

Александрова С.А., Буре В.М.

Санкт-Петербургский государственный университет

Метод адаптивного прогнозирования временного ряда

Адаптивные методы прогнозирования. При обработке временных рядов, как правило, наиболее ценной является информация последнего периода, так как необходимо знать, как будет развиваться тенденция, существующая в данный момент, а не тенденция, сложившаяся в среднем на всем рассматриваемом промежутке времени. Адаптивные методы позволяют учесть различную информационную ценность уровней временного ряда, степень "устаревания" данных [1-3].

Рассмотрим следующую модификацию адаптивного метода прогнозирования Брауна

$$S_t^{(k)} = S_{t-k}^{(k)} + \alpha(y_{t-k} - S_{t-k}^{(k)}) + \beta(\delta(y_{t-k-1} - S_{t-k-1}^{(k)}) + (1 - \delta)(y_{t-k-2} - S_{t-k-2}^{(k)})), \quad (1)$$

где $S_t^{(k)}$ – прогноз, который формируется в момент времени $t - k$ на k шагов вперед, т.е. $\tilde{y}_t = S_t^{(k)}$ формируется по наблюдениям до момента $t - k$ включительно; α – параметр (коэффициент) адаптации; β – параметр (коэффициент) коррекции; δ – вес, y_{t-k} – наблюдение в момент времени $t - k$.

Использование слагаемого с коэффициентом коррекции позволяет дополнительно учесть ошибку прогнозов на предыдущих шагах прогнозирования, усилить влияние обратной связи, увеличить управляемость процесса прогнозирования. При применении формулы (1) возникает необходимость задания начальных значений прогноза $S_1^{(k)}, \dots, S_k^{(k)}$, которые могут быть определены как средние арифметические нескольких первых наблюдений. Выбор параметров адаптации, коррекции и веса, вообще говоря, зависит от особенностей ряда наблюдений. Большое по величине значение коэффициента адаптации и малое числовое значение параметра коррекции увеличивают влияние последних наблюдений, повышают гибкость модели,

однако при этом повышается чувствительность к случайным флуктуациям, увеличивается дисперсия прогноза. Уменьшение параметра адаптации с одновременным увеличением параметра коррекции повышает инерционность процесса прогнозирования. В целом, набор из трех коэффициентов управления процессом прогнозирования расширяет возможности адаптации.

Применение к анализу метеорологической информации. Целью работы было исследовать временные ряды, характеризующие погодные условия, а именно: средние, максимальные и минимальные температуры за день, а также количество осадков. Необходимо было попытаться спрогнозировать эти данные с помощью модифицированного адаптивного метода. Была написана программа, позволяющая применить адаптивный метод к исходным временным рядам.

Вообще говоря, качество прогноза существенно зависит от выбора параметра k – горизонта прогноза. Причем зависимость носит немонотонный характер. Поэтому сначала с помощью программы мы выбираем количество шагов, на которое затем прогнозируем:

- производим прогнозирование по формулам (1) для разных значений k из заданного промежутка $[k_1, k_2]$;
- выбираем прогноз с наилучшим результатом, т.е. находим оптимальное значение k . Оценка качества прогноза может производиться разными способами, в частности, в данном случае подходит самый простой способ, в котором вычисляется сумма квадратов ошибок прогнозов: чем меньше сумма, тем лучше прогноз;
- найденное значение рассматриваем как оценку горизонта прогноза.

Коэффициенты адаптации, коррекции и относительного веса подбирались методом полного перебора с шагом 0,1. Это несложно сделать, так как известно, что эти величины принадлежат промежутку $(0, 1)$.

Время подбора необходимых параметров прогнозирования выбирается пользователем.

После того как оценка периода временного ряда осуществлена и, следовательно, определено оптимальное значение k , а также оптимальные значения коэффициентов, по формуле (5) можно производить прогноз с посчитанным горизонтом прогнозирования.

Качество прогнозирования в целом оценивалось не столько интегральными характеристиками, которые в принципе не могут дать полное представление о качестве прогноза, сколько с помощью графиков текущих значений временного ряда и прогнозных значений для выбранных горизонтов прогнозирования. Исчерпывающий набор таких графиков дает полное представление о качестве прогнозирования на предложенном для анализа числовом материале. Было решено вычислять также относительные ошибки прогнозов и находить долю прогнозов (в процентах), для которых относительные ошибки не превышают некоторые заранее установленные границы.

Далее приведены результаты численных экспериментов по прогнозированию для предложенных временных рядов, результаты прогнозов оцениваются, прежде всего, по графикам, а также по относительным ошибкам. Для нахождения параметров прогнозирования, помимо времени, заданного пользователем, требуется некоторое время (и соответствующее количество наблюдений) для "разгонки" алгоритма (этап "обучения" программы). Так, если пользователем выставлено время 100 секунд, то реально потребуется $2k_2 + 100 = 220$ секунд для подбора оптимальных значений параметров. Приведем некоторые графики прогнозирования исходных временных рядов.

