УДК 519.246.8

Т.В. Труфанова, К.Д. Нещеменко

СПОСОБЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ВАЛЮТ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ И ХОЛЬТА

В статье рассматриваются две модели прогнозирования временных рядов – модель экспоненциального сглаживания, которая является оптимальным вариантом прогноза, когда известен курс за несколько дней, и модель Хольта, используемая при тенденции к росту или падению значений величин временного ряда. Произведены расчеты и простроены графики прогнозирования курса валют.

Ключевые слова: временной ряд, экспоненциальное сглаживание, метод Хольта, курс валют.

В современных условиях развития мировой экономики основной задачей ее ведущих специалистов является прогноз экономических показателей [1]. Анализ этих показателей позволяет спрогнозировать будущие явления экономики в мире.

Слово «прогноз» означает предвидение, предсказание [2]. Под прогнозированием понимают определение будущего с помощью различных методов. Перспективы развития какого-либо процесса могут быть описаны последовательностью значений некоторых величин – временным рядом.

Под временным рядом [3] понимается статистический материал о значении параметров исследуемого процесса, собранный в разное время. Значение показателя ряда и его временная отметка – обязательный элемент во временном ряду. На рис. 1 представлен пример временного ряда курса валют – доллар США по отношению к российскому рублю – с 1 августа по 6 октября 2018 г.

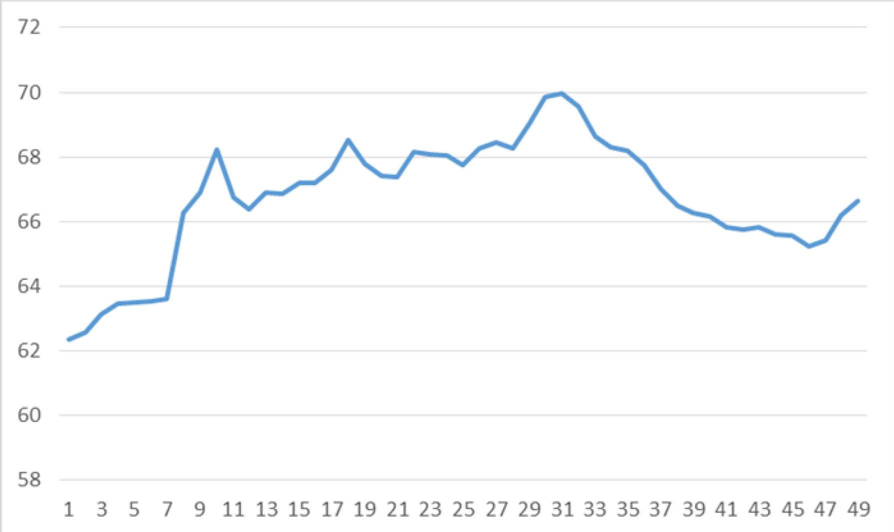

Рис. 1. Временной ряд курса валют доллар США/российский рубль.

Прогнозирование необходимо во всех сферах управления. Модель прогнозирования является адекватным описанием временного ряда. Цель данной модели – получение такого временного ряда, в котором среднее абсолютное отклонение истинного значения от прогнозируемого стремится к минимуму (точность прогноза).

Для повышения точности прогнозов курса валют важно понимать, что для каждой модели существует множество временных рядов с разными характеристиками. Рассмотрим модели прогнозирования курса валют и рассчитаем прогноз на 3 октября 2018 г.

Прогноз по методу экспоненциального сглаживания – оптимальный вариант прогноза, когда известен курс за несколько дней, недель и еще непонятно – имеется ли рост или падение курса [4]. Для расчета прогноза используется выражение (1):

$$\hat{Y}_{t+1} = k \cdot Y_t + (1-k) \cdot \hat{Y}_t, \tag{1}$$

где $\hat{Y}_{t+1}$ – прогноз на следующий временной период t+1; Y_t – данные для прогноза за текущий период; $\hat{Y}_t$ – значение прогноза за некоторый период; k – коэффициент сглаживания временного ряда, который задается вручную в диапазоне от 0 до 1.

Чем больше *k*, тем ощутимее влияние последних данных на прогноз. Рассмотрим прогноз курса доллара США по отношению к российскому рублю, используя разные коэффициенты при k = 0.8 и k = 0.1. На рис. 2 можно увидеть, что модель с коэффициентом сглаживания, равным 0,8 (пунктирная линия), соприкасается с фактическим курсом валют (сплошная линия), чего нельзя сказать о прогнозе при k, равным 0,1 (штрихпунктирная линия).

