяющих определить развитие социально-экономических процессов, количественных взаимосвязей между факторами и показателями развития. Прогноз, как правило, имеет вероятностный характер. Однако, поскольку он строится на основе аргументированных научных представлений о состоянии и развитии объекта, можно считать его достаточно достоверным [7]. Под прогнозом понимается такой результат научного предвидения, который включает в себя элемент возможной количественной оценки. Соответственно прогнозирование есть процесс осуществления прогноза [2]. Прогнозирование должно отвечать на два вопроса: что вероятнее всего можно ожидать в будущем? Каким образом нужно изменить условия, чтобы достичь заданное состояние? Прогнозирование является важным связующим звеном между теорией и практикой во всех областях жизни общества [1].

Прогноз развития хозяйственной системы выступает как фактор, ориентирующий существующую практику на возможности развития в будущем, а прогнозирование – как инструмент разработки и принятия управленческих решений. Целью прогнозирования является обеспечение информацией процесса принятия управленческих решений [9].

Таким образом, можно сформулировать наиболее существенные задачи прогнозирования: выявление перспектив ближайшего или более отдаленного будущего в исследуемой области на основе реальных процессов действительности; выработка оптимальных тенденций и перспективных планов с учетом составленного прогноза и оценки принятого решения с позиций его последствий в прогнозируемом периоде.

В настоящее время существует большое количество методов и приемов, используемых или предложенных к использованию в прогнозировании. Каждый из методов имеет свои особенности в зависимости от цели его использования и уровня проводимых исследований. Методы различаются также по научной обоснованности и назначению. Выбор методов прогнозирования осуществляется в соответствии с характером объекта и требований, предъявляемых к информационному обеспечению [4]. Из существующих методов прогнозирования можно выделить следующие их группы: методы экспертных оценок, методы экстраполяции, моделирование, нормативный метод, целевой метод.

Методы экспертных оценок основаны на использовании экспертной информации. Они помогают установить степень сложности и актуальности проблемы, определить основные цели и критерии, выявить важные факторы и взаимосвязи между ними, выбрать наиболее предпочтительные альтернативы. Методы экстраполяции основываются на предположении о неизменности факторов, определяющих развитие изучаемого объекта, и заключаются в распространении закономерностей развития объекта в прошлом на его будущее.

Адаптивные методы прогнозирования основаны на том, что процесс реализации их заключается в вычислении последовательных во времени значений прогнозируемого показателя с учетом степени влияния предыдущих уровней. К ним относятся методы скользящей и экспоненциальной средних, метод гармонических весов, метод авторегрессионных преобразований. В основу аналитических методов прогнозирования положен принцип получения с помощью метода наименьших квадратов оценки детерминированной компоненты  $f_b$ , характеризующей основную тенденцию.

При осуществлении научного предвидения, в особенности когда нет готового сформулированного закона, теории, приходится прибегать к использованию моделей. Построение моделей связано с элементами предвидения, поскольку мы здесь имеем дело с правдоподобными рассуждениями [4]. Так, в современных условиях построение моделей развития промышленности создает предпосылки для экстраполяции сложившихся тенденций на будущее. К логическому моделированию относятся, в частности, методы прогнозирования по исторической аналогии, методы сценария, дерева целей, матриц взаимовлияния и др.

Наиболее распространенными являются методы прогнозирования, основанные на статистическом моделировании [3]. Методы статистического прогнозирования могут быть разбиты на две большие группы: прогнозирование на основе единичных уравнений регрессии, описывающих взаимосвязи признаков-факторов и результативных признаков, и прогнозирование на основе системы уравнений взаимосвязанных рядов динамики.

Форма взаимосвязи прогнозируемого явления с другими явлениями, объектами и процессами может быть представлена в виде регрессионного уравнения типа  $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Прогноз при этом получается путем подстановки в него значений признаков-факторов и оценки ожидаемого среднего значения результативного признака. Для установления области, в которой следует ожидать значение прогнозируемого показателя, строятся доверительные интервалы. Прогнозирование на основе регрессионных моделей может осуществляться только после оценки значимости коэффициентов регрессии и проверки модели на адекватность.

