

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КУРСА ДОЛЛАРА НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

В данной статье рассматривается проблема прогнозирования динамики поведения курса доллара США по отношению к российскому рублю. Решение данной проблемы осуществляется посредством аппарата временных рядов.

In this particular article the problem of prognostication of the dynamic of the US dollar behavior in regards of Russian ruble is being discussed. The problem's solution is done using unit of time series

Успехи в бизнесе и коммерции зависят от грамотно принятых решений и четко продуманных шагов, ведущих к достижению поставленной цели. Деятельность многих как государственных, так и коммерческих организаций связана с конвертированием валюты, поэтому прогноз динамики поведения курса валют в настоящее время достаточно актуален. Достоверность прогноза позволяет придерживаться оптимальной тактики в реализации управленческих решений.

В российской экономике наибольшее значение имеет динамика поведения курса пары «доллар – рубль». Это обусловлено прежде всего тем, что большая часть финансовых операций с зарубежными партнерами осуществляется в долларах США.

Стоит также отметить, что, несмотря на большое количество работ, посвященных данной тематике, задача прогнозирования поведения курса доллара не теряет своей актуальности.

Для проведения прогноза необходимо проводить комплексное исследование всей экономической ситуации. Современная экономика является динамично изменяющейся системой, поэтому невозможно создать универсальную модель для прогнозирования поведения курса, которая бы сохраняла заданную точность решения достаточно продолжительное время. Как правило, такое исследование оказывается довольно трудоемким, сложно реализуемым программно и дорогостоящим по сравнению с ожидаемым эффектом. Исходя из всего вышесказанного, зачастую на практике подобные прогнозы осуществляют на основе предшествующего поведения курса валют – на основании теории временных рядов.

Временным рядом называют последовательность значений какой-либо величины в определенные моменты времени. Временные ряды, представляющие для нас интерес в данном исследовании, – это поведение курса доллара. Временной ряд содержит значения через определенные, равноотстоящие интервалы времени. Такой интервал может быть равен одному дню, месяцу, часу.

В основе исследования с использованием аппарата временных рядов лежит гипотеза о том, что экономическая ситуация, складывающаяся на интервале времени, для которого осуществляется прогноз, уже была раньше и данные для этой ситуации содержатся в выборке значений курса валют за определенный период времени.

Методика решения задачи прогноза, основанная на предложенной выше гипотезе, заключается в следующем: на основании временного ряда значений курса валют за определенный период времени необходимо дать оценку некоторым последующим значениям этого ряда.

Представим методику решения подобной задачи следующим алгоритмом:

Задан временной ряд, состоящий из N наблюдений: $u_1, u_2, u_3, \dots, u_N$ для моментов времени $t_1, t_2, t_3, \dots, t_N$, причем шаг приращения, определяемый как $\Delta t = t_{i+1} - t_i$, остается постоянным.

Шаг 1. Разбиваем временной ряд $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$ на интервалы длиной j с шагом i , т.е.: $u_1, u_2, u_3, \dots, u_j; u_{1+i}, u_{2+i}, u_{3+i}, \dots, u_{j+i}$ и т.д.

Шаг 2. Выделяем последние $(j-k)$ значений временного ряда $u_{N-(j-k)}, \dots, u_N$.

Шаг 3. Нормируем интервалы, полученные на предыдущих шагах по следующей схеме: в простейшем случае нормировка происходит как $[0; 1]$, где нулю равен минимальный элемент интервала, единице – его максимальный элемент. Таким образом, получим:

$$u_i^{*l} = \frac{u_i^l - u_{\min}^l}{u_{\max}^l - u_{\min}^l}, \quad (1)$$

где u_i^l – i -е значение интервала l ; u_i^{*l} – соответствующее ему нормированное значение.

