

**Секция «9. Количественные методы и информационные технологии в финансах и экономике»**

**Исследование структуры временного ряда среднемесячных значений валютного курса**

***Бойко Андрей Алексеевич***

*Аспирант*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,  
Инженерный бизнес и менеджмент, Москва, Россия*

*E-mail: boiko\_andrew@mail.ru*

*Научный руководитель*

*к. э. н. Пилюгина Анна Валерьевна*

Вопрос прогнозирования валютного курса в настоящее время актуален для всех участников валютного рынка. Так, для домашних хозяйств прогнозное значение курса той или иной валюты важно при планировании заграничных поездок, при выборе валюты вклада. Предприятиям прогнозирование необходимо для осуществления правильного выбора валюты цены и валюты платежа во внешнеторговых контрактах, валюты международного кредита и платежа, валюты одного или нескольких дополнительных счетов предприятия в банке, валюты заграничных капиталовложений. Кредитные организации используют курс валют при выборе денежной единицы, в которой номинируются заграничные активы организации [1]. Для других профессиональных участников валютного рынка (инвестиционных компаний, брокерских контор) знание прогнозного значения курса необходимо для планирования операций на валютном рынке, в том числе – спекулятивного характера.

Предметом исследования является среднемесячный курс доллара США к российскому рублю (USD/RUR). В качестве исходных данных используется динамика официального курса доллара США, устанавливаемая ежедневно и публикуемая на сайте Центрального банка Российской Федерации ([http://www.cbr.ru/currency\\_base/](http://www.cbr.ru/currency_base/)).

Информация о ежедневных курсах валют представляет собой временную выборку, которая называется динамическим или временным рядом [2]. *Временной ряд* это совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных моментов или периодов.

Временной ряд обозначают  $Y(t)$  или  $y_t$ , где  $t = 1...n$ .

Временной ряд может быть:

- моментным;
- интервальным;
- производным.

*Моментные ряды* характеризуют значения показателя на определенные моменты времени.

*Интервальные ряды* характеризуют значения показателя за определенные интервалы времени.

*Производные ряды* получаются из средних или относительных величин показателя [2].

Ежедневный курс доллара США образует *моментный* временной ряд. По данным ежедневного курса вычисляется среднемесячный курс доллара США. Среднемесячный курс доллара США, следовательно, является *производным* временным рядом по отношению к моментному временному ряду ежедневного курса.

Динамика среднемесячного валютного курса USD/RUR с января 2009 года по декабрь 2012 года представлена на рисунке (Рисунок 1).

В моделях временного ряда выделяют две основные составляющие:

- детерминированную (систематическую);
- случайную.

Детерминированная составляющая может содержать следующие структурные компоненты:

- тренд;
- сезонную компоненту;
- циклическую компоненту.

В общем случае временной ряд можно представить как функцию четырех компонент:  $f(t)$ ,  $S(t)$ ,  $U(t)$ ,  $e(t)$ , где

- $f(t)$  – тренд (долговременная тенденция) развития;
- $S(t)$  – сезонная компонента;
- $U(t)$  – циклическая компонента;
- $e(t)$  – остаточная компонента.

*Тренд*, или тенденция  $f(t)$  представляет собой устойчивую закономерность, наблюдаемую в течение длительного периода времени. Он описывается с помощью некоторой неслучайной функции  $f(t)$ , где  $t$  – время.

*Сезонная компонента*  $S(t)$  описывает регулярные колебания, которые носят заранее известный периодический или близкий к нему характер и заканчиваются в течение периода наблюдения (года, квартала, месяца).

*Циклическая компонента*  $U(t)$  неслучайная функция, описывающая длительные периоды (более одного года) относительного подъема и спада, состоящая из циклов переменной длительности и амплитуды (вековые циклы, экономические циклы Кондратьева и т.д.).