Комплекс методов прогнозирования постоянно совершенствуется и пополняется новыми методами. Для формирования эффективной методики многофакторной оценки с учетом

построения прогнозной модели в данной статье предлагается проведение анализа влияния показателей промышленности на примере отдельного вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых». Данный анализ включает в себя в качестве составных элементов: теорию графов, основанную на методе дерева цели, методы статистического моделирования. Обработка собраной аналитической информации проводится с помощью корреляционного, регрессионного и анализа факторов.

Корреляция представляет собой меру зависимости переменных между собой. Наиболее известна корреляция Пирсона. Коэффициенты корреляции изменяются в пределах от -1.00 до +1.00. Значение -1.00 означает полностью отрицательную корреляцию, значение +1.00 означает полностью положительную корреляцию. Значение 0.00 означает отсутствие корреляции. Две переменные могут быть связаны таким образом, что при возрастании значений одной из них значения другой убывают. Это и показывает отрицательный коэффициент корреляции. Про такие переменные говорят, что они отрицательно коррелированы. Связь между двумя переменными может быть следующей: когда значения одной переменной возрастают, значения другой переменной также возрастают. Это и показывает положительный коэффициент корреляции. Про такие переменные говорят, что они положительно коррелированы. Наиболее часто используемый коэффициент корреляции Пирсона  $r$  называется также линейной корреляцией, т.к. измеряет степень линейных связей между переменными.

Главными целями корреляционного анализа являются: 1) сокращение числа переменных (редукция данных) и 2) определение структуры взаимосвязей между переменными, т.е. классификация переменных. Поэтому факторный анализ используется или как метод сокращения данных, или как метод классификации [10].

Общее назначение множественной регрессии состоит в анализе связи между несколькими независимыми переменными и зависимой переменной [6]. Информация о наличии такой связи может быть использована при анализе множественной регрессии, для построения регрессионного уравнения. Когда определено уравнение регрессии, аналитик может построить график ожидаемого изменения величины зависимой переменной.

Первым шагом в проведении многофакторной оценки промышленности регионов ЮФО является анализ корреляционной матрицы с позиции теории графов. Графом называется геометрическая схема, включающая две и более точки конечного множества, соединенные линиями, если между ними установлены значимые линейные корреляционные связи. Каждая из точек обозначает один из признаков. Результаты вычисления корреляционной матрицы изображаются в виде графов отдельно для положительной и отрицательной связи [5]. Значение коэффициента корреляции – определяет тесноту взаимосвязи между переменными.

Данные для расчета показателей были получены из статистических сборников государственного комитета статистики по ЮФО за период с 2005 по 2009 год [8]. Для проведения многофакторной оценки вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» были отобраны следующие данные: индекс промышленного производства по добыче полезных ископаемых, количество действующих организаций, объем отгруженных товаров собственного производства, добыча угля, добыча нефти, включая газовый конденсат, добыча газа горючего природного, производство нерудных строительных материалов, инвестиции в основной капитал (табл. 1).

**Таблица 1 – Статистические показатели по добыче полезных ископаемых в ЮФО**

| Показатели  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Y – Индекс промышленного производства, %                            | 100,7 | 102,6 | 103,6 | 94,1  | 86    |
| X1 – Количество действующих организаций                             | 606   | 693   | 740   | 1046  | 1119  |
| X2 – Объем отгруженных товаров собственного производства, млрд руб. | 54    | 67,5  | 75,5  | 86,5  | 83    |
| X3 – Добыча угля, тыс. тонн   | 7660  | 7032  | 7398  | 7081  | 4938  |
| X4 – Добыча нефти, включая газовый конденсат, тыс. тонн             | 13469 | 13554 | 13314 | 12611 | 10987 |
| X5 – Добыча газа горючего природного, млн куб. метров               | 17977 | 17942 | 18227 | 18114 | 15466 |
| X6 – Производство нерудных строительных материалов, млн куб. метров | 24,2  | 29,1  | 40,8  | 46,8  | 36,8  |
| X7 – Инвестиции в основной капитал, млрд руб.                       | 12,9  | 14,1  | 22,3  | 28,1  | 37,7  |

Под индексом промышленного производства понимается изменение производства совокупности товаров и услуг, отнесенных к группировкам по видам экономической деятельности, поэтому именно он был выбран в качестве результативного признака, а остальные показатели (X1...X7) – факторные признаки. В результате проведения корреляционного анализа была получена матрица коэффициентов Пирсона (табл. 2).