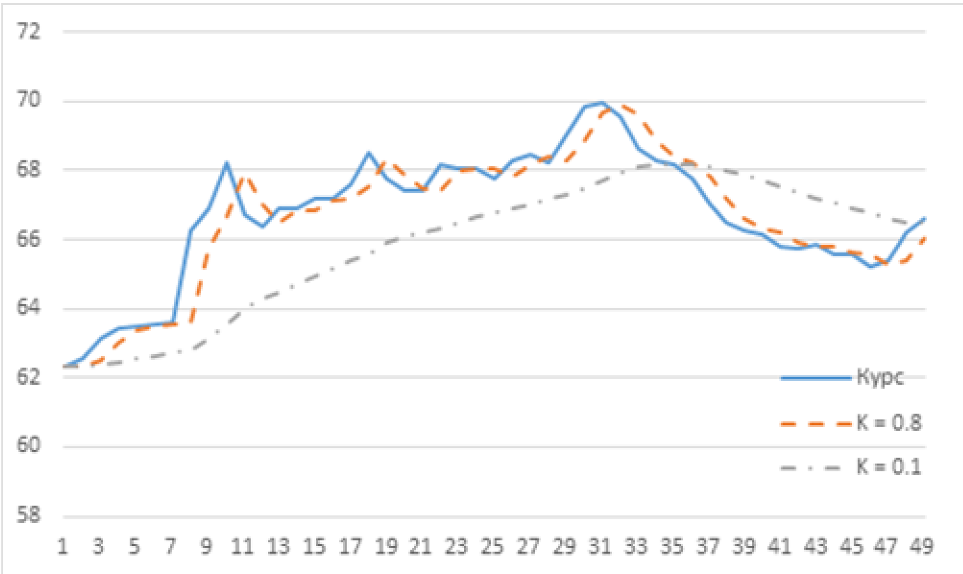

Рис. 2. Сравнение экспоненциальных моделей прогнозирования курса валют при разных коэффициентах сглаживания.

Рассчитав точность прогноза, мы убедимся, что точность первой модели будет выше, чем второй (99,9955%> 99.9757%). Результат расчета прогноза курса на 3 октября составляет 65,58.

С развитием моделей прогнозирования появлялись разные методы его осуществления. Один из методов был разработан Хольтом, который развил модель экспоненциального сглаживания добавлением в нее тренда [5]. Данный метод используется при тенденции к росту или падению значений величин временного ряда. Для расчета прогноза вводятся два коэффициента сглаживания – коэффициент ряда и тренда.

Сначала рассчитывается экспоненциально-сглаженный ряд, для которого используется выражение (2):

$$L_{t+1} = k \cdot Y_t + (1-k) \cdot (L_{t-1} - T_{t-1}), \tag{2}$$

где в сравнении с выражением (1) имеется: L_{t-1} – сглаженная величина за предыдущий период; T_{t-1} – значение тренда за предыдущий период.

Как было описано выше, коэффициент сглаживания ряда задается вручную, как и коэффициент сглаживания тренда, который необходим для определения значения тренда (выражение (3)):

$$T_t = b \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1-b) \cdot T_{t-1}, \tag{3}$$

где b – коэффициент сглаживания тренда.

Прогноз по методу Хольта описывается в выражении (4). Оно используется для расчета прогноза на p периодов, которое равно:

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + p \cdot T_t, \tag{4}$$

где $\hat{Y}_{t+p}$ – прогноз по методу Хольта на период p.

Построим график зависимости курса валют и прогноза (рис. 3):

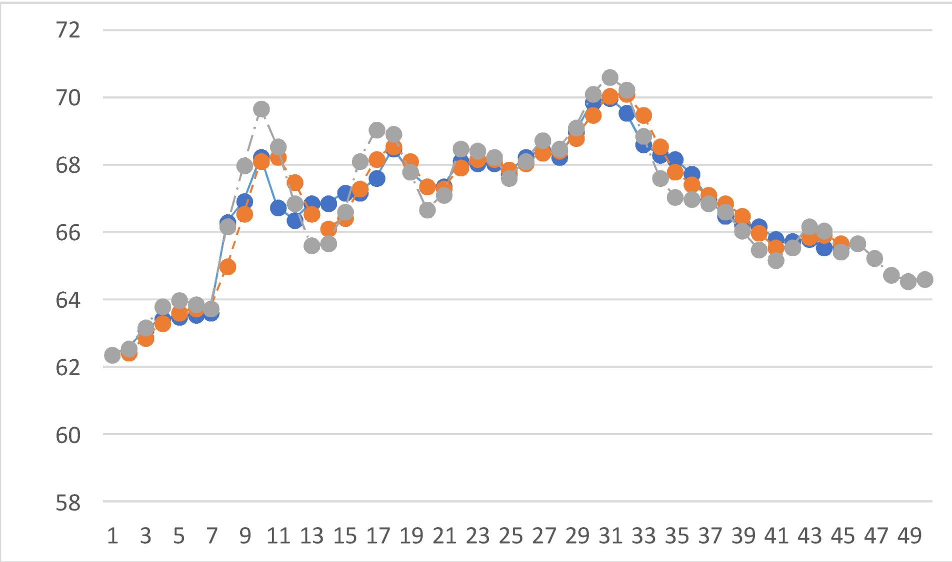

Рис. 3. Сравнение графика курса валют и прогнозируемых моделей Хольта и Хольта – Винтерса.

