



---

# РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

---

УДК 332.122

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА ( на примере Белгородской области )

**Е.С. ПРИДВОРОВА***Белгородский государственный  
национальный исследо-  
вательский университет**e-mail:  
Pridvorova@bsu.edu.ru*

В статье рассмотрены экономико-математические методы, эконометрические модели и их применение в практической деятельности. На основании проведенного сопоставительного анализа эконометрических методов, предложен алгоритм разработки прогнозов развития Белгородской области, обоснованы рекомендации по совершенствованию методического обеспечения социально-экономического прогнозирования. В статье раскрываются особенности современных методов прогнозирования, обосновывается необходимость и целесообразность их применения.

Для анализа и прогнозирования явлений и процессов, влияющих на экономическое развитие региона, эффективным инструментом являются регрессионные математические модели. Преимущество регрессионных моделей состоит не только в возможности определения количественной меры зависимости, но и в изучении влияния различных факторов.

Ключевые слова: прогнозирование, прогноз, экономическое развитие региона, регрессионные модели, экономико-математические методы, эконометрические модели, экономическое моделирование.

---

Анализ и прогнозирование социально-экономического развития является отправной точкой работы при решении задач по управлению устойчивым развитием региона. Актуальность упомянутой задачи обусловлена исследованием разработки прогнозов развития Белгородской области, построением эконометрической модели, применение которой создаст базу для прогнозирования валового регионального продукта. На основе обоснованного прогноза определяются цели социально-экономического развития региона, уточняются программные мероприятия и приоритеты в развитии регионального хозяйственного комплекса.

Прогнозирование социально-экономического развития региона— предвидение будущего состояния экономики и социальной сферы, составная часть государственного регулирования экономики, призванная определять направления развития регионального комплекса и его структурных составляющих [3, с. 87] . Результаты прогнозных расчетов используются государственными органами для обоснования целей и задач развития, выработки и обоснования социально-экономической политики правительства, способов рационализации использования ограниченных производственных ресурсов.

В состав прогноза социально-экономического развития региона входят набор частных прогнозов, отражающих будущее отдельных сторон жизни общества, и комплексный экономический прогноз, отражающий в обобщенной форме развитие экономики и социальной сферы региона. Сам процесс прогнозирования способствует организации конструктивного взаимодействия науки, бизнеса, общественных организаций и региональных органов государственной власти, формированию согласованных взглядов на проблемы и перспективы развития региона. Прогнозирование имеет большое значение и в теоретическом аспекте, так как является своеобразным катализатором проведения многочисленных исследований, совершенствования их методологии.

В теории и в практике плановой деятельности накоплен значительный набор различных методов разработки прогнозов. Известный ученый Эрих Янч насчитывает их более сотни; на практике в качестве основных используются лишь 15-20 методов (рис. 1) [6, с.102].

По существу, методы моделирования социально-экономического развития региона можно свести в четыре основные группы: экспертная оценка; моделирование; нормативный метод; экстраполяция. Развитие информатики и средств вычислительной техники создает возможность расширения круга используемых методов прогнозирования и планирования. На первый план возвращаются экономико-математические модели на основе комбинаций методов.