**Таблица 2 – Корреляционная матрица Пирсона**

|    |      |      |      |     |     |    |    |    |
|----|------|------|------|-----|-----|----|----|----|
|    | Y    | X1   | X2   | X3  | X4  | X5 | X6 | X7 |
| Y  | 1    |      |      |     |     |    |    |    |
| X1 | -0,9 | 1    |      |     |     |    |    |    |
| X2 | -0,6 | 0,9  | 1    |     |     |    |    |    |
| X3 | 0,9  | -0,8 | -0,5 | 1   |     |    |    |    |
| X4 | 1,0  | -0,9 | -0,6 | 0,9 | 1   |    |    |    |
| X5 | 0,9  | -0,7 | -0,4 | 1,0 | 0,9 | 1  |    |    |

|    |      |     |     |      |      |      |     |   |
|----|------|-----|-----|------|------|------|-----|---|
| X6 | -0,3 | 0,7 | 0,9 | -0,2 | -0,4 | 0,0  | 1   |   |
| X7 | -0,9 | 1,0 | 0,8 | -0,8 | -0,9 | -0,7 | 0,7 | 1 |

Пороговое значение значимости коэффициента корреляции, определяющее наличие стохастической связи в данном исследовании, было выбрано 0,4. Таким образом, исследование результатов ранжирования показывает, что наибольшее влияние на результативный признак  $Y$  (индекс промышленного производства) оказывают следующие показатели: X1 (количество действующих организаций), X3 (добыча угля), X4 (добыча нефти, включая газовый конденсат), X5 (добыча газа горючего природного), X7 (инвестиции в основной капитал); среднее влияние на результативный признак  $Y$  оказывает показатель X2 (объем отгруженных товаров собственного производства); и наименьшее влияние оказывает показатель X6 (производство нерудных строительных материалов).

Для построения регрессионного уравнения в исследовании будут использованы не все показатели (X1, ..., X7), поскольку по полученным результатам следует исключить из анализа показатели, имеющие значение коэффициента ниже порогового, а также проверить полученные данные на мультиколлинеарность.

Уравнение регрессии применимо для прогнозирования возможных ожидаемых значений результативного признака. Прогнозируемое значение результативного показателя получается при подстановке в уравнение регрессии ожидаемой величины факторного признака. При таком прогнозировании следует соблюдать еще одно ограничение: нельзя подставлять значения факторного признака, значительно отличающиеся от входящих в базисную информацию, по которой вычислено уравнение регрессии. Можно рекомендовать при определении значений факторов не выходить за пределы трети размаха вариации как за минимальное, так и за максимальное значение признака-фактора, имевшееся в исходной информации.

Для того чтобы проводить прогнозирование по найденному уравнению связи, необходимо оценить насколько верно наше уравнение описывает реальные данные. Поэтому проводится оценка статистической значимости как уравнения в целом, так и отдельных его параметров. На первом этапе проводим анализ множественной корреляции и отсеиваем незначимых регрессоров, который является одним из методов статистического анализа качества модели. Для этого вычисляем коэффициент множественной детерминации  $R^2$ . Его значение показывает, какая часть отклика объясняется данной моделью. Чем ближе значение  $R^2$  к 1, тем качество модели выше. Затем вычисляется коэффициент множественной корреляции  $R = \sqrt{R^2}$ . Его значение характеризует тесноту линейной связи между откликом и

регрессорами. Чем ближе значение  $R$  к 1, тем качество модели выше. Под значимостью коэффициента  $R$  понимается его отличие от 0.

Для получения регрессионного уравнения необходимо провести ступенчатый отсев регрессоров. Процесс повторяется до тех пор, пока не останутся только значимые регрессоры. В результате проведенных расчетов получены следующие результаты (рис. 1).

| Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet1.sta)             |           |                  |           |               |           |          |
|---|-----------|------------------|-----------|---------------|-----------|----------|
| R= ,97344202 R <sup>2</sup> = ,94758937 Adjusted R <sup>2</sup> = ,79035747 |           |                  |           |               |           |          |
| F(3,1)=6,0267 p<,28892 Std.Error of estimate: 3,3741                        |           |                  |           |               |           |          |
| N=5   | Beta      | Std.Err. of Beta | B         | Std.Err. of B | t(1)      | p-level  |
| Intercept   |           |                  | 0,193472  | 67,12994      | 0,002882  | 0,998165 |
| X3  | -0,321132 | 1,097296         | -0,002184 | 0,00746       | -0,292657 | 0,818750 |
| X4  | 1,256366  | 0,687328         | 0,008632  | 0,00472       | 1,827900  | 0,318689 |
| X5  | 0,015688  | 0,924178         | 0,000099  | 0,00583       | 0,016975  | 0,989195 |

**Рис. 1. Результаты регрессионного анализа.**

Таким образом, уравнение множественной регрессии имеет следующий вид:

$$Y=0,19-0,002*X3+0,009*X4+0,0001*X5 \quad (1)$$

Коэффициенты регрессионной модели на заданном уровне значимы.