Здесь необходимо сделать следующее замечание: сезонной вариацией называют повторение данных через небольшой промежуток времени. Под «сезоном» можно понимать и день, и неделю, и месяц, и квартал, и год. Если же промежуток времени сезонной

волны будет длительным, то это будет циклическая вариация [2]. Далее рассматривается только сезонная компонента  $S(t)$  в предположении, что она включает в себя и циклическую компоненту  $U(t)$ .

*Случайная компонента*  $e(t)$  это составная часть временного ряда, оставшаяся после выделения систематических компонент. Она отражает воздействие многочисленных факторов случайного характера.

В зависимости от вида связи между перечисленными компонентами может быть построена одна из следующих моделей временного ряда:

- аддитивная;
- мультипликативная;
- комбинированная.

Мы используем аддитивную модель, которая, с учетом сделанного выше замечания о сезонной и циклической компонентах, описывается следующей формулой (1):

$$Y(t) = f(t) + S(t) + e(t). \quad (1)$$

Таким образом, исследование структуры временного ряда сводится к определению наличия в нем *тренда*  $f(t)$  и *сезонной компоненты*  $S(t)$ .

Проверка наличия или отсутствия неслучайной (зависящей от времени  $t$  составляющей) сводится к проверке гипотезы о неизменности среднего значения временного ряда. Процедура проверки осуществлялась с помощью четырех критериев:

- критерий серий, основанный на медиане;
- критерий «восходящих» и «нисходящих» серий;
- критерий сравнения средних уровней ряда;
- критерий Фостера-Стюарта [2].

*Критерий серий, основанный на медиане*, улавливает только монотонное изменение среднего (оценки математического ожидания).

*Критерий «восходящих» и «нисходящих» серий* улавливает смещение оценки математического ожидания монотонного и периодического характера.

По *критерию сравнения средних уровней ряда* временной ряд разбивают на две примерно равные по числу уровней части, каждая из которых рассматривается как самостоятельная выборочная совокупность, имеющая нормальное распределение. Если временной ряд имеет тенденцию (тренд), то средние, вычисленные для каждой совокупности, должны существенно (значимо) различаться между собой. Если же расхождение в средних значениях несущественно (случайно), то временной ряд не имеет тенденции [4].

*Метод Фостера-Стюарта* кроме тренда самого ряда позволяет установить наличие тренда дисперсии временного ряда: если тренда дисперсии нет, то разброс уровней ряда постоянен, если же дисперсия увеличивается, то ряд «раскачивается».

Результаты применения названных критериев:

- в соответствии с критерием серий, основанным на медиане, тренд в динамике среднемесячного курса USD/RUR присутствует с доверительной вероятностью 0,95, причем, необходимо отметить, что выявленный тренд является монотонным;
- в соответствии с критерием «восходящих» и «нисходящих» серий, тренд в динамике среднемесячного курса USD/RUR присутствует с доверительной вероятностью 0,95;
- в соответствии с критерием сравнения средних уровней ряда, гипотезу о наличии тренда принимаем с доверительной вероятностью 0,95, то есть, так же как в двух предыдущих случаях, считаем, что тренд есть;
- в соответствии с критерием Фостера-Стюарта, отсутствует тренд в среднем и имеется тренд дисперсии уровней ряда.

Поскольку три из четырех критериев показали наличие тренда, считаем, что во временном ряде среднемесячного курса USD/RUR есть тренд (тенденция)  $f(t)$ .

Для выявления во временном ряде сезонной  $S(t)$  (и, дополнительно, трендовой  $f(t)$ ) компоненты целесообразно использовать коэффициент автокорреляции уровней и автокорреляционную функцию.

*Коэффициент автокорреляции* зависит от длины временного смещения  $T$  (которую также часто называют лагом).

Последовательность коэффициентов автокорреляции первого, второго и последующих порядков называют *автокорреляционной функцией*. Ее значения могут колебаться от  $-1$  до  $+1$ . График автокорреляционной функции называется *корреллограммой*. Для обозначения автокорреляционной функции часто используется сочетание ACF AutoCorrelation Function.