Шаг 4. Сравним первые $(j-k)$ элементов из нормированных интервалов, полученных на первом шаге, с нормированным интервалом, полученным на втором шаге, и находим наиболее схожий нормированный интервал первого шага. В простейшем случае находим минимальную сумму квадратов ошибок для всех интервалов:

$$D = \min_l \sum_i^{j-k} (u_{N-(j-k)+i}^* - u_i^{*l})^2. \quad (2)$$

Шаг 5. Дополняем нормированный интервал длиной $j-k$ значениями (прогноз) на основании наиболее похожего на него интервала, выделенного на шаге 4. В простейшем случае проводим простое присваивание, без учета ошибки четвертого шага:

$$u_{N+i}^* := u_{j-k+i}^{*l}. \quad (3)$$

Шаг 6. Дополненный значениями интервал, полученный на пятом шаге, возвращаем к исходным значениям (до нормирования), при этом последние k значений будут прогнозируемыми значениями. Если нормирование осуществлялось так, как показано на шаге 3, то

$$u_i = u_{\min} + (u_{\max} - u_{\min})u_i^*. \quad (4)$$

Таким образом, получена оценка k последующим значениям временного ряда, т.е. можно спрогнозировать значения временного ряда: $u_{n+1}, u_{n+2}, u_{n+3}, \dots, u_{n+k}$ для моментов времени: $t_{N+1}, t_{N+2}, t_{N+3}, \dots, t_{N+k}$.

Изложенный алгоритм лег в основу программы, созданной в среде MATLAB 7.0. Выбор среды разработки был обусловлен широким выбором библиотек математических функций предоставляемых данной средой, относительно простой работой с численными массивами данных, а также удобным представлением графиков и разнообразием их обработки.

В качестве входных данных выбран временной ряд с $N=150$ наблюдениями. Поведение данного ряда представлено на рис. 1.