Наблюдаем, что прогнозируемая модель (пунктирная линия) близка к курсу валют (сплошная линия). Для сравнения возьмем модель Хольта – Винтерса (штрихпунктирная линия). Данная модель является дополнением метода Хольта. Главная разница двух методов – наличие трех параметров, которые необходимо выбрать для получения прогноза. Помимо расчета экспоненциально-сглаженного ряда и тренда, в модели Хольта – Винтерса используется расчет сезонности. Тогда формула расчета прогноза, описываемая в выражении (5), будет выглядеть так:

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + p \cdot T_t) \cdot S_{t-s+p}. \tag{5}$$

Результат расчета прогноза курса на 3 октября с помощью моделей Хольта и Хольта – Винтерса составляет 65,63 и 65,65 руб. соответственно.

В статье были рассмотрены две модели прогнозирования временных рядов для решения прогноза курса валют. Сравнивая результаты прогнозов и реального курса на 3 октября 2018 г. (65,22 руб.), можно сделать вывод, что данные модели могут спрогнозировать курс валют, но этот прогноз не идеальный, поскольку в большинстве случаев изменения валютных курсов очень сложно предсказать не только из-за нелинейности рядов курса валют, но и в связи с их зависимостью от ситуации в стране и в мире.

---

1. Федорова, Е.А., Линкова, М.А. Прогнозирование курса валюты с помощью нейронных сетей – Денежная кредитная политика, 11-2013. – 31 с. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/prognozirovanie-kursa-valyuty-s-pomoschyu-neyronnyh-sete

2. Чучуева, И.А., Павлов, Ю.Н. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобия: Дис. …канд. техн. наук / МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 153 с. – Режим доступа: http://www.mbureau.ru/sites/default/files/pdf/Chuchueva-Dissertation.pdf.

3. Временной ряд: Википедия. Свободная энциклопедия – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D1%8F%D0%B4

4. Метод экспоненциального сглаживания: 4analytics. Решения для бизнес-анализа. – Режим доступа: https://4analytics.ru/prognozirovanie/malo-dannix-dlya-prognoza-model-eksponencialnogo-sglajivaniya.html

5. Прогноз по методу экспоненциального сглаживания Хольта: 4analytics. Решения для бизнес-анализа. – Режим доступа: https://4analytics.ru/prognozirovanie/prognoz-po-metodu-eksponencialnogo-sglajivaniya-xolta.html

УДК 514.13

Т.А. Юрьева, А.П. Филимонова

АПРИОРНЫЕ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТИПА МОНЖА – АМПЕРА В МЕТРИКЕ $C^{m+2,\alpha'}(S_1^2)$

В статье рассматривается доказательство существования априорных оценок решения дифференциального уравнения типа Монжа – Ампера в метрике $C^{m+2,\alpha'}(S_1^2)$.

Ключевые слова: гиперболическое пространство, уравнение Монжа – Ампера, отрицательная эллиптичность, бельтрамиевы координаты.

В работе [1] мы ввели дифференциальное уравнение вида:

$$\rho_{11}\rho_{22}-\rho_{12}^2-\rho_{11}(2cth\rho\cdot\rho_v^2+sh\rho\cdot ch\rho)+2\rho_{12}\rho_u\rho_v cth\rho-\rho_{22}(2cth\rho\cdot\rho_u^2+sh\rho\cdot ch\rho\cos^2 v)-$$
$$-(\rho_v^2\cos^2 v+\frac{\rho_u^2}{\cos v})^2+2\rho_u^2+2\rho_v^2\cos^2 v+sh^2\rho\cos^2 v=$$
$$=K_i(u,v,\rho)\frac{(\rho_u^2+\rho_v^2\cos^2 v+sh^2\rho\cdot\cos^2 v)^2}{\cos^2 v};$$

здесь ρ_{11}, ρ_{12}, ρ_{22} – вторые ковариантные производные функции $\rho=\rho(u,v)$ относительно метрики единичной сферы S_1^2.

Напомним, что к данному уравнению приводит задача восстановления регулярной выпуклой гомеоморфной сфере S_1^2 (O – центр сферы, радиус равен 1), звездной относительно точки O поверхности $F:\rho=\rho(u,v)$ в трехмерном пространстве H^3 постоянной отрицательной кривизны (пространство Лобачевского) по ее функции гауссовой кривизны. S_1^2 рассматривается как двумерное многообразие, атлас на S_1^2 выбран так, что в каждой его карте выполняется неравенство $\cos v\geq\alpha>0$; u, v – сферические координаты. Уравнение отрицательно эллиптично при условии $K_{\text{int}}(u,v,\rho)=K_i(u,v,\rho)=K_i>-1$ [1].

Исследование дифференциальных уравнений такого типа начинается с получения априорных оценок решения в соответствующей метрике. В работе [2] мы получили оценку решения $\rho=\rho(u,v)$ уравнения в метрике $C^0(S_1^2)$, то есть оценку самого решения.