**РАЗДЕЛ III. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ
МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ. СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 08.00.13****ПРОСТАЯ МОДЕЛЬ БИРЖЕВОГО РЯДА****A SIMPLE MODEL FOR EXCHANGE SERIES****ЯХРЮШИН В.Н.****YAKHRYUSHIN V. N.***ФГБУ «Научно-производственное
объединение «Тайфун»**FSI "Scientific-Production Association
"Typhoon"**yakhryushin@mail.ru**doi: 10.18411/emiip-03-2019-12**idsp: sciencepub-emiip-03-2019-12***АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается, построение простой модели временного ряда для суточных фьючерсных рядов. Алгоритм построения модели представлен на примере валютной пары AUD/JPY. Приводится анализа результатов для суточных биржевых рядов, даются рекомендации по построению прогностической модели.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биржевые ряды, модель временного ряда, прогноз.

ABSTRACT

The article discusses the construction of a simple time series model for daily futures series. The algorithm for constructing a model is presented on the example of the AUD / JPY currency pair. An analysis of the results for daily exchange series is given, recommendations are given on the construction of a predictive model.

KEY WORDS: exchange rates, time series modeling, forecasting.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует множество работ посвященных построению моделей экономических (временных) рядов это классические (линейные) авторегрессионные модели, интегральные, модели скользящего среднего для стационарных временных рядов и нелинейные модели временных рядов, описывающие изменения дисперсии ряда со временем (гетероскедастичность), ARCH - модели. Применение и сравнение таких моделей приведено, например, в [1].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной статье делается попытка, используя принцип бритвы Оккама, построить простую модель для биржевых данных с часовой дискретностью и показать, что иногда изменение подхода к построению модели дает приемлемый результат и позволяет получить более надежные результаты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Теперь приступим к описанию метода анализа временного экономического(биржевого) ряда, использование которого позволит построить его простую модель. Для построения модели возьмем биржевые ряды с часовой дискретностью. При изложении материала автор постарается минимально использовать математическую терминологию и подробно проводить описание каждого действия.

В работах [2-4] предлагается следующее разложение для временного ряда:

$$y_i(\xi) = a_i + b_i \hat{y}(\xi) + \varepsilon_i(\xi), i=1,2,\dots, n, \quad (1)$$

где $y_i(\xi)$ - любая i -тая реализация случайного процесса, в нашем случае это суточные данные и рассматриваются они только для рабочих дней. Т.е. для каждой отдельно взятой реализации у нас будет 24 отсчета (0..23).

$\hat{y}(\xi)$ – рассчитанная по всем дням среднесуточная реализация.

$\varepsilon_i(\xi)$ – ошибка разложения (так будет понятнее для не математиков).

a_i b_i – коэффициенты разложения, которые можно определить, например, методом наименьших квадратов.

Рассмотрим ряд AUD/JPY с часовой дискретизацией за январь-март 2018 года и получим по нему среднесуточную реализацию. На рис. 1 приведена рассчитанная $\hat{y}(\xi)$ – среднесуточная реализация для AUD/JPY.

Рис.1 Рассчитанная для AUD/JPY $\hat{y}(\xi)$ – среднесуточная реализация.

На рис. 2 приведен график $\varepsilon_i(\xi)$ – ошибка разложения для 64 дней 2018 года первых трех месяцев ряда AUD/JPY. При анализе графика мы можем заметить, что имеется, как бы два класса ошибок – это первый класс, где ошибка мала и второй, где она значительно выше, чем в первом.

Рис. 2 Рассчитанная для AUD/JPY $\varepsilon_i(\xi)$ – ошибка разложения

Что это может означать? Это означает следующее, у нас имеется две среднесуточных реализации, каждая из которых имеет разный суточный ход. Поэтому усилим наше первое разложение:

$$y_i(\xi) = a_i + b^1_i \hat{y}_1(\xi) + b^2_i \hat{y}_2(\xi) + \varepsilon_i(\xi), i=1,2,\dots, n \quad (2)$$

где $y_i(\xi)$ - любая i -тая реализация случайного процесса, в нашем случае это суточные данные и рассматриваются они только для рабочих дней. Т.е. для каждой отдельно взятой реализации у нас будет 24 отсчета (0..23).

$\hat{y}_1(\xi)$ – среднесуточная реализация, рассчитанная по дням, удовлетворяющим заданному критерию 1.

$\hat{y}_2(\xi)$ – среднесуточная реализация, рассчитанная по дням, удовлетворяющим заданному критерию 2.

$\varepsilon_i(\xi)$ – ошибка разложения.

a_i b^1_i b^2_i – коэффициенты разложения, которые можно определить, например, методом наименьших квадратов.

Таким образом, для расчета двух среднесуточных реализаций нам нужно установить критерии. Не усложняя задачу, для уже полученного ряда ошибок разложения рис. 2 найдем медиану и сформируем два критерия. Для расчета первой среднесуточной реализации $\hat{y}_1(\xi)$, будем использовать те дни, у которых ошибка разложения меньше или равна медиане (в нашем случае медиана 0.1646), а во втором случае $\hat{y}_2(\xi)$, если больше. На рис.3 показаны две среднесуточные реализации, рассчитанные по предложенным критериям. Коэффициент корреляции между этими среднесуточными реализациями составляет 0.48. Т.е. две полученные кривые описывают разное среднесуточное движение, которые существенно отличаются от движения, приведенного на рис. 1.