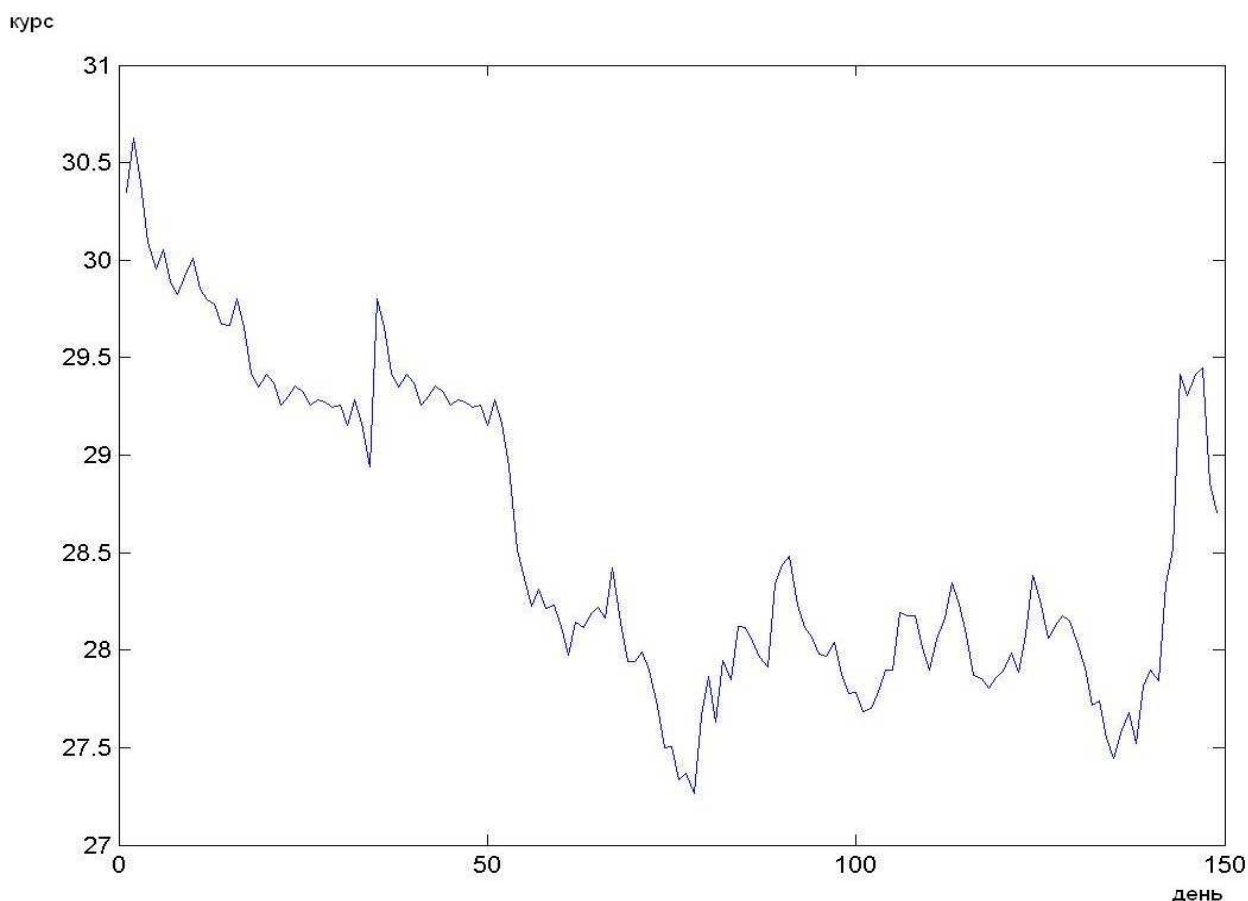


Рис. 1. График поведения курса доллара в наблюдаемый период (исходный временной ряд).

Исходный временной ряд представляет собой наблюдения за поведением курса доллара с января 2011 г. по август 2011 г. (включительно). Прогнозировались 10 значений в период с 18 до 31 августа (данный период содержит три выходных дня). Полученные программой результаты, реальные значения курса и ошибка их рассогласования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение прогнозируемых и реальных значений на основании функционала вида (2)

Дата	Реальное значение, руб.	Расчет программой, руб.	Ошибка
18.08.11	28,72	28,81	0,09
19.08.11	28,91	29,03	0,12
20.08.11	29,27	29,17	-0,1
23.08.11	29,26	29,33	0,07
24.08.11	28,95	29,17	0,23
25.08.11	28,90	29,2	0,3
26.08.11	28,88	29,12	0,24
27.08.11	28,87	29,05	0,18
30.08.11	28,71	29,13	0,42
31.08.11	28,87	29,11	0,24

Для оценки результатов, представленных в табл. 1, найдена абсолютная средняя ошибка по следующей формуле:

$$(2) \bar{\Delta} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k |\Delta_i|, \quad (5)$$

где Δ_i – разность фактического (реального) значения курса и курса рассчитанного программно для i -го дня прогноза.

Значение относительной средней ошибки определяется как:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left| \frac{\Delta_i}{u_i} \right|, \quad (6)$$

где u_i – реальное значение курса в i -й день прогноза.

В результате получены значения:

$\bar{\Delta} = 0,2$; $\bar{\varepsilon} = 0,7\%$, из которых можно сделать вывод, что полученный прогноз достаточно точный.

К достоинствам предложенного метода можно отнести простоту решения и программной реализации.

Основным недостатком является сложность оценки достоверности полученных результатов. Стоит заметить, что в существенной доработке нуждаются 3, 4 и 5 шаги изложенного алгоритма прогнозирования, что может быть достигнуто усовершенствованием математического аппарата этих этапов. Так, например, заменив критерий отбор (2) на функционал вида

$$D = \min_l \sum_i^{j-k} \left| \frac{u_{N-(j-k)+i}^* - u_{N-(j-k)+i+1}^*}{\Delta t} - \frac{u_i^{l*} - u_{i+1}^{l*}}{\Delta t} \right| \quad (7)$$

и находя минимальную ошибку для разностных выражений, получим измененные результаты решения этой же задачи (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение прогнозируемых и реальных значений на основании функционала вида (7)

Дата	Реальное значение, руб.	Расчет программой, руб.	Ошибка
18.08.11	28,72	28,85	0,13
19.08.11	28,91	29,02	0,11
20.08.11	29,27	29,14	-0,13
23.08.11	29,26	29,32	0,06
24.08.11	28,95	29,07	0,13
25.08.11	28,90	29,00	0,1
26.08.11	28,88	29,05	0,17
27.08.11	28,87	29,02	0,15
30.08.11	28,71	28,85	0,14
31.08.11	28,87	29,03	0,16

Аналогично табл. 1 найдем абсолютную и относительную среднюю ошибку для значений из табл. 2:

$$\bar{\Delta} = 0,128; \bar{\varepsilon} = 0,5\% .$$

График реальных значений курса и спрогнозированных значений представлен на рис. 2.