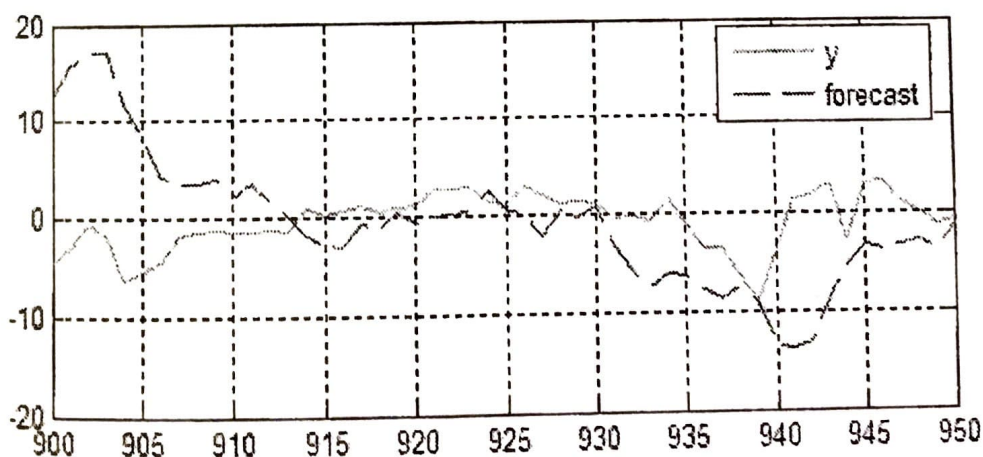


Рис. 1. Средние суточные температуры и их прогнозные значения

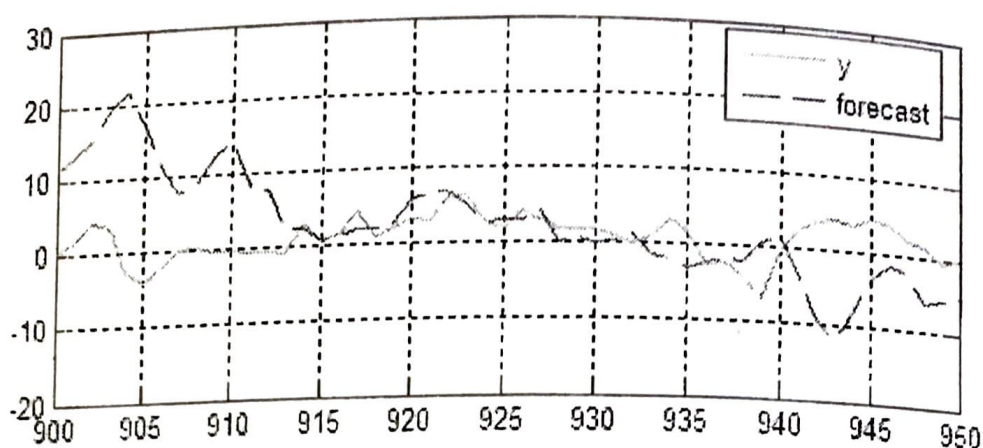


Рис. 2. Максимальные суточные температуры и их прогнозные значения

На графиках видно, что прогнозирование удалось осуществить с неплохим результатом в целом, хотя в отдельные моменты времени ошибка прогнозирования велика. Для каждого временного ряда считается свой горизонт прогноза (хотя в данном случае он несильно отличается для однотипных рядов), а также свои коэффициенты адаптации, коррекции и относительного веса.

Литература

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования. М.: Статистика, 1979. 253 с.
2. Буре В.М., Степанов А.В. Адаптивное краткосрочное прогнозирование // Математические методы исследования экономики. СПб.: МБИ, 2004.
3. Буре В.М., Плахотник С.А. Адаптивные методы прогнозирования в среде Matlab // Труды конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB» (на CD). СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. С. 1363–1370.

УДК 517.51:517.9:518.9

ББК 22.1

П84

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук, проф. А. В. Прасолов (С.-Петерб. гос. ун-т),
д-р физ.-мат. наук, проф. Е. Ю. Бутырский (ВМИРЭ им.
А.С. Попова)

*Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета
факультета прикладной математики – процессов управления
Санкт-Петербургского государственного университета*

Процессы управления и устойчивость: Труды 39-й
П84 международной научной конференции аспирантов и студентов /
Под ред. Н. В. Смирнова, Г. Ш. Тамасяна – СПб.: Издат.
Дом С.-Петерб. гос. ун-та, 2008. – 576 с.
ISBN 978-5-288-04680-3

В сборник включены работы студентов, аспирантов и сотрудников факультета прикладной математики – процессов управления СПбГУ и других высших учебных заведений, в том числе зарубежных, по математической теории процессов управления, математическим методам в механике и физике, математическому моделированию в медико-биологических системах, медицинской физике, информационным и компьютерным технологиям, теории управления социально-экономическими системами и прикладной математической логистике.

Все работы докладывались на ежегодной 39-й международной научной конференции аспирантов и студентов «Процессы управления и устойчивость» (7–10 апреля 2008 года).

Сборник предназначен для студентов старших курсов физико-математических факультетов, аспирантов и научных работников.

ББК 22.1

ISBN 978-5-288-04680-3

© Авторы сборника, 2008
© Факультет ПМ – ПУ
С.-Петербургского государственного университета