

## Адаптивные модели прогнозирования экономических процессов Часть II

С.С.Момбекова, Б.Р.Колбоев, Г.Т.Коштаева, Г.Т.Джусупбекова,  
Г.С.Шаймерденова  
ЮКГУ им. М.О.Ауезова

Известно, что прогнозные оценки определяются с учетом как фактических, так и полученных прогнозных уровнях ряда. Доверительный интервал прогноза вычисляется на основе точечного прогноза:

Нижняя граница прогноза –  $X(N+k)-\hat{y}(k)$ ;

Верхняя граница прогноза -  $X(N+k)+\hat{y}(k)$ ;

Величина  $\hat{y}(k)$  определяется по формуле

$$\hat{y}(k) = \sum_{j=0}^{k-1} U(j) U(j-1) \dots U(j-p) + a_1 U(j-1) + a_2 U(j-2) + \dots + a_p U(j-p)$$

где  $U(j)$  – СКО, вычисленное с учетом сложности  $AR(p)$  – модели;

$t$  – коэффициент, соответствующий табличному значению статистики Стьюдента с выбранным уровнем значимости ; коэффициент  $U(j)$  определяется рекуррентно:

$$U(j) = \begin{cases} 1, & \text{при } j=0 \\ U(j-1) + a_1 U(j-2) + \dots + a_p U(j-p), & \text{при } j>0 \end{cases}$$

В методе адаптивной фильтрации используется  $AR(p)$  – модель без свободного члена. Ее параметры корректируются на  $j$ -й итерации в каждый момент времени  $t$  следующим образом:

$$A(t,i) = A(t-1,i) - \eta R(t) X(t-i)$$

где  $A(t,i)$  и  $A(t-1,i)$  – векторы новых и старых значений параметров модели;

$\eta$  – константа обучения, определяющая скорость адаптации параметров модели ( $\eta > 0$ );

$R(t)$  – ошибка прогнозирования уровня  $X(t)$ .

□ Алгоритм построения модели прогнозирования состоит в следующем. На первой итерации ( $j=1$ ) на основе начального набора весов и первых  $p$  уровней ряда вычисляется  $X_p(t)$  и его расхождение с фактическим уровнем:  $R(t) = X(t) - X_p(t)$ , где  $t=p+1$ . Подставляя величину ошибки в уравнение корректировки весов, получают новый набор весов для следующего момента времени  $t=p+2$ . Далее это процедура повторяется для следующих  $p$ - наборов  $X(t-i)$  ( $i=1, \dots, p$ ), на каждый из которых образован из предыдущего исключением первого и добавлением одного нового уровня ряда. Если на итерации надо вернуться к первому набору уровней ряда  $X(p+1-i)$  ( $i=1, \dots, p$ ), но уже с новыми начальными весами, взятыми от предыдущей итерации.

□ Для практического применения адаптивных модели прогнозирования разработана алгоритмическая схема и комплекс программ (КП) на языке C++. Применение разработанного КП при решении задачи прогнозирования курс доллара.

Таблица. Модель временного ряда «Курс доллара»

Лучшая модель  $AR(1,1)$

Модель  $a_1 \ a_2$

$AR(1,1) \ 0,996971 \ 0,963446$

Таблица остатков

№ Факт Расчет Абсолютная величина Относительная величина

1	139,38	139,9213	-0,51847	-0,00369
2	140,44	140,9781	-0,97195	-0,00685
3	141,95	142,4835	0,183479	0,001289
4	142,3	142,8324	-0,02758	-0,00019
5	142,86	143,3907	0,680723	0,00477
6	142,71	143,2412	0,721177	0,00506
7	142,52	143,0518	0,471753	0,003309
8	142,58	143,1116	0,531571	0,003728
9	142,58	143,1116	-1,03843	-0,0072
10	144,15	144,6768	-0,72318	-0,00497
11	145,4	145,923	0,813029	0,005603
12	145,11	145,6339	0,353908	0,002436
13	145,28	145,8034	0,383393	0,002636
14	145,42	145,2919	0,172969	0,001187
15	145,77	146,2919	-0,17809	-0,00122
16	146,47	146,9898	0,189788	0,001293
17	146,8	147,3188	0,248789	0,001692
18	147,07	147,588	0,287971	0,001955
19	147,3	147,8173	0,017274	0,000117
20	147,8	148,3158	0,18576	0,001254
21	148,13	148,6448	-0,20524	-0,00138

22□148,85□149,3626□-1,57742□-0,01045

□ В таблице приведены результаты прогнозирования курса тенге относительно к доллару США. Начальный курс доллара к тенге начиналось с 139,38. При этом в качестве лучшей модели из всего класса адаптивных моделей, реализованных в программе, выбрана авторегрессионная модель.

#### Литература

□ Федосеева В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели. М., Юнити, 2000.