Анализ автокорреляционной функции и корреллограммы позволяет определить лаг, при котором автокорреляция наиболее высокая, то есть при помощи анализа автокорреляционной функции и корреллограммы можно выявить структуру ряда.

Если наиболее высоким окажется коэффициент автокорреляции первого порядка, исследуемый ряд содержит только тенденцию, если все коэффициенты автокорреляции высоки, то ряд также содержит тенденцию.

Если наиболее высоким окажется коэффициент автокорреляции порядка  $T$ , то ряд содержит циклические колебания с периодичностью в  $T$  моментов времени.

На одном и том же графике можно показать верхнюю и нижнюю границы автокорреляции с помощью параметра уровня значимости  $\alpha$ .

Если автокорреляция оказывается выше (ниже), чем это верхнее (нижнее) граничное значение, нуль-гипотеза об отсутствии автокорреляции для данной временной задержки и вне ее должна быть отклонена на уровне значимости  $\alpha$ .

Корреллограмма среднемесячного валютного курса USD/RUR представлена на рисунке (Рисунок 2). Таким образом, значимыми являются коэффициенты корреляции порядка  $T = 1$  и  $T = 2$ , что еще раз подтверждает наличие тенденции  $f(t)$ , а также говорит об отсутствии сезонной составляющей  $S(t)$ . Следовательно, среднемесячный валютный курс относится к часто встречающимся временным рядам, в которых можно

установить только тенденцию и случайную компоненту. Аналитически данное положение можно выразить уравнением вида (2):

$$Y(t) = f(t) + e(t). \quad (2)$$

### Литература

1. Прогнозирование валютного курса. Режим доступа: <http://www.theomniguild.com/prognozirovanie-valyutnogo-kursa.html> (дата обращения 09.11.2013).
2. Христиановский В.В. Анализ временных рядов в экономике: практика применения: учебное пособие / В.В. Христиановский, В.П. Щербина. Донецк: ДонНУ, 2011. 125 с.
3. Методы и модели анализа временных рядов: метод. указания к лаб. работам / сост. С.И. Татаренко. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 32 с.
4. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов/ В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; Под ред. В.В. Федосеева. М.: ЮНИТИ, 1999. 390 с.

### Слова благодарности

Автор выражает благодарность своему научному руководителю, к.э.н., доц. каф. ИБМ-5 МГТУ им. Н.Э. Баумана Пилюгиной Анне Валерьевне за методическую помощь при подготовке работы

### Иллюстрации

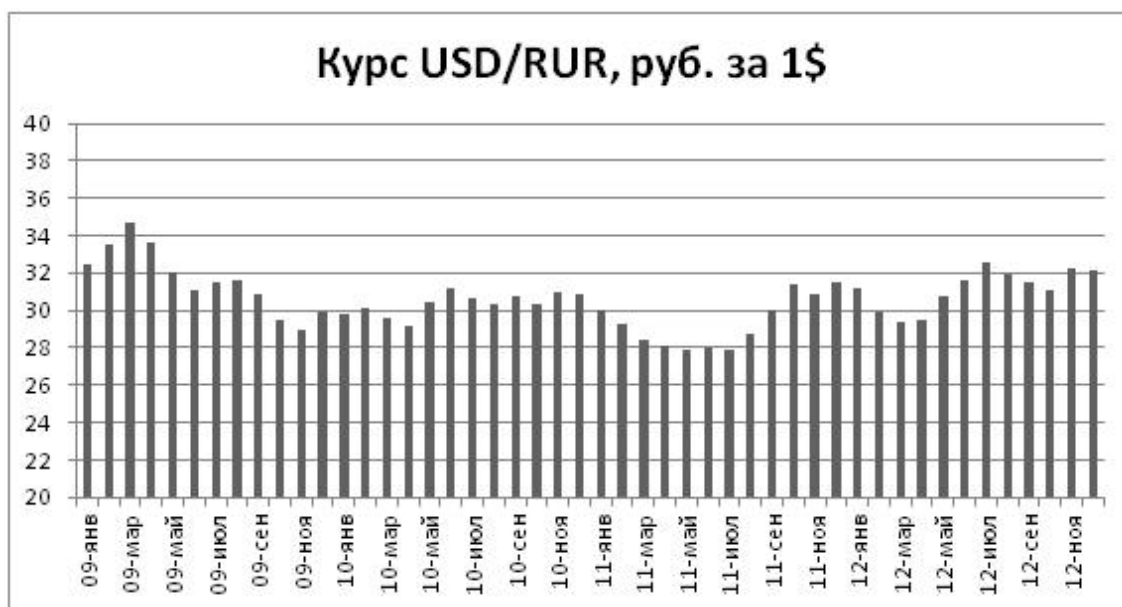


Рис. 1: Динамика среднемесячного валютного курса USD/RUR

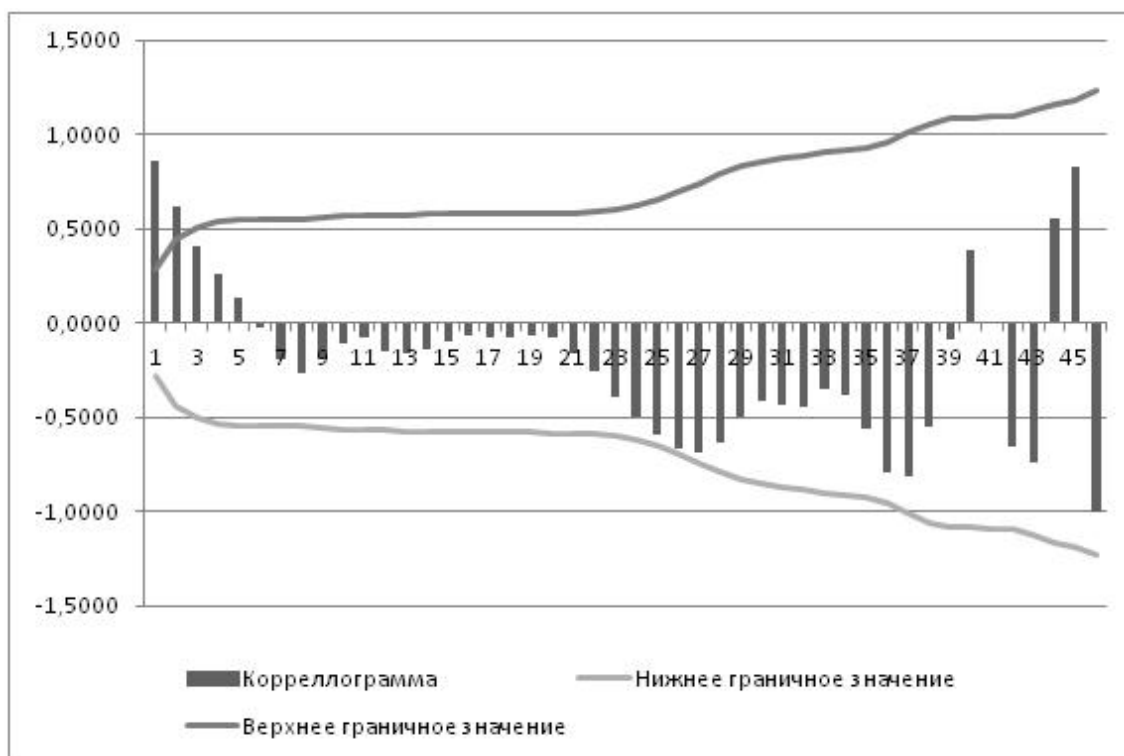


Рис. 2: Корреллограмма валютного курса