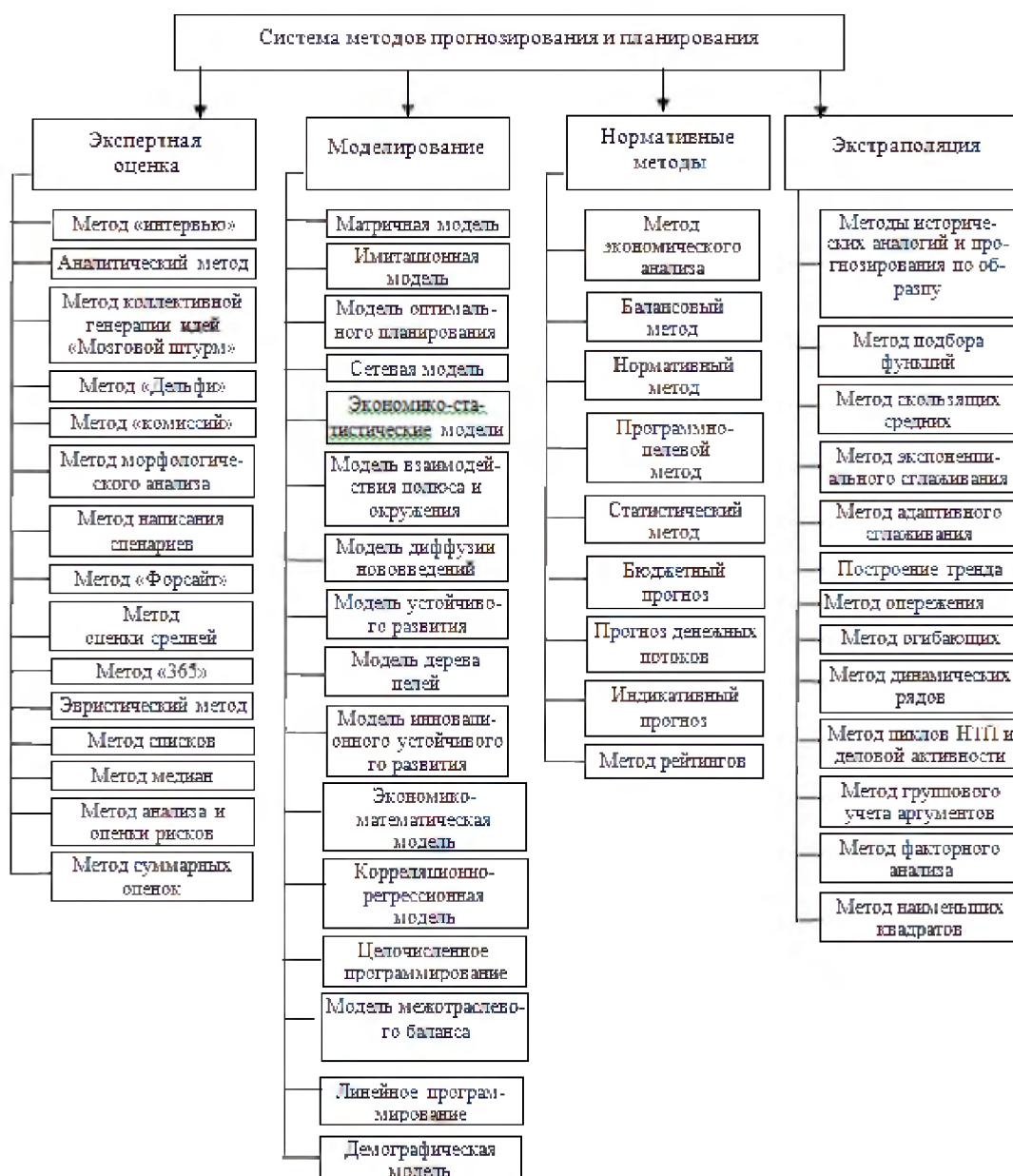


Рис. 1. Классификация методов прогнозирования и планирования



Составление прогнозных значений критериальных показателей и индикаторов влечет за собой неопределенность оценок. Существует множество способов, позволяющих снижать риски от неопределенности оценок при принятии решений, производить верификацию прогнозных данных. Прежде всего, рекомендуется применение следующих взаимодополняющих шагов: обосновать размеры инвестиций; представить возможные результаты с указанием основных допущений их достижения или вероятности (оценки риска); принять во внимание представления и предпочтения регионального и муниципального социально-экономического развития на принципах устойчивости; разработать соответствующие правила принятия решений и стратегии инвестирования в модернизацию и инновационные преобразования [3, с. 56].

Методы прогнозирования непрерывно обогащаются и совершенствуются. Выбор метода прогнозирования зависит от периода, на который необходимо составить прогноз, возможности получить соответствующие исходные данные, требований к точности прогноза, объема информации. В экономической литературе представлено большое разнообразие методов прогнозирования. Так, исследователи [1, с. 157] говорят, что все многообразие методов прогнозирования основано на двух подходах – эвристическом и математическом.

Эвристические методы базируются на использовании явлений или процессов, не поддающихся формализации.

Для математических методов прогнозирования характерен подбор и обоснование математической модели исследуемого процесса, а также способов определения ее неизвестных параметров. Задача прогнозирования при этом сводится к решению уравнений, описывающих данную модель для заданного момента времени.

Среди математических методов прогнозирования в особую группу выделяются методы экстраполяции, которые отличаются простотой, наглядностью и легко реализуются на ЭВМ.

В настоящее время наиболее распространенными и широко применяемыми в экономике являются методы экспертных оценок. «Экспертное оценивание – это формализованная качественная или количественная оценка экспертами характеристик объектов применения метода экспертных оценок с возможными последующим сравнением исследуемых объектов по соответствующим характеристикам». Практически во всех субъектах Российской Федерации в ходе формирования прогнозов социально-экономического развития региона на среднесрочную перспективу применяются данные подходы для прогнозирования основных параметров.

К методам моделирования относится прогноз, основанный на изучении внутренней логики логических моделей развития исследуемого явления, на анализе исторической преемственности развития науки и техники и сценариев будущего (логический анализ иерархии целей, описание реальных вариантов их достижения и оценка ресурсов).

Нормативные методы это методы планирования основанные на применении для обоснования плановых, программных и прогнозных документов норм и нормативов.

При формировании прогнозов с помощью экстраполяции обычно исходят из статистически складывающихся тенденций изменения тех или иных количественных характеристик объекта. Экстраполируются оценочные функциональные системные и структурные характеристики. Экстраполяционные методы являются одними из самых распространенных и наиболее разработанных среди всей совокупности методов прогнозирования.

С помощью этих методов экстраполируются количественные параметры больших систем, количественные характеристики экономического, научного, производственного потенциала, данные о результативности научно-технического прогресса, характеристики соотношения отдельных подсистем, блоков, элементов в системе показателей сложных систем и др.

Методы экстраполяции – наиболее распространенные в прогнозировании. Они отличаются простотой, наглядностью и легко реализуются на ЭВМ. Подробное описание экстраполяционного метода прогнозирования дается в работах ученых [1,2].

Основу экстраполяционных методов прогнозирования составляет изучение динамических рядов.

Аналитические методы экстраполяции тенденций основаны на применении метода наименьших квадратов к динамическому ряду и представлении закономерности развития явления во времени в виде уравнения тренда.

В настоящее время одним из перспективных направлений прогнозирования считаются адаптивные методы. Адаптивные методы используются в условиях сильной колеблемости уравнений динамического ряда и позволяют при изучении тенденции учитывать влияние предыдущих уравнений на последующие значения динамического ряда. Эти методы рассмотрены наиболее подробно ученым [2].

При региональных исследованиях обязательно изучаются перспективы развития той или иной территории. Траекторию развития или будущее состояние региона в целом и отдельных экономических объектов, в частности, определяют с помощью следующих методов: экстраполяция, экспертные оценки, аналогии, регрессионный и корреляционный анализы.

Важнейшее достоинство адаптивных методов – построение самокорректирующихся моделей, способных учитывать результат прогноза, сделанного на предыдущем шаге. Пусть модель находится в некотором состоянии, для которого определены текущие значения её коэффициентов. На основе этой модели делается прогноз. При поступлении фактического значения оценивается ошибка прогнозного значения. Ошибка прогнозирования через обратную связь поступает в модель и участвует в ней в соответствии с принятой процедурой перехода от одного состояния в другое. В результате вырабатываются компенсирующие изменения, состоящие в корректировании параметров в целях большего согласования поведения модели с динамикой ряда. Затем рассчитывается прогнозная оценка на следующий момент времени, и весь процесс повторяется вновь.

Таким образом, адаптация осуществляется итеративно с получением каждой новой фактической точки ряда. Модель постоянно «впитывает» новую информацию, приспосабливается к ней и поэтому отражает тенденцию развития, существующую в данный момент. На рис. 2 приведена общая схема построения адаптивных моделей прогнозирования [2, с. 181].

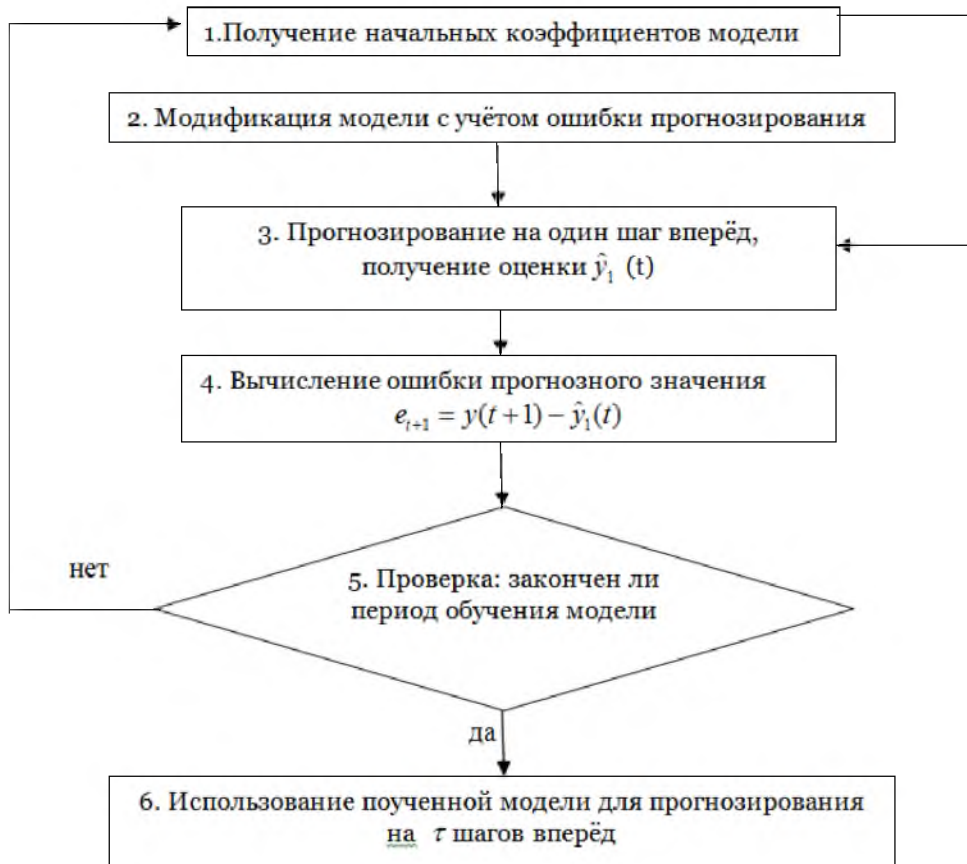


Рис. 2. Схема построения адаптивной модели прогнозирования:  
 $y(t)$  – фактические уровни временного ряда;  $\hat{y}_\tau(t)$  – прогноз, сделанный в момент  $t$  на  $\tau$  единиц времени (шагов) вперёд;  $e_{t+1}$  – ошибка прогноза, полученная как разница между фактическим и прогнозным значением показателя точки  $(t+1)$



Быстроту реакции модели на изменения в динамике процесса характеризует так называемый параметр адаптации. Параметр адаптации должен быть выбран таким образом, чтобы обеспечивалось адекватное отображение тенденции при одновременной фильтрации случайных отклонений. Значение параметра адаптации может быть определено на основе эмпирических данных, выведено аналитическим способом или получено на основе метода проб.

В качестве критерия оптимальности при выборе параметра адаптации обычно принимают критерии минимума среднего квадрата ошибок прогнозирования.

На основе рассмотренных особенностей дадим определение группы методов прогнозирования, объединенных общим названием адаптивные.

Адаптивными называются методы прогнозирования, позволяющие строить самокорректирующиеся (самонастраивающиеся) экономико-математические модели, которые способны оперативно реагировать на изменение условий путем учета результата прогноза, сделанного на предыдущем шаге, и учета различной информационной ценности уровней ряда. Благодаря отмеченным свойствам адаптивные методы особенно удачно используются при оперативном, краткосрочном прогнозировании. Указанное определение отражает основные характерные черты, присущие рассматриваемому подходу. В тоже время деление на адаптивные и неадаптивные модели часто носит условный характер.

У истоков адаптивных методов лежит модель экспоненциального сглаживания. Предположим, что модель временного ряда имеет вид:

$$y_t = a_1 + e_t, \tag{1}$$

где  $a_1 = \text{const}$ ;

$E_t$  – случайные неавтокоррелированные отклонения с нулевым математическим ожиданием и дисперсией.

Для экспоненциального сглаживания ряда используется рекуррентная формула:

$$S_t = ay_t + \beta S_{t-1}, \tag{2}$$

где  $S_t$  – значение экспоненциальной средней в момент  $t$ ;

$a$  – параметр сглаживания  $a = \text{const}$ ,  $0 < a < 1$ ;

$\beta = 1 - a$ .

Если последовательно использовать соотношение (1), то экспоненциальную среднюю можно выразить через предшествующие значения уровней временного ряда:

$$\begin{aligned} S_t &= ay_t + \beta S_{t-1} = ay_t + \beta(ay_{t-1} + \beta S_{t-2}) = \\ &= ay_t + a\beta y_{t-1} + \beta^2 S_{t-2} = \dots = ay_t + a\beta y_{t-1} + a\beta^2 y_{t-2} + \dots + a\beta y_{t-i} + \dots + \beta^n S_0 \end{aligned}$$

Таким образом,

$$S_t = a \sum_{i=0}^{n-1} \beta^i y_{t-i} + \beta^n S_0, \tag{3}$$

где  $n$  – длина ряда.

При  $n \rightarrow \infty \beta^n \rightarrow 0$ , следовательно,

$$S_t = a \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i y_{t-i}. \tag{4}$$

Таким образом, величина  $S_t$  оказывается взвешенной суммой всех членов ряда. Причем веса отдельных уровней ряда убывают по мере их удаления в прошлое соответственно экспоненциальной функции (в зависимости от «возраста» наблюдений). Именно поэтому величина  $S_t$  названа экспоненциальной средней.

Для элиминирования избыточного веса, придаваемого  $S_0$ , Р. Вейд [2, с. 188] предложил модифицировать процедуру.

Пусть  $S'_0 = \alpha S_0$ , тогда  $S'_1 = ay_1 + (1 - \alpha) S'_0 = ay_1 + (1 - \alpha) \alpha S_0$ .

Так как весовые коэффициенты в сумме теперь не дают единицу, то вводится дополнительный множитель, равный обратной величине суммы коэффициентов:

$$\tilde{S}_1 = S_1' \frac{1}{\alpha + \alpha(1-\alpha)} [\alpha\gamma_1 + (1-\alpha)\alpha S_0].$$

Тогда на первой итерации при  $\alpha = 0,1$  вес текущего уровня  $y_1$  определяется выражением  $\frac{1}{2-\alpha} = 0,526$ , а вес  $S_0$  уже равен меньшему значению  $\frac{1-\alpha}{2-\alpha} = 0,474$ .

При краткосрочном прогнозировании необходимо отразить изменения ряда и в то же время очистить его, отфильтровав случайные колебания. Для этого величине  $\alpha$  следует присваивать одно из промежуточных значения в интервале от 0 до 1. Если в результате экспериментальных расчетов получено наилучшее значение  $\alpha$ , близкое к 1, то целесообразно проверить правомерность выбора модели данного типа.

Иногда поиск этого значения параметра осуществляется путем перебора на сетке значений. В этом случае в качестве оптимального выбирается то значение  $\alpha$ , при котором получена наименьшая дисперсия ошибки. В большинстве эконометрических пакетов, например «Мезозавр», SPSS, STATISTIKA и других, при построении этих моделей в меню предусмотрена ветвь «оптимизация», реализующая поиск значений по этой схеме.

В ходе исследования был проведен прогноз дальнейшего изменения индекса промышленного производства. Данный показатель характеризует изменение масштабов производства в сравниваемых периодах, является одним из основных индикаторов промышленного производства Белгородской области.

Для осуществления прогноза используем метод экстраполяции на основе построения трендовых моделей.

Данные для построения трендовой модели промышленного производства Белгородской области за 1992-2011 гг. представлены в табл. 1 [5].

Таблица 1

**Исходные данные  
для построения трендовой модели  
промышленного производства  
Белгородской области за 1992-2011 гг.**

Год	Индекс промышленного производства Российской Федерации	Индекс промышленного производства Белгородской области
1992	84,0	89,9
1993	86,3	95,5
1994	78,4	85,2
1995	95,4	98,4
1996	92,4	87,9
1997	101,0	106,0
1998	95,2	105,0
1999	108,9	115,3
2000	108,7	109,1
2001	102,9	110,1
2002	103,1	116,0
2003	108,9	106,2
2004	108,0	106,3
2005	105,1	111,5
2006	106,3	112,8
2007	106,8	111,5
2008	100,6	111,6
2009	90,7	105,1
2010	108,2	110,0
2011	104,7	106,9

На основании представленных исходных данных (табл. 1) были построены четыре трендовые модели, представленные на рис. 3-6.

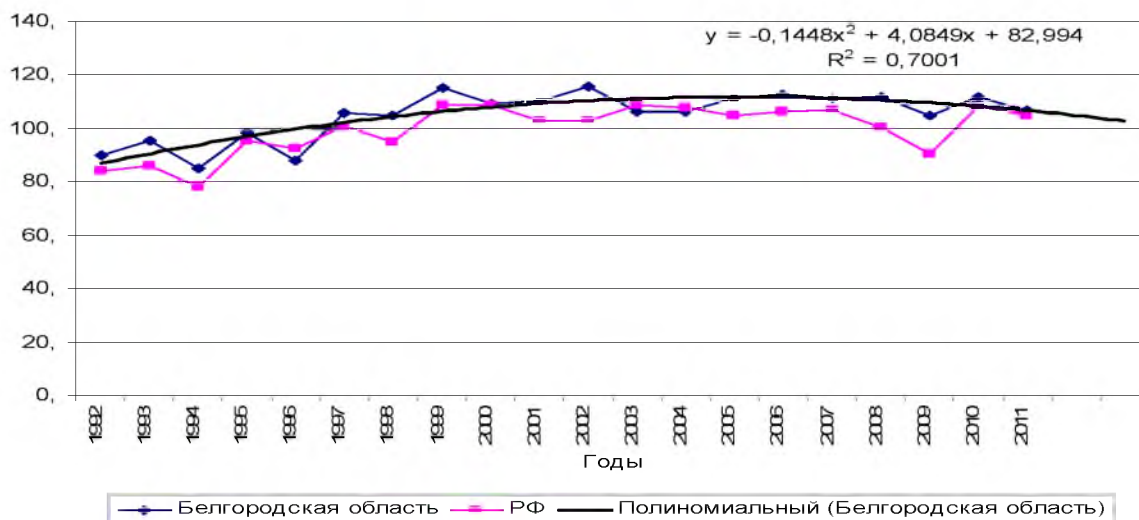


Рис. 3. Полиномиальный тренд индекса промышленного производства Белгородской области

Если для прогнозирования временного ряда, имеющего ярко выраженную линейную тенденцию, использовать формулу 5, опирающуюся на модель экспоненциального сглаживания, то модель, как правило, будет давать смещенные прогнозы, т.е. систематическую ошибку. Для таких временных рядов целесообразно использовать модели линейного роста, также применяющие процедуру экспоненциального сглаживания.

Прогнозная модель определяется равенством

$$y_{\tau}(t) = \hat{a}_{1,t}, \tag{5}$$

где  $y_{\tau}(t)$  – прогноз, сделанный в момент  $t$  на  $\tau$  единиц времени (шагов) вперед;

$\hat{a}_{1,t}$  – оценка  $a_{1,t}$ .

В этих моделях прогноз может быть получен с помощью следующего выражения:

$$\hat{y}_{\tau}(t) = \hat{a}_{1,t} + \hat{a}_{2,t}\tau, \tag{6}$$

где  $\hat{a}_{1,t}, \hat{a}_{2,t}$  – текущие оценки коэффициентов;

$\tau$  – период прогноза.

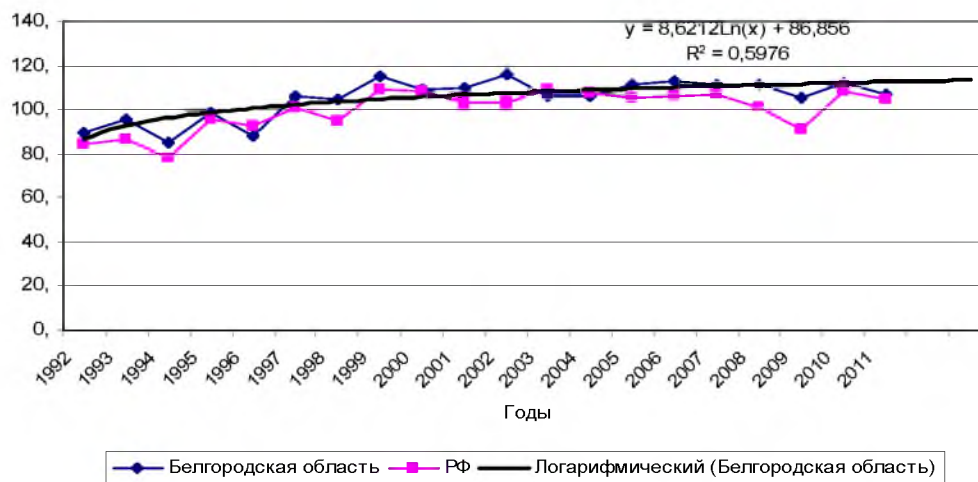


Рис. 4. Логарифмический тренд индекса промышленного производства Белгородской области



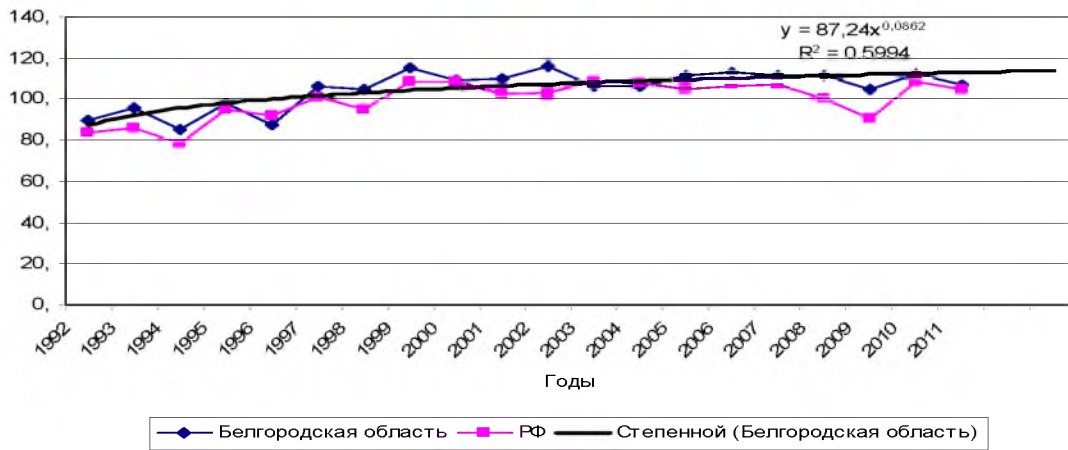


Рис. 5. Степенной тренд индекса промышленного производства Белгородской области

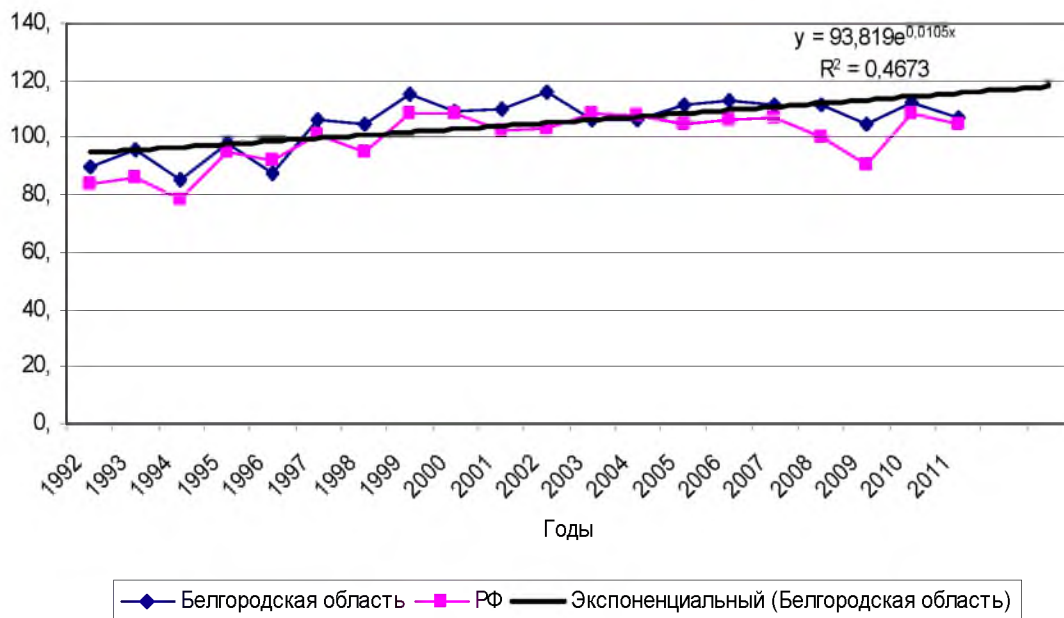


Рис. 6. Экспоненциальный тренд индекса промышленного производства Белгородской области

В табл. 2 представим уравнение полиномиальной, логарифмической, степенной, экспоненциальной моделей индекса промышленного производства Белгородской области.

Таблица 2

**Трендовые модели индекса промышленного производства Белгородской области**

Тип модели	Построение трендовой модели
Полиномиальная модель	$y = -0,1448 x^2 + 4,0849 x + 82,994$
Логарифмическая модель	$y = 8,6212 \ln(x) + 86,856$
Степенная модель	$y = 87,24 x^{0,0862}$
Экспоненциальная модель	$y = 93,819 e^{0,0105x}$





Для адекватных моделей проведена оценка точности. Точность модели характеризуется величиной разности между значением фактического уровня и значением по построенной трендовой модели.

Для оценки качества однофакторной модели в эконометрике используют коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации.

Средняя ошибка аппроксимации определяется как среднее отклонение полученных значений от фактических по формуле (7)

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}}{y_i} \right| \times 100\%, \quad (7)$$

Допустимая ошибка аппроксимации не должна превышать 10%. Результаты проверки точности модели приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Средние относительные ошибки аппроксимации адекватных моделей, %**

Тип модели	Значение ошибки	Точное значение ошибки	Уровень точности
Логарифмическая	0,22	0,228	-
Степенная	0,22	0,220	Точный
Полиномиальная	0,22	0,220	Точный
Экспоненциальная	0,22	0,229	-

Итак, наиболее точной является степенная и полиномиальная трендовая модель.

Рассмотрим прогноз индекса промышленного производства Белгородской области на 2012-2013 гг. в табл. 4.

Таблица 4

**Прогноз индекса промышленного производства Белгородской области на период 2012- 2013 гг.**

Прогноз	Индекс промышленного производства			
	Логарифмическая трендовая модель	Степенная трендовая модель	Полиномиальная трендовая модель	Экспоненциальная трендовая модель
2012	113,10	113,42	104,92	116,96
2013	113,50	113,88	102,77	118,19

Индекс промышленного производства Белгородской области при данных условиях по степенной трендовой модели в 2012 году прогнозируется на уровне 116,96%, а в 2013 году – на уровне 118,19%, по полиномиальной трендовой модели индекс промышленного производства составит в 2012 году 104,92%, а в 2013 году – 102,77%.

Важное прикладное значение в прогнозировании валового регионального продукта по Белгородской области принадлежит методам регрессионного анализа. Выявлено, что достоинством регрессионного метода следует считать его универсальность, широкий выбор функциональных зависимостей, возможность включения в статистическую модель в качестве самостоятельной переменной фактора времени.

Наилучшие результаты дает модель множественной регрессии:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n, \quad (8)$$

где Y – зависимая переменная (валовой региональный продукт по Белгородской области),  $x_i$  – независимые переменные (факторы),  $b_i$  – регрессионные коэффициенты.

Регрессионные коэффициенты корреляции представлены в табл. 5.

Главными критериями отбора факторов являются точность, достоверность, оперативность получения информации, а также возможность их прогнозирования. Исходя их этих требований, для построения модели были отобраны следующие факторы:

- численность населения, тыс. чел ( $x_1$ );
- добыча полезных ископаемых млрд.руб ( $x_2$ );
- индекс потребительских цен ( $x_3$ );
- индекс цен производителей промышленных товаров ( $x_4$ ).

Таблица 5

**Регрессионные коэффициенты и коэффициенты корреляции**

Независимые переменные		Регрессионные коэффициенты	Коэффициенты корреляции
$x_1$	Численность населения, тыс.чел.	1,24	0,95
$x_2$	Добыча ископаемых, млрд.руб.	12,57	0,94
$x_3$	Индекс потребительских цен	-1,28	0,92
$x_4$	Индекс цен производителей промышленных товаров	-1,26	0,91

Использованы исходные данные за период 1995-2011 гг. После определения регрессионных коэффициентов уравнение регрессии принимает следующий вид:

$$Y = -18684,2 + 1,24x_1 + 12,57x_2 - 1,83x_3 - 1,26x_4. \quad (9)$$

Коэффициент корреляции принимает значения в интервале от -1 до +1. Если коэффициент больше 0,7 – связь сильная, или тесная. Наиболее сильная связь присутствует у фактора численности населения. Коэффициент детерминации для модели составляет  $R^2 = 0,95$ .

Рассчитанный коэффициент корреляции свидетельствует об очень тесной зависимости изменения валовой продукции от изменения ее факторов. Коэффициент детерминации, характеризующий качество подбора прямолинейной линии регрессии для прогноза равен 0,95. Это говорит о том, что уравнение регрессии объясняется 95% дисперсии результативного признака, а на долю прочих факторов приходится лишь 5% дисперсии, т.е. остаточная дисперсия.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе исследования был проведен прогноз дальнейшего изменения индекса промышленного производства. Для осуществления прогноза использовался метод экстраполяции на основе построения трендовых моделей. Для адекватных (действительных) моделей проведена оценка точности. Выявлено, что наиболее точной является степенная и полиномиальная трендовая модель.

**Список литературы**

1. Бережная, Е.В. Математические методы моделирования экономических систем / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 368 с.
2. Дуброва, Т.А. Статистические методы прогнозирования / Т.А. Дуброва. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 206 с.
3. Егоров, В.В. Прогнозирование национальной экономики / В.В. Егоров. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 184 с.
4. Настенко, А.Д. Прогнозирование отраслевого и регионального развития / А.Д. Настенко. – М.: ГелиосАРВ, 2002. – 144 с.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2002 – 2011: стат. сб. М.: Росстат, 2002 – 2011.

## **PREDICTION SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION (Example of the Belgorod region)**

**E.C. PRIDVOROVA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:  
Pridvorova@bsu.edu.ru*

This article describes the economic and mathematical methods, econometric models and their application in practice. Based on the comparative analysis of econometric methods, algorithm development forecasts of the Belgorod region, based recommendations for improving methods for social and economic forecasting. The article describes the characteristics of modern forecasting methods, the necessity and feasibility of their application. For analysis and prediction of phenomena and processes that impact on the economic development of the region, is an effective tool for regression mathematical model. The advantage of regression models is not only the possibility of defining a quantitative measure of dependence, but also to study the influence of various factors.

Keywords: prediction, forecast, the economic development of the region, the regression model, the economic-mathematical methods, econometric models, economic modeling.