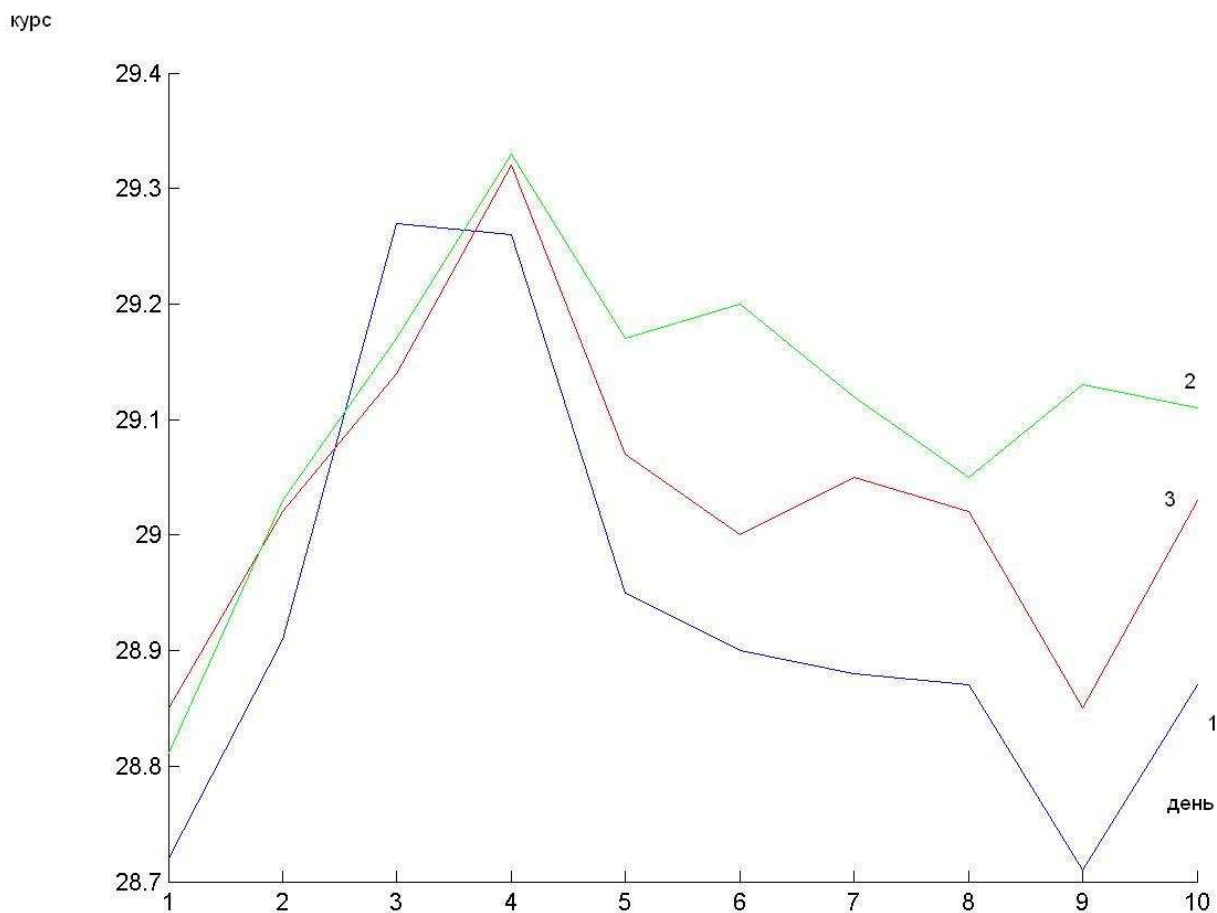


Рис. 2. Прогноз и реальные значения: цифрой 1 обозначено фактическое поведение курса; 2 – прогнозируемое значение курса, рассчитанное с использованием критерия отбора вида (2); 3 – прогноз с критерием отбора вида (7).

Полученные результаты показывают, что точность прогноза во втором случае заметно возросла и модификация целесообразна. Заметим, что дальнейшее совершенствование математического аппарата может привести к увеличению точности.

-
1. Бокс, Дж. Анализ временных рядов и управление. / Дж. Бокс, Г. Дженкинс – М.: Мир, 1974. – 406 с.
 2. Садовникова, Н.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. / Н.А. Садовникова, Р.А. Шмойлова – М.: Изд-во Московского гос. ун-та экономики, статистики и информатики, 2001. – 67 с.