

Н.Н. Двоерядкина, Т.А. Юрьева

ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ВРЕМЕННОГО РЯДА

В статье рассматривается метод скользящей средней для выявления тенденции временного ряда. Представлен пример прогнозирования экономического показателя на основе анализа динамики ряда.

Ключевые слова: временной ряд, тенденция, выравнивание ряда, прогнозирование.

IDENTIFY OF TRENDS IN TIME SERIES

The article devoted the moving average method to detect trends of the time series. There is an example of forecasting economic indicator based on the analysis of the time series.

Key words: time series, trend, leveling time series, forecasting.

Большая часть данных в области макроэкономики, финансов и торговли, а также некоторые данные микроэкономики (панельные данные) имеют вид временных рядов. Объем промышленного производства измеряется или оценивается ежемесячно, ВВП – ежеквартально, численность населения – ежегодно. Начиная с 1960-х гг. эконометрические методы впервые стали регулярно использовать для анализа временных рядов, на сегодняшний день потребность в прогнозах только усиливается.

Под временным рядом (Time Series) в экономике подразумевают последовательные значения некоторого показателя, наблюдаемые через одинаковые временные интервалы. В отечественной литературе используются два синонима этого термина – «динамический ряд», и «ряд динамики», рассматривающие последовательность наблюдений показателя, упорядоченного по времени.

Динамический ряд является *интервальным*, если каждый уровень представляет собой итог процесса за некоторый интервал времени. Этот ряд является *моментным*, если уровни отражают состояние объекта в отдельные моменты времени. Элементами временного ряда выступают числовые значения показателя, называемые уровнями ряда, которые будем обозначать y_t ($t=1,2, \dots, n$), где n – число уровней.

Отличие временных рядов от простых экономических совокупностей заключается, прежде всего, в том, что последовательные значения уровней временного ряда зависят друг от друга.

В общем виде при исследовании уровней экономического временного ряда выделяются несколько составляющих:

тренд, длительная («вековая») тенденция изменения экономического показателя, определяющая общее направление развития;

сезонная компонента, отражающая повторяемость экономических процессов в течение короткого промежутка времени, чаще всего одного года;

циклическая компонента, определяющая периодичность экономических процессов при большом массиве данных в течение длительного промежутка времени;

случайная компонента, учитывающая влияние неучтенных факторов.

При статистическом изучении динамики необходимо четко разделить два ее основных элемента – тенденцию и колеблемость, чтобы дать каждому из них количественную характеристику с помощью специальных показателей.

Чтобы нагляднее представить показатели, характеризующие тенденцию, следует абстрагироваться от колеблемости и выявить динамический ряд в форме «чистого» тренда при отсутствии колебаний.

Абсолютный прирост – это разность между сравниваемым уровнем и уровнем более раннего периода, принятым за базу сравнения. Если эта база – непосредственно предыдущий уровень, показатель называют *цепным*, если за базу взят, например, начальный уровень, показатель называют *базисным*. Формулы абсолютного прироста:

$$\text{цепное: } \Delta_i = y_i - y_{i-1}; \text{ базисное: } \Delta_i = y_i - y_0.$$

Абсолютный прирост не является константой тенденции. Уровни ряда изменяются с ускорением. *Ускорение* – это разность между абсолютным приростом за данный период и абсолютным приростом за предыдущий период одинаковой длительности:

$$\Delta_i' = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

Показатель ускорения применяется только в цепном варианте, но не в базисном. Отрицательная величина ускорения свидетельствует о замедлении роста или об ускорении снижения уровней ряда.

Ускорение является константой тенденции ряда, что свидетельствует о параболической форме этой тенденции. Ее уравнение имеет вид:

$$y_i = a + b \cdot t_i + c \cdot t_i^2,$$

где a – уровень ряда в начальный период при $t=0$; b – средний по ряду абсолютный прирост; t_i – номер периода; c – половина ускорения.

Система показателей должна содержать не только абсолютные, но и относительные статистические показатели.

Относительные показатели динамики необходимы для сравнения разных объектов, особенно если их абсолютные характеристики различны.

Темп роста – это отношение сравниваемого уровня (более позднего) к уровню, принятому за базу сравнения (более раннему). Темп роста исчисляется в цепном варианте к предыдущему уровню или в базисном варианте – к одному и тому же, обычно начальному уровню. Он говорит о том, сколько процентов составляет сравниваемый уровень по отношению к уровню, принятому за базу, или во сколько раз сравниваемый уровень больше уровня, принятого за базу.

Рассмотрим связь абсолютных и относительных показателей динамики. Обозначим темп изменения через k . Тогда имеем:

$$\text{цепной темп роста: } k_{\frac{i}{i-1}} = \frac{y_i}{y_{i-1}}; \text{ базисный темп роста: } k_{\frac{i}{0}} = \frac{y_i}{y_0}.$$

Если сравниваемый уровень y выразить через уровень предыдущего года плюс прирост или через уровень базисного года плюс базисный абсолютный прирост, то получим:

$$k_{\frac{i}{i-1}} = \frac{y_{i-1} + \Delta_i}{y_{i-1}} = 1 + \frac{\Delta_i}{y_{i-1}} \text{ или } 100\% + \frac{\Delta_i}{y_{i-1}} \cdot 100;$$

$$k_{\frac{i}{0}} = \frac{y_0 + \Delta_{0i}}{y_0} = 1 + \frac{\Delta_{0i}}{y_0} \text{ или } 100\% + \frac{\Delta_{0i}}{y_0} \cdot 100.$$

Величину $\frac{\Delta_i}{y_{i-1}}$ или $\frac{\Delta_{0i}}{y_0}$, т.е. отношение абсолютного изменения к предыдущему или

базисному уровню, часто называют *относительным приростом* (относительным изменением), или же *темпом прироста*. Он равен $k-1$, или $k-100\%$. Темп прироста может иметь как положительные, так и отрицательные значения. Например, финансовый результат от реализации продукции предприятием может быть прибылью (+), а может быть убытком (-), тогда темп изменения и темп прироста применять нельзя. В этом случае такие показатели теряют смысл и не имеют экономической интерпретации. Сохраняют смысл только абсолютные показатели динамики.

Для временных рядов гетероскедастичность проявляется в виде автокорреляции остатков. Автокорреляция может быть положительной и отрицательной. Чаще всего положительная автокорреляция вызывается направленным воздействием некоторых неучтенных в модели факторов. Например, пусть исследуется спрос y на прохладительные напитки в зависимости от дохода x по ежемесячным данным. Зависимость, отражающая увеличение спроса с ростом дохода, может быть представлена линейной функцией. $y = \alpha + \beta \cdot x$.

Однако фактические точки наблюдений обычно будут превышать линию графика в летние периоды и окажутся ниже ее в зимние.

Отрицательная автокорреляция означает, что за положительным отклонением следует отрицательное и наоборот. На практике отрицательная автокорреляция встречается редко.

Наиболее известным критерием обнаружения автокорреляции является критерий Дарбина – Уотсона, общая схема применения которого следующая.

Для построенного уравнения регрессии определяют значение статистики Дарбина – Уотсона DW . По таблице критических точек распределения для заданного уровня значимости α , числа наблюдений n и количества независимых переменных k определяются два значения: d_l – нижняя граница, d_u – верхняя граница.

Далее осуществляются выводы по правилу:

$0 < DW < d_l$ – существует положительная автокорреляция;

$d_l < DW < d_u$ – зона неопределенности;

$d_u < DW < 4 - d_u$ – автокорреляция отсутствует;

$4 - d_u < DW < 4 - d_l$ – зона неопределенности;

$4 - d_l < DW < 4$ – существует отрицательная автокорреляция.

Графически выводы представлены на рис. 1.



Рис. 1.

Для устранения автокорреляции необходимо прежде всего скорректировать саму модель. Возможно, автокорреляция вызвана отсутствием в модели некоторой важной объясняющей переменной. И добавление этой

переменной поможет устранить автокорреляцию. Чаще всего приходится добавлять фиктивные переменные, отвечающие за сезонность. Например, при изучении спроса на прохладительные напитки добавим переменную $s = \begin{cases} 0, & \text{если холодное время года,} \\ 1, & \text{если теплое время года.} \end{cases}$

Тогда y может быть представлено в виде: $y = \alpha + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot s$.

При $s=0$ y покажет объем продаж прохладительных напитков в холодное время года, а при $s=1$ – в теплое. Коэффициент β_2 показывает, насколько изменяется объем продаж в теплое время года по сравнению с холодным.

Иногда приходится добавлять несколько фиктивных переменных.

Пример. В таблице находятся данные по объему экспорта некоторой страны за 8 лет. Определить динамику изменения объемов экспорта и спрогнозировать объем экспорта на следующих 5 лет.

Год	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Объем экспорта	3	7,3	8,2	13,4	15	21	23,4	30,1

Решение.

Изобразим исходные данные в системе координат на корреляционном поле (рис. 2).

Анализ графика показывает, что с каждым годом объем экспорта увеличивается. Чтобы определить темп прироста объема экспорта и спрогнозировать его на ближайшее будущее, оценим параметры функции, показывающей изменение объема экспорта с течением времени.

В качестве зависимой переменной y выступает средний объем экспорта, найденный методом скользящего среднего по формуле $\bar{y}_t = \frac{y_{t-1} + y_t}{2}$ ($\bar{y}_0 = y(t=1998 \text{ г.}) = 3$), а независимой t – время, причем 1998 г. соответствует начальному моменту времени $t=0$, 1999 г. – $t=1$ и т.д.

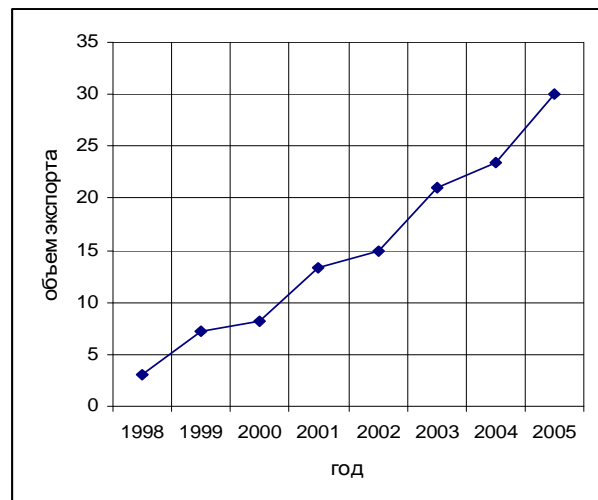


Рис. 2.

Скользящее среднее изображено на рис. 3. Все значения скользящего среднего принадлежат некоторой плавной кривой, которая и является функцией изменения объема экспорта с течением времени. Значения среднего объема экспорта в каждый момент времени представлены в расчетной таблице.

t	\bar{y}	Δy	a
0	3	-	-
1	5,15	2,15	-
2	7,75	2,6	0,45
3	10,8	3,05	0,45
4	14,2	3,4	0,35
5	18	3,8	0,4
6	22,2	4,2	0,4
7	26,75	4,55	0,35

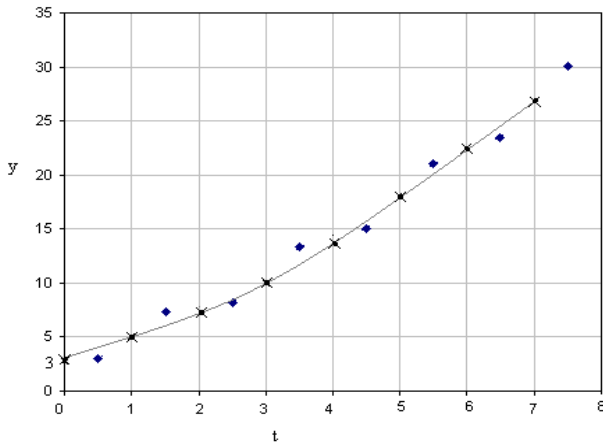


Рис. 3.

Изменение объема экспорта с течением времени выражается функцией:

$$y_i = a + b \cdot t_i + c \cdot t_i^2.$$

Ускорение в каждый момент времени практически не изменяется, колеблется около своего среднего значения $0,4$, – значит, коэффициент $c=0,4/2=0,2$.

Объем экспорта в первоначальный момент времени составляет 3 усл.ед. – следовательно, $a=3$.

Коэффициент b найдем из соотношения

$$b = \frac{y(t) - a - c \cdot t^2}{t} = \frac{5,15 - 3 - 0,2 \cdot 1}{1} \approx 2.$$

Уравнение, описывающее изменение объемов экспорта некоторой страны с течением времени, имеет вид: $y_t = 3 + 2 \cdot t + 0,2 \cdot t^2$.

Чтобы осуществить прогноз объемов экспорта, необходимо в полученное уравнение подставить значение t и вычислить y . Прогнозные значения объемов экспорта представлены в таблице:

Год	2006	2007	2008	2009	2010
t	8	9	10	11	12
Объем экспорта	31,8	37,2	43	49,2	55,8