Рис. 3 Две среднесуточные реализации $\hat{y}_1(\xi)$ - а) и $\hat{y}_2(\xi)$ – б) для AUD/JPY

На рис. 4 приведен первый график а) – ошибка разложения для 64 дней 2018 года первых трех месяцев ряда AUD/JPY рассчитанный по одной среднесуточной реализации и второй б) рассчитанный по двум среднесуточным реализациям. На представленных графиках видно, что ошибка для нового разложения в целом уменьшилась, в отдельных ситуациях, более чем в два раза.

Рис. 4 Значение кривых $\varepsilon_i(\xi)$ – ошибки разложения для AUD/JPY. а) – значение ошибки разложения полученное по одной среднесуточной реализации, б) – значение ошибки разложения полученное при учете наличия двух разных среднесуточных реализаций

Таким образом, можно утверждать, что для разработки модели экономического(биржевого) временного ряда можно использовать предложенную автором методику, где ряд представляется в виде

$$y_i(\xi) = a_i + b^1_i \hat{y}_1(\xi) + b^2_i \hat{y}_2(\xi) + \varepsilon_i(\xi), i = 1, 2, \dots, n$$

Возможно, скептики заметят, а почему два класса – можно и больше. Действительно можно вводить и большее число, что по сути и делается в разложении EMD [5], но мы забываем, что перед нами стоит задача получения и прогноза по модели. Т.е. чем больше будет составляющих у модели, тем больше нам придется усложнять прогноз и тем больше ошибок может в него включаться. Хотя, в некоторых случаях автор, добавлял третий класс, но существенного улучшения модели получить не удалось.

Ниже приведу несколько рисунков, которые демонстрируют, как предложенная нами модель описывает суточный ряд. Рис. 5 а) дает «хорошее» приближение ряда и рис. 5 б) самое «плохое» т.е., когда наше разложение не отражает суточный ход биржевого ряда. Если привести все 64 рисунка разложения по дням, то «плохих» окажется всего две. Таким образом, мы можем констатировать, что наша гипотеза о представлении экономического(биржевого) временного ряда в виде предложенной модели (2) достаточно адекватно описывает его.

Рис. 5 Реальный суточный ход пары AUD/JPY на а) и б) показан - синим цветом, а светло коричневым движение по модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теперь у нас возникает вопрос, что нужно сделать для получения прогноза на следующий день. Прежде чем, перейти к этому вопросу посмотрим на поведение коэффициентов b_1 и b_2 , для всего анализируемого ряда см. рис. 6.

Рис. 6 Изменение значений коэффициентов b_1 и b_2 в зависимости от реализации для пары AUD/JPY

Анализируя кривые коэффициентов b^1 и b^2 приведенные на рис. 6 мы видим, что они имеют сложную структуру движения. Для получения $n+1$ прогноза по предложенной модели (2) $y_{n+1}(\xi) = a_{n+1} + b^1_{n+1}\hat{y}_1(\xi) + b^2_{n+1}\hat{y}_2(\xi)$ на сутки (а это соответствует 24 точки) нам нужно получить оценку (прогноз) коэффициентов a_{n+1} , b^1_{n+1} , b^2_{n+1} . Т.к. нам важен сам характер изменения суточного хода пары AUD/JPY, то на самом деле нам нужно получить наиболее точную оценку для b^1_{n+1} , b^2_{n+1} , а a_{n+1} фактически будет показывать, на сколько по оси Y, соответственно, поднять или опустить кривую. Мы можем применить для получения оценок коэффициентов, например, модель ARMA [6], и рассчитав по ней оценки для b^1_{n+1} , b^2_{n+1} и a_{n+1} использовать приведенную формулу (2) и построить прогноз на сутки вперед, что соответствует 24 точкам.

1. Ананьев М.А., Митин Н.А. Сравнение линейных и нелинейных авторегрессионных моделей условной гетероскедастичности на примере доходности индекса РТС. // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2013. № 19. 24 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2013-19>
2. Степаненко С. Р., Яхрюшин В.Н. Оконченная пьеса для механической системы. / М., Валютный спекулянт. – 2002, № 07(33). – С. 70-74.
3. Воронцов А.А., Степаненко С. Р., Яхрюшин В.Н. Постановка задачи нелинейной декомпозиции временных рядов / Проблема безопасности и чрезвычайных ситуаций М., ВНИИТИ РАН, 2013 - №6. – С.51-60.
4. Воронцов А.А., Степаненко С. Р., Яхрюшин В.Н. Опыт нелинейной декомпозиции многомерных временных рядов. Наука и мир, 2013. № 3 (3). – С.265-271.
5. Долгаль А.С., Христенко Л.А. Применение эмпирической модовой декомпозиции при обработке геофизических данных. / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017, Т. 328, №1. – С.100-108.
6. Джей-Уай Пэн, доктор наук Астон. Космическое моделирование в среде Матлаб, Журнал статистического программного обеспечения, Май 2011, Том 41, Выпуск 6.