Качество прогностической модели может быть оценено с помощью таблицы остатков (рис.2), в которой сравниваются наблюдаемые и прогнозируемые значения.

| Predicted & Residual Values (Spr |                |                 |          |
|----------------------------------|----------------|-----------------|----------|
| Dependent variable: Y            |                |                 |          |
| Case No.                         | Observed Value | Predicted Value | Residual |
| 1                                | 100,7000       | 101,4985        | -0,79848 |
| 2                                | 102,6000       | 103,6005        | -1,00050 |
| 3                                | 103,6000       | 100,7577        | 2,84235  |
| 4                                | 94,1000        | 95,3710         | -1,27097 |
| 5                                | 86,0000        | 85,7724         | 0,22759  |
| Minimum                          | 86,0000        | 85,7724         | -1,27097 |
| Maximum                          | 103,6000       | 103,6005        | 2,84235  |
| Mean                             | 97,4000        | 97,4000         | -0,00000 |
| Median                           | 100,7000       | 100,7577        | -0,79848 |

**Рис. 2. Таблица остатков.**

Где: Observed value – экспериментальные значения наблюдений;

Predicted value – оценка значения наблюдений в регрессионной модели;

Residual – остаток.

Таким образом, из сравнения значений столбцов 1 и 2 следует, что полученные экспериментальные данные (Predicted value) хорошо предсказываются регрессионной моделью. Это свидетельствует о том, что разработанная в ходе исследования модель является адекватной, имеет хорошие прогностические свойства и может быть использована при построении прогноза.

### Заключение

Исходя из изложенных теоретических положений, можно сделать вывод, что для проведения многофакторной оценки состояния промышленности целесообразно применять

статистические методы, позволяющие выявить взаимосвязь исследуемых показателей, определяющих способ функционирования исследуемого объекта, а также построить прогностическую модель, определяющую тенденции его развития, что является важным фактором для принятия управленческих решений.

### **Список литературы**

1. Бондарев А.А. Моделирование и управление регионом как социальной системой. – Ростов н/Д : Изд-во Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 2004. – 325 с.
2. Виноградов В.Г. Научное предвидение (гносеологический анализ) : учеб. пособие. – М. : Высш. школа, 1973. – С. 167.
3. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. – М. : Статистика, 1973. – 846 с.
4. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003.
5. Калинина А.Э. Эффективность функционирования регионального рынка труда и политика занятости (на примере Волгоградской области) : автореф. дис. ... канд. экон. наук, ВГАСА. – Волгоград, 1995. – 26 с.
6. Ниворожкина Л.И. Основы статистики с элементами теории вероятностей для экономистов: руководство для решения задач. – Ростов н/Д : Феникс, 1999. – С. 252.
7. Парсаданов Г.А. Россия: прогнозирование и планирование социально-экономических систем. – М., 2001. – 166 с.
8. Промышленность России. 2010 : стат. сб. / Росстат. – М., 2010. – 453 с.
9. Сидунова Г.И. Прогнозирование формирования регионального рынка труда // Экономика развития региона: проблемы, поиски, перспективы : ежегодник. Вып. 3. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2002. – 522 с.
10. Хадыров Р.З. Факторный анализ показателей доходов населения // Вопросы статистики. – 2004. – № 12. – С. 32.

*Работа выполнена в рамках гранта РГНФ № 12-12-34018. Региональный конкурс «Волжские земли в истории и культуре России» 2012 – Волгоградская область. Проект «Мониторинг и корректировка механизма управления инновационными процессами в экономике региона с использованием естественно-научных методов».*

#### **Рецензенты:**

Рогачев А.Ф., д.т.н. профессор, заведующий кафедрой математического моделирования и информатики Волгоградского государственного аграрного университета, г. Волгоград.

Буянова М.Э. д.э.н., профессор кафедры мировой и региональной экономики ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград.