УДК 338.27:339.743

МОДЕЛИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Иващенко П.А., к.э.н., доцент, Филоненко М.В., студентка
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Предложена модель краткосрочного прогноза временного ряда. Введен и рассмотрен оператор прогнозирования, основанный на знаках первых разностей и их абсолютных величинах.
Ключевые слова: предпрогнозный анализ, модель временного ряда, прогноз знака.

Запропонована модель короткострокового прогнозу часового ряду. Введений і розглянутий оператор прогнозування, заснований на знаках перших різниць і їх абсолютних величинах.
Ключові слова: передпрогнозний аналіз, модель часового ряду, прогноз знаку.

The model of short-term prognosis of temporal row is offered. Entered and considered the operator of prognostication, based on the signs of the first differences and their absolute values.
Key words: pre-prognosis analysis, model of temporal row, prognosis of sign.

Украина делает реальные шаги в направлении вхождения в мировой экономический процесс, слияния с функциональными структурами современной цивилизации, валютной системы. Развитие экономических отношений обусловливается объективными предпосылками – совершенствованием международного разделения труда и специализацией производства, интернационализацией всего комплекса производственного процесса и общественно-политической жизни народов. Значительное влияние на их углубление осуществляет формирование на мировом рынке интернациональной стоимости товаров и услуг, развитие интеграционных процессов. Необходимость предвидения вероятного развития событий на будущее никогда ранее не была такой важной, как сейчас.

Решения, принимающиеся сегодня, опираются на признаки развития явлений. В свою очередь, они более или менее влияют на это будущее. Именно поэтому исследование моделей краткосрочного прогнозирования финансово-экономических показателей в условиях недостаточной информации поможет избежать принципиальных ошибок при принятии хозяйственных решений. Изучение этой проблемы является актуальным как для теории, так и для практики.

Прогностический анализ финансовой сферы особенно важен при обострении хозяйственно-экономического и политического кризиса в государстве.

В статье предлагается решение задачи разработки моделей краткосрочного прогнозирования как способа научного познания и представления их динамики в современных условиях.

Результаты. Представляется, что этапами прогнозирования (в том числе и краткосрочного) должны быть:

а) предварительный (предпрогнозный) анализ временного ряда;
б) выбор (поиск, разработка) метода прогнозирования;
в) осуществление прогноза по модели прогнозирования.

Суть предварительного (предпрогнозного) анализа временного ряда может состоять в:

- ✓ классическом визуальном анализе его графика. На основе визуального анализа можно сделать предварительные выводы об особенностях поведения временного ряда. Другими словами, можно выдвигать гипотезы о наличии (отсутствии) тренда, сезонной составляющей, циклической составляющей, автосоставляющей, случайной составляющей и т.д.;
- ✓ *R/S*-анализе (разработан английским статистиком Херстом). Его суть для нашей ситуации состоит в попытке отыскания долговременной памяти у временного ряда (*R* – размах, *S* – среднеквадратическое отклонение);
- ✓ анализе фазового портрета временного ряда с целью выявления циклической составляющей;
- ✓ расчете накопленных отклонений отрезков временного ряда от соответствующих средних для выявления наличия или отсутствия подобия независимо от временного масштаба.

Выбор метода прогнозирования существенно зависит от класса временного ряда. Будем рассматривать класс быстроменяющихся временных рядов. Например, к этому классу относятся ряды, отражающие изменения валютных курсов, ценных бумаг.

Зададим временной ряд измерениями X_1, X_2, …, X_N. Для дальнейшего удобно перейти к первым разностям:

$$\Delta X_i = X_i - X_{i-1}.$$

Воспользуемся очевидным соотношением:

$$\Delta X_i = \text{Знак}(\Delta X_i) \times \text{Модуль}(\Delta X_i).$$

На его основе предлагаем оператор прогноза следующего вида

$$\text{Оператор\_Прогноза}(\Delta X) = \text{Оператор\_Прогноза}_1(\text{Sign}(\Delta X)) \times \text{Оператор\_Прогноза}_2(|\Delta X|). \quad (1)$$

Другими словами, прогноз первых разностей предлагается осуществлять отдельно для знака этих разностей и отдельно для абсолютных величин (модулей) первых разностей. Соответственно методы прогнозирования для знака первых разностей (Оператор_Прогноза$_1$) и модуля первых разностей (Оператор_Прогноза$_2$) будут различными.

Рассмотрим задачу прогнозирования колебаний валютного курса на следующий день. Это означает, что нас будут интересовать оценки направления изменения курса за день и прогнозы этих оценок.

Возможный путь ее решения состоит в подборе адекватного инструментария, обеспечивающего построение модели прогнозирования. Далее выдвигаются и проверяются гипотезы о поведении участников рынка, направленные на обеспечение реагирования модели на те или иные возможные ситуации. Затем сконструированная модель применяется для получения прогнозов на основе нескольких выборок (этап тестирования). Наконец, выбирается система критериев, по которым оценивается качество модели (прогнозов).

Учет знаков разностей может быть выполнен с помощью упрощающего преобразования вида:

$$k_i = \begin{cases} +1, \text{если } \Delta x_i > 0; \\ 0, \text{ если } \Delta x_i = 0; \\ -1, \text{если } \Delta x_i < 0. \end{cases} \quad (2)$$

В результате получаем ряд $k_1, k_2, \ldots, k_{N-1}$. Его принято называть *знаковым рядом* [5, с.343].

«Кирпичиками» для построения модели прогнозирования Ю.П.Лукашин предлагает произведение

$$m_i = k_i k_{i-1}, \quad (3)$$

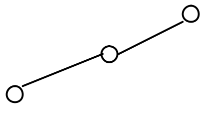
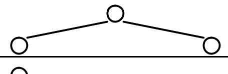
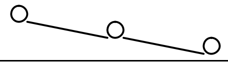
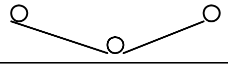
принимающее значения

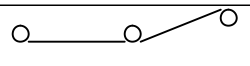
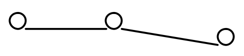
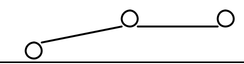
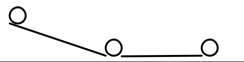
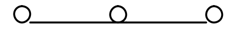
$$m_i = \begin{cases} +1, \text{ когда } k_i \quad 1 \quad \text{и} \quad k_{i-1} \quad 1 \text{ либо когда } k_i \quad -1 \text{ и } k_{i-1} \quad -1; \\ 0, \quad \text{когда } k_i = 0 \text{ и(или) } k_i \quad 0, k_{i-1} \quad 0; \\ -1, \text{ когда } k_i \quad 1 \quad \text{и} \quad k_i \quad -1 \text{ либо когда } k_i \quad -1 \text{ и } k_{i-1} \quad 1. \end{cases} \quad (4)$$

Математически функция $m_i = f(k_i, k_{i-1}) = k_i k_{i-1}$ есть конечнозначная дискретная функция. Области изменения двух аргументов и область значений этой функции совпадают и могут быть представлены таблицей (см. табл. 1).

Таблица 1

Полная группа событий для изменения знака произведения $\Delta x_{i-1} \Delta x_i$

№ п/п	Возможные варианты расположения точек x_{i-1}, x_i, x_{i+1}	k_{i-1}	k_i	$k_{i-1}\,k_i$	$P(m_i)$
1		+1	+1	+1	1/9
2		+1	–1	–1	1/9
3		–1	–1	+1	1/9
4		–1	+1	–1	1/9

5		0	+1	0	1/9
6		0	–1	0	1/9
7		+1	0	0	1/9
8		–1	0	0	1/9
9		0	0	0	1/9

В отношении выражения (4) следует заметить, что значения m_i – это комбинация (произведение) знаков соседних разностей исходного ряда в текущий (i-й) и предыдущий (i–1-й) моменты времени, т.е. m_i обладает памятью наряду со знаком текущей разности о знаке предыдущей.

Согласно Ю.П. Лукашину, можно выдвинуть гипотезу об инерционности действий основной массы участников торговли валютой. Возможны три ситуации.

1. Основная масса участников валютного рынка ожидает, что направление движения курса неизменно. Она полагает предпринять такие совместные действия в отношении спроса и предложения, которые будут способствовать сохранению знака курса.
2. Большинство участников на основании складывающейся конъюнктуры предполагает изменить направления движения курса на противоположный.
3. Ситуация неопределенности, когда не ожидается ни роста, ни падения курса. Она характеризуется явным присутствием элемента случайности.

Далее с целью выяснения того, какая ситуация встречается в последнее время чаще, предлагается усреднить ряд m_i за известный интервал методом экспоненциального сглаживания. Для этого можно использовать рекуррентную формулу

$$S_t = \alpha m_t + (1-\alpha) S_{t-1}. \tag{5}$$

В (5) S_t – значение экспоненциальной средней в момент t, α – постоянная сглаживания, называемая параметром адаптации, $0 < \alpha \le 1$.

Для прогноза m на момент времени t+1 может быть использована функция вида

$$m_{t+1} = Sign(S_t) = \begin{cases} +1, & S_t > 0; \\ 0, & S_t = 0; \\ -1, & S_t < 0. \end{cases} \tag{6}$$

Окончательная модель прогноза знака прироста курса валюты на момент t+1 определяется Ю.П.Лукашиным как

$$Sign(\Delta x_{t+1}) = Sign(m_{t+1} k_t). \tag{7}$$

Необходимо отметить, что модель (7) является адаптивной, в которой сомножитель (6) учитывает и адаптивный прогноз и изменения знаков разностей в предыдущие моменты времени, а k_t явным образом дублирует знак первой разности исходного ряда в текущий момент времени. Операция умножения m_{t+1} на k_t накладывает историю изменения знаков на знаки элементов ряда для текущего момента времени.

Если смоделировать ряд случайных чисел x_i, i = 1,…, N с помощью датчика случайных чисел СЛЧИС() электронной таблицы Excel и реализовать модель (7) с целью проверки работоспособности, то в смоделированном ряде прогнозов обнаруживается практическое отсутствие нулей (в том числе машинных). Это наводит на мысль о том, что необходимо задавать пределы (верхний и нижний) допустимых изменений величин Δx_i, внутри которых принимается одно из трех решений. Другими словами, для случая $k_i = 0$ предлагается считать допустимым $l_{\Delta x} \times 100\%$-й предел колеблемости величин Δx_i, где $l_{\Delta x}$ – некоторая положительная величина, выбор которой связывается со спецификой рыночного поведения ряда $\{x_i\}$. Таким образом, если значение x_{i+1} отличается от x_i не более чем на $l_{\Delta x} \times 100\%$, то повода для волнений нет, и считаем, что $k_i = 0$. В противном случае следует соответствующая реакция: k_i полагается равным или +1, или –1. Понятно, что этот процент для каждой ситуации, вообще говоря, свой.

Представляется, что такой (интервальный) подход, во-первых, более реалистичен и, во-вторых, будет давать более точные прогнозы.

Итак, в силу сказанного предлагается следующая «интервальная» адаптивная модель прогнозирования временного ряда с неустойчивым характером колебаний (обозначения сохранены):

$$k_i = \begin{cases} +1, \text{если } \Delta x_i > \varepsilon_x; \\ 0, \text{ если } |\Delta x_i| \le \varepsilon_x; \\ -1, \text{если } \Delta x_i < -\varepsilon_x, \end{cases}$$

где ε_x – ширина интервала безразличия, $\varepsilon_x > 0$.

Далее полагаем

$$m_i = k_i k_{i-1} \text{ ; (уже с «памятью» (}i\text{–1))}$$

$$S_t = \alpha m_t + (1-\alpha) s_{T-1};$$

$$m_{t+1} = \cancel{S}ign(S_t) \quad \begin{cases} +1, & S_t > \varepsilon_s; \\ 0, & |S_t| \le \varepsilon_s; \\ -1, & S_t < -\varepsilon_s, \end{cases}$$

где ε_s – ширина интервала безразличия, для экспоненциальной средней S_t, $\varepsilon_s > 0$.

Возможно, для ε_s необходим свой или тот же параметр адаптации α, что и для m_t.

Прогноз знака прироста курса валюты на момент $t+1$ определим аналогичным (7) образом

$$Sign(\Delta x_{t+1}) = Sign(m_{t+1} k_t) . \qquad (8)$$

Машинные эксперименты в Excel показали, что прогнозы по интервальной модели более точны, чем нулевой вариант модели Ю.П.Лукашина.

Литература:

1. Минко Е.П. Статистическое прогнозирование курсов валют. Дипломная работа. – Харьков, 2005. – 97 с.
2. Иващенко П.А., Минко Е.П. Статистические модели краткосрочного прогнозирования курсов валют. Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, економічна серія. – 2003. – №608. – С. 177-181.
3. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка: Пер. с англ. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
4. Максишко Н.К., Перепелиця В.О. Аналіз і прогнозування еволюції економічних систем. – Запоріжжя: Поліграф, 2006. – 236 с.
5. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
6. Іващенко П.О. Моделювання транзиційних процесів в економіці України. Видавн. центр. Харк. нац. ун-ту. Харків, 2002. – 238 с.

Стаття надійшла до редакції 10.06.2008 р.