

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

3.1. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСА ВАЛЮТЫ НА БЛИЖАЙШИЕ 1-5 ДНЕЙ

Галочкин В.Т., к.ф.-м.н., доцент кафедры
«Моделирование экономических и информационных систем»

Финансовый университет при Правительстве РФ

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)

[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)

В статье предложена простая модель авторегрессии первого порядка. На примере предложенной модели проведен анализ курса трех валют: доллара США, евро и китайского юаня по отношению к рублю. Проверена статистическая значимость полученного уравнения и коэффициентов регрессии. Получено удовлетворительное согласие прогноза с реальными данными Центрального банка РФ.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы внедрения и практического использования математических методов эконометрического прогнозирования связаны прежде всего с отсутствием в нашей стране достаточно обширного опыта подобных исследований, поскольку в течение десятилетий планированию отдавался приоритет перед прогнозированием.

Теоретической основой методов эконометрического прогнозирования являются математические дисциплины (прежде всего теория вероятностей и математическая статистика, дискретная математика и исследование операций), а также экономическая теория, экономическая статистика и другие социально-экономические науки. Учет нежелательных тенденций, выявленных при прогнозировании, позволяет принять необходимые меры для их предупреждения.

Среди различных моделей прогнозирования наиболее употребительными на практике являются регрессионные модели. Они позволяют расширить термин «прогнозирование». Ряды пространственных наблюдений не обязательно имеют временную структуру, а задача оценки значения исследуемого показателя для некоторого набора значений объясняющих переменных, которых нет в выборке, вполне может быть реальной. Именно в этом смысле и следует понимать прогнозирование в эконометрике.

Анализ регрессионной модели в эконометрике происходит по двум основным направлениям.

Первое – изучение экономических закономерностей с целью улучшить понимание того, как и почему происходит экономический процесс. Здесь особое внимание уделяется оцениванию различных показателей и проверке статистических гипотез с последующей содержательной экономической интерпретацией полученных экономических результатов.

Второе направление – прогнозирование тенденций развития исследуемых экономических процессов. В таких случаях регрессионная модель выступает лишь как средство достижения более практической цели – какие результаты могут быть получены.

Дадим необходимые сведения из «Эконометрики» по анализу временных рядов [1, с. 124-140; 2, с. 143-149].

Классическое уравнение парной линейной регрессии, полученное по методу наименьших квадратов

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 x_t + \varepsilon, \quad t = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где x_t – объясняющая переменная в момент времени t , \hat{y}_t – объясняемая переменная в момент времени t , b_0 и b_1 – константы, которые необходимо определить; ε – необъясненная регрессионным уравнением часть наблюдений;

t – временной интервал.

Модель авторегрессии 1-го порядка $AR(1)$

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 \hat{y}_{t-1} + \varepsilon, \quad t = 2, \dots, n, \quad \hat{y}_{t-1} \text{ – объясняемая переменная в момент времени } t-1. \quad (2)$$

Модель авторегрессии 2-го порядка $AR(2)$

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 \hat{y}_{t-1} + b_2 \hat{y}_{t-2} + \varepsilon, \quad t = 3, \dots, n. \quad \hat{y}_{t-2} \text{ – объясняемая переменная в момент времени } t-2. \quad (3)$$

Остальные обозначения – те же, что и для обычной регрессионной модели.

Для проверки наличия в выборке автокорреляции используется статистика Дарбина-Уотсона (DW):

$$DW = \frac{\sum (e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2}, \quad (4)$$

где

$e_t = y_t - \hat{y}_t$ – суммирование в числителе идет по $t = 2, 3, \dots, \dots, n$, а в знаменателе $t = 1, 2, 3, \dots, n$.

Автокорреляция уровней ряда – корреляционная связь между последовательными уровнями одного и того же ряда динамики (сдвинутыми на определенный промежуток времени L -лаг). Автокорреляция измеряется коэффициентом автокорреляции:

$$r_{t,t-L} = \frac{(X_t * X_{t-L})_{cp} - (X_t)_{cp} * (X_{t-L})_{cp}}{\sigma_t * \sigma_{t-L}}, \quad (5)$$

где

$$(X_t * X_{t-L})_{cp} = \frac{\sum X_t * X_{t-L}}{(n-L)}, \quad i = 1 + L, \dots, n;$$

$(X_t)_{cp} = \frac{\sum X_t}{(n-L)}$, средний уровень ряда:
 $(X_{1+L}, X_{2+L}, \dots, X_n)$;

$(X_{t-L})_{cp} = \frac{\sum X_{t-L}}{(n-L)}$, средний уровень ряда:
 $(X_1, X_2, \dots, X_{n-L})$;

σ_t, σ_{t-L} – средние квадратические отклонения для рядов:
 $(X_{1+L}, X_{2+L}, \dots, X_n)$ и $(X_1, X_2, \dots, X_{n-L})$.

Лag – определяет порядок коэффициента автокорреляции.

Цель работы: построить классическую парную линейную регрессионную модель временного ряда (1), оценить точность модели, ее значимость и дать прогноз на 3 декабря 2013 г. Исходные данные курсов доллара США, евро и китайского юаня по отношению к рублю взяты с официального сайта Центрального банка РФ (ЦБ РФ).

Для анализа используем Microsoft Excel, «пакет анализа» [3, с. 87-110]. Результаты приведены для двух временных периодов: октябрь-ноябрь 2013 г. и январь-ноябрь 2013 г. Выборка закончена 30 ноября 2013 г. Во втором случае в качестве выборки взята еженедельная цена закрытия торговой сессии, обычно в пятницу или на последний день торгов недели.

В работе проведен анализ для трех валют: доллар США, евро и китайский юань¹ (для китайского юаня приведены данные ЦБ РФ по курсу за 10 юаней).

¹ Юань занимает 3-е место по объему торгов в мире после доллара и евро, считает глава отдела исследований Standard Chartered в странах Америки Д. Манн (подробнее см. <http://forex-investo.ru/novosti-forex/10223-yuan-zavoevyvaet-mirovye-rynki>).

Доллар США (октябрь-ноябрь 2013 г.)

Проведем наиболее подробный анализ для поведения курса доