

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОЖДАЕМОСТИ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

УДК: 314.382:519.23(470.56)

**Наталья Сергеевна Еремеева**,  
к.э.н., доцент каф. Статистики и эконометрики  
Оренбургского государственного университета (ОГУ)  
Тел.: (3532) 37-24-73  
Эл. почта: kstat@mail.osu.ru

**Татьяна Викторовна Лебедева**,  
к.э.н., доцент, доцент каф. Статистики и эконометрики  
Оренбургского государственного университета (ОГУ)  
Тел.: (3532) 37-24-73  
Эл. почта: kstat@mail.osu.ru

В статье изложена методика проведения анализа динамики и прогнозирования общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области. С помощью современного статистического инструментария выявлена структура временного ряда анализируемого показателя – выделена циклическая и трендовая составляющие, проведено моделирование одномерного временного ряда с учетом выделенных циклов и колеблемости. Дан сравнительный анализ тенденции динамики и колеблемости общего коэффициента рождаемости по выделенным циклам. Выявлены факторы и оценено их влияние на динамику общего коэффициента рождаемости в начавшейся восходящей фазе цикла (2004–2012 годы). Разработан факторный прогноз и прогноз по одномерному временному ряду.

**Ключевые слова:** общий коэффициент рождаемости, спектральный анализ, моделирование динамики, корреляционный и регрессионный анализ, коинтеграция, прогноз.

**Natalia S. Eremeeva**,  
PhD, Associate Professor of the Department of Statistics and econometrics of the Orenburg state University (OSU)  
Tel.: (3532) 37-24-73  
E-mail: kstat@mail.osu.ru

**Tatiana V. Lebedeva**,  
PhD, Associate Professor of the Department of Statistics and econometrics of the Orenburg state University (OSU)  
Tel.: (3532) 37-24-73  
E-mail: kstat@mail.osu.ru

## STATISTICAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS AND FORECASTING FERTILITY IN THE ORENBURG REGION

The revealed structure of the time series analyzed indicator is selected cyclical and trend components. The simulation of one-dimensional time series taking into account the selected cycles and variability. Comparative analysis of trends and variability of total fertility rate for selected cycles. The identified factors and their estimated impact on the dynamics of the total fertility rate at the beginning of the ascending phase of cycle (2004–2012). Developed factor forecast and forecast univariate time series.

**Keywords:** the total fertility rate, spectral analysis, modeling, dynamics, correlation and regression analysis, cointegration, forecasting.

## 1. Введение

Результаты статистического анализа рождаемости играют важную роль в управлении воспроизводством населения. Обоснования мероприятий демографической политики при изучении состояния демографической ситуации в регионе и стране в целом, для прогнозирования численности населения. От того, удастся ли существенно изменить уровень и тенденции рождаемости, решающим образом зависят перспективы демографической динамики, изменения численности населения и его состава, и будущее нашей страны. В связи с этим методика изучения динамики рождаемости населения имеет большой научный и практический интерес и имеет особую актуальность.

## 2. Статистический анализ динамики и структуры временного ряда общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области

На первом этапе анализа динамики исследуемого ряда выделяется циклическая составляющая с использованием спектрального анализа (рис. 1).

Спектр демонстрирует острый выброс на частоте  $1/22$  (0,045), что соответствует 22-х летней периодичности. Следовательно, можно сделать вывод о наличии циклическости в анализируемом ряду с интервалом в 22 года.

Тренды полученные в результате аналитического выравнивания временного ряда общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области, по основным видам кривых роста, а также рассчитанные значения выбранных критериев точности модели представлены в таблице 1.

Все кривые имеют хорошую точность, вместе с тем в остатках присутствует автокорреляция ( $DW_1 = 1,46$ ,  $DW_2 = 1,63$ ). Критерии точности модели незначительно отличаются для всех кривых роста, поэтому, руководствуясь правилом выбора более простой модели, для описания

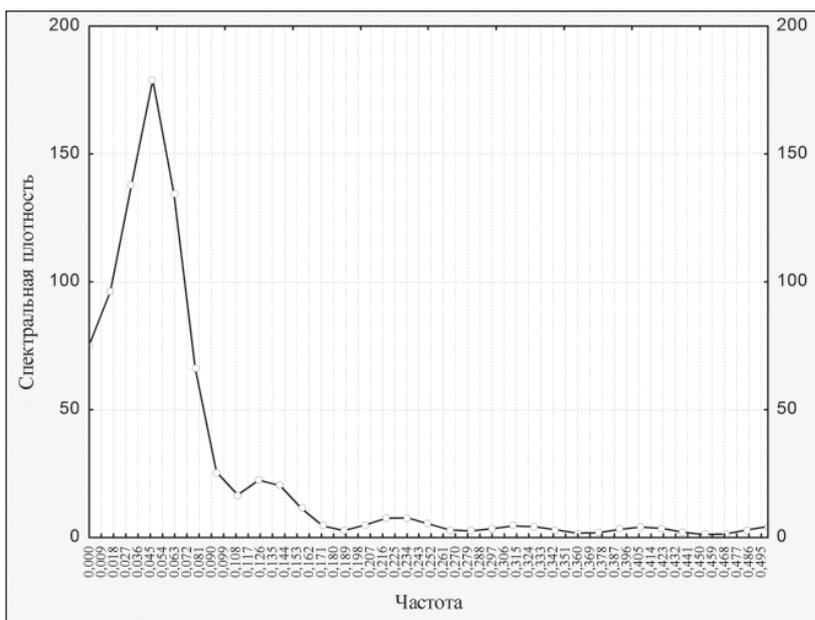


Рис. 1. Спектральная плотность временного ряда общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1960–2012 гг.

Таблица 1

Уравнения трендов временного ряда общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1960–2012 годы

Вид тренда	Уравнение тренда	$R^2$	$S(t)$	$ \bar{\delta} , \%$	$DW$
Экспоненциальный	$y_t = 21,488 \exp^{-0,013t}$	0,56	2,67	16,00	0,117
Линейный	$y_t = -0,2102t + 21,18$	0,57	2,63	16,39	0,115
Полином 2-й степени	$y_t = 0,0044t^2 - 0,45t + 23,378$	0,62	2,55	15,53	0,11
Полином 3-й степени	$y_t = 0,00007t^3 - 0,001t^2 - 0,3307t + 2,816$	0,62	2,53	15,30	0,113
Степенной	$y_t = 30,51t^{-0,236}$	0,58	2,50	15,13	0,123

периоду присущ рост показателя на 0,49‰ или на 3,9%.

Временной ряд, как правило, содержит два основных элемента: тенденцию динамики и колеблемость. Эти составляющие в разных реальных временных рядах находятся в неодинаковом соотношении, а в крайних случаях остается один элемент: ряд без колеблемости уровней представляет собой тренд в чистом

тенденции динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1960–2012 годы, нами выбрано параболическое уравнение тренда, также оно не противоречит сути изучаемого явления.

На рисунках 2–4 представлены результаты аналитического выравнивания общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области по выделенным циклам. Наилучшую аппроксимацию сложившейся тенденции, внутри выделенных циклов также, как и для всего временного ряда, дает полином 2-й степени.

Тенденция динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1960–1981 гг. и за 1982–2003 гг. характеризуется ускоренным снижением уровней на 0,133‰ и на 0,046‰ соответственно.

В третьем выделенном периоде (рис. 4), тенденция динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области описывается восходящей ветвью параболы с замедляющимся на 0,039‰ ростом уровней.

С целью сравнения интенсивности динамики по выделенным циклам, нами рассчитаны средние показатели динамики в абсолютном и относительном выражении (таблица 3).

В среднем за анализируемый период (1960–2012 гг.) общий коэффициент рождаемости в Оренбургской области составлял 14,9‰, при этом он снижался в среднем за год на 0,25‰ или на 1,2%. Наиболее высокий средний уровень показателя наблюдался в первые 22 года (18,15‰), но этому же периоду характерна и наибольшая интенсив-

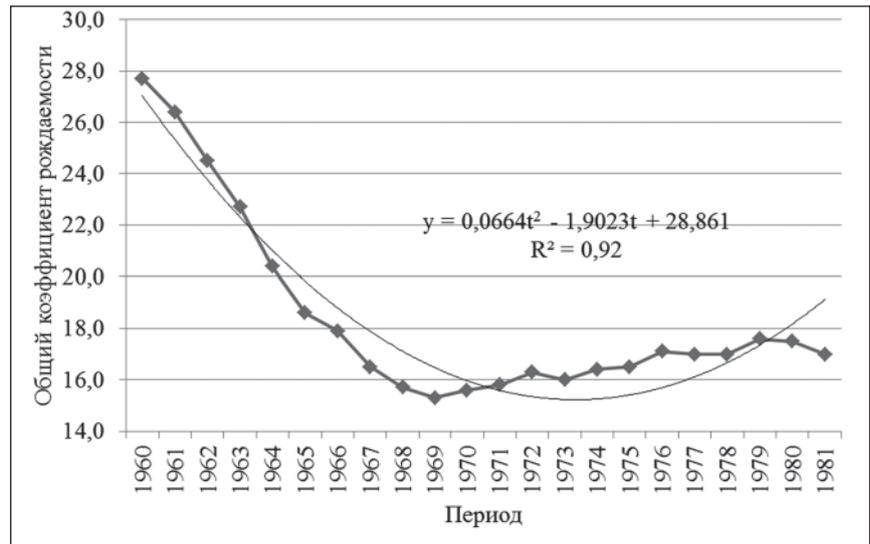


Рис. 2. Динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1960–1981 гг., ‰

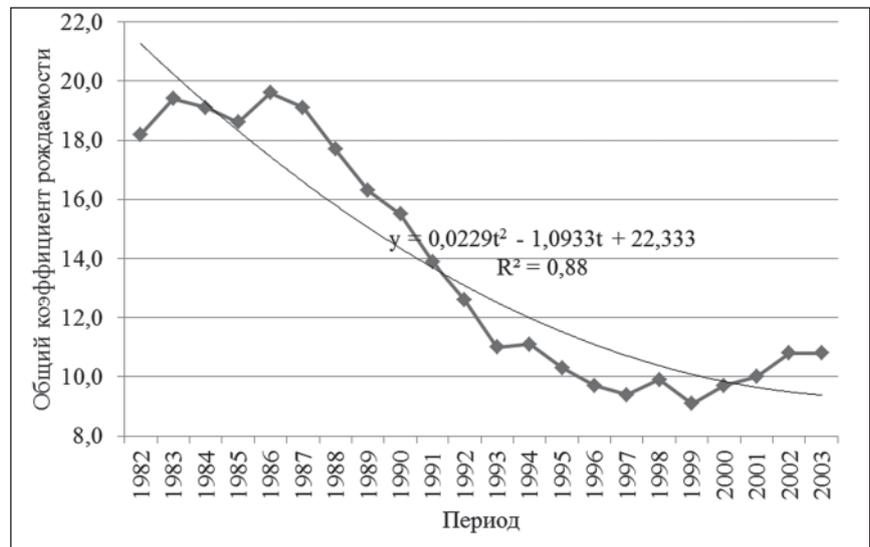


Рис. 3. Динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1982–2003 гг., ‰

ность снижения на 0,51‰ или на 2,3% в среднем за год. Наименьший средний уровень общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области наблюдается в 2004–2012 гг. (12,62‰) и только этому

виде, а ряд без тенденции динамики, но с колебаниями уровней около постоянной средней величины — это стационарный временной ряд. Оба крайних случая крайне редки на практике. Обычно тенденция и

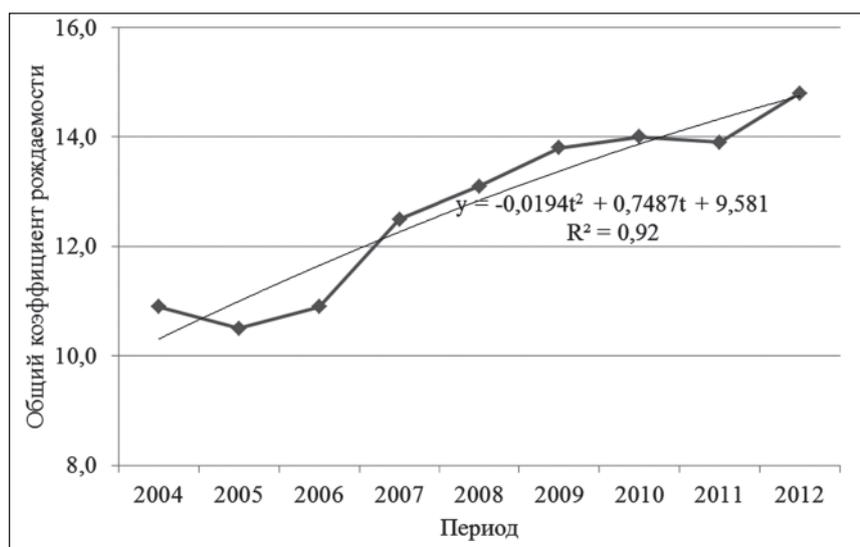


Рис. 4. Динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 2004–2012 гг., %

Таблица 3

Средние показатели динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области

Период	Общий коэффициент рождаемости, (число родившихся на 1000 человек населения)	Абсолютный прирост, ‰	Темп роста, %	Темп прироста, %
1960–1981 гг.	18,15	-0,51	97,70	-2,30
1982–2003 гг.	13,17	-0,35	98,24	-1,76
2004–2012 гг.	12,62	0,49	103,90	3,90
1960–2012 гг.	14,9	-0,25	98,80	-1,20

Таблица 4

Показатели колеблемости общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 1960–2012 гг.

Показатель	1960–1981 гг.	1982–2003 гг.	2004–2012 гг.	1960–2012 гг.
Амплитуда колебаний	3,54	5,57	1,34	9,18
Среднее по модулю отклонение от тренда	0,90	1,14	0,15	2,31
Дисперсия	1,02	1,87	0,19	6,93
Среднее квадратическое отклонение	1,01	1,37	0,43	2,63
Коэффициент колеблемости, %	5,56	7,54	3,42	17,67

Таблица 5

Результаты экстраполяции выявленной тенденции общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области

Показатель	Прогноз на 2013 г.			Прогноз на 2014 г.		
	точечный	верхняя граница	нижняя граница	точечный	верхняя граница	нижняя граница
По временному ряду общего коэффициента рождаемости за 2004–2012 годы	15,13	16,18	14,08	15,47	16,52	14,42
По временному ряду общего коэффициента рождаемости за 1960–2012 годы	11,91	17,19	6,63	11,94	17,22	6,66

колеблемость сочетаются в исходном ряду, и методы статистического анализа, призваны «очистить» тенденцию от колебаний, измерить ее параметры. Значение колеблемости многогранно:

1) она позволяет выдвинуть гипотезы о причинах колебаний, о путях влияния на них;

2) на основе параметров колеблемости можно ее прогнозировать или учитывать как фактор ошибки

прогноза, т.е. сделать прогноз наиболее надежным и (или) точным;

3) на основе параметров и прогнозов колебаний можно рассчитать резервы, страховой запас, необходимый для преодоления вредных последствий колебания уровней. [1]

Колебания уровней временного ряда могут иметь разную форму, разное распределение по времени, разную частоту и амплитуду, для их характеристики нами рассчитаны показатели, представленные в таблице 4.

Сравнивая значения показателей, представленные в таблице 4, можно сделать вывод, что более устойчивым является временной ряд за 2004–2012 гг., а большей колеблемостью обладает временной ряд за весь рассматриваемый период. Коэффициент колеблемости для этих рядов отличается почти в 5 раз. В целом для всех рассматриваемых периодов можно сделать вывод о незначительной колеблемости общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области.

3. Прогнозирование динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области

Прогнозирование динамики общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области по временному ряду за 2004–2012 годы показало, что при сохранении тенденции, наблюдавшейся в 2004–2012 гг. в анализируемом показателе, тренд общего коэффициента рождаемости в 2013 г. пройдет через точку 15,13‰, а в 2014 г. через точку 15,47‰. Прогноз по временному ряду за 1960–2012 годы позволяет сделать вывод, что при сохранении тенденции, наблюдавшейся в 1960–2012 гг. в анализируемом показателе, тренд общего коэффициента рождаемости в 2013 г. пройдет через точку 11,91‰, а в 2014 г. через точку 11,94‰.

По данным Росстата общий коэффициент рождаемости в 2013 году составил 14,8‰, а за январь – март 2014 года 14,5‰. Как видно из приведенных данных, прогноз по временному ряду за 2004–2012 гг. ближе к фактическим данным.

Таблица 6

**Критерий Дарбина – Уотсона для проверки коинтеграции нестационарных временных рядов общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области**

Показатель	$x_3$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$DW_{крит}$	0,511			
$DW_{набл}$	1,8467	0,8368	1,8858	1,1522

Таблица 7

**Результаты регрессионного анализа временного ряда общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области за 2004–2012 годы**

Уравнение	$R$	$DW_{набл}$	$F_{набл}$	$F_{крит}(0,05;1;7)$
$\hat{y}_i = -2,663 + 1,862 \cdot x_2$	0,82	1,56	14,29	5,59
$\hat{y}_i = -8,972 + 4,581 \cdot x_3$	0,85	1,85	18,43	
$\hat{y}_i = 34,986 - 0,203 \cdot x_4$	0,79	1,46	11,22	
$\hat{y}_i = -14,263 + 1,257 \cdot x_7$	0,94	1,89	52,79	
$\hat{y}_i = 48,109 - 0,040 \cdot x_8$	0,75	1,15	8,71	

Таблица 8

**Факторное прогнозирование общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области, ‰**

Фактор	Прогноз на 2013 г.			Прогноз на 2014 г.		
	точечный	нижняя граница	верхняя граница	точечный	нижняя граница	верхняя граница
$x_2$	13,85	11,65	16,05	13,85	11,65	16,05
$x_3$	14,99	13,15	16,82	15,44	13,61	17,28
$x_4$	13,75	11,18	16,32	13,75	11,18	16,32
$x_7$	15,51	14,73	16,29	16,05	15,27	16,83

Точечный и интервальный прогноз по моделям тренда на 2013–2014 гг. для анализируемых временных рядов, представлены в таблице 5.

По данным таблицы 5 можно сделать вывод, что с вероятностью 0,95 доверительные границы прогноза общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области, при условии сохранения до 2013 года выявленной тенденции за 1960–2012 гг., составят от 6,63‰ до 17,19‰, а в 2014 году от 6,66‰ до 17,22‰.

С вероятностью 0,95 доверительные границы общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области, при условии сохранения до 2013 года выявленной тенденции за 2004–2012 гг., составят от 14,08‰ до 16,18‰, а в 2014 году от 14,42‰ до 16,52‰.

Наибольшие расхождения между верхней и нижней границами прогноза общего коэффициента рождаемости по тренду за 1960–2012 гг., что обусловлено большей колеблемостью этого ряда.

На основе априорного анализа в качестве факторов, влияющих на динамику общего коэффициента рождаемости в Оренбургской области, нами выбраны следующие показатели:

$x_1$  – соотношение мужчин и женщин оценка на конец года (на 1000 мужчин приходится женщин);

$x_2$  – общие коэффициенты брачности на 1000 человек населения;

$x_3$  – общие коэффициенты разводимости на 1000 человек населения;

$x_4$  – реальные денежные доходы населения, ‰;

$x_5$  – уровень экономической активности населения (по данным выборочных обследований населения по проблемам занятости, ‰);

$x_6$  – уровень безработицы (‰);

$x_7$  – общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (на конец года; квадратных метров);

$x_8$  – заболеваемость на 1000 человек населения (зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни).

Проверка гипотезы о стационарности временных рядов приведенных показателей, с помощью метода Фостера – Стюарта, показала, что во временных рядах показателей  $x_3, x_6, x_7, x_8$  присутствует тенденция, ряды нестационарные, а временные ряды факторов  $x_1, x_2, x_4, x_5$  стационарные.

Оценка тесноты, направления и модели связи методами корреляционного и регрессионного анализа для стационарных временных рядов проводится по уровням исходных временных рядов.

Для нестационарных временных рядов проверена гипотеза об их коинтегрированности с использованием теста Дарбина – Уотсона (таблица 6).

Расчетные значения критерия Дарбина–Уотсона превышают критическое на 1% уровне значимости для всех анализируемых временных рядов, следовательно, нулевую гипотезу об отсутствии коинтеграции временных рядов  $y$  и  $x_3, y$  и  $x_6, y$  и  $x_7, y$  и  $x_8$  отклоняют. В этом случае можно строить уравнения регрессии и определять показатели корреляции, используя в качестве исходных данных непосредственно уровни изучаемых рядов.

Расчет парных уравнений регрессии с отобранными факторами представлен в таблице 7.

Проведенный анализ точности и адекватности регрессионных моделей для всех факторов, позволяет сделать вывод, что все уравнения за исключением регрессии с фактором  $x_8$  пригодны для прогнозирования.

Результаты прогноза по регрессионным моделям представлены в таблице 8.

Если общий коэффициент брачности в 2013–2014 гг. составит 8,87‰, то общий коэффициент рождаемости с вероятностью 95% ожидается от 11,65‰ до 16,05‰. При значении общего коэффициента разводимости на 1000 человек населения в 2013 году 5,23‰, общий коэффициент рождаемости с вероятностью 95% ожидается от 13,15‰ до 16,82‰, а в 2014 году при значении коэффициента разводимости 5,33‰ общий коэффициент рождаемости с вероятностью

тью 95% ожидается от 13,61‰ до 17,28‰. При значении величины реальных денежных доходов населения в 2013–2014 гг. 104,67% общий коэффициент рождаемости с вероятностью 95% ожидается от 11,18‰ до 16,32‰.

#### 4. Заключение

По результатам проведенного анализа, можно дать следующие выводы.

– в 2004 году Оренбургская область вступила в восходящую фазу цикла по общему коэффициенту рождаемости, при этом падение рождаемости в нисходящей фазе цикла (1982–2003 годы) связано с уменьшением численности женщин в наиболее фертильных возрастах, ухудшением экономического и социального положения большинства населения;

– прогноз по одномерным моделям временного ряда, на ближайшие 2 года, показал сохранение тенденции роста общего коэффициента рождаемости;

– статистически значимая связь общего коэффициента рождаемости выявлена с общими коэффициентами брачности и разводимости, реальными денежными доходами населения и общей площадью жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя, при этом некоторые коэффициенты регрессии имеют, с точки зрения сущности изучаемого явления, неверные знаки. Это обусловлено в первую очередь качественными сдвигами в институте семьи и брака: «ослабление» семьи, рост числа разводов, увеличение «пробных», нерегистрируемых браков и внебрачной рождаемости, па-

дение ценности детей в системе жизненных ценностей семьи и общества

#### Литература

1. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник [Электронный ресурс] / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – М. : Финансы и статистика, 2012. – 320 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=215316> (27.05.2014).

#### References

1. Afanasyev V.N. Time series analysis and forecasting : a tutorial [Electronic resource] / V.N. Afanasyev, M.M. Yuzbashev. – M.: Financy and statistika, 2012. – 320 p. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=215316> (27.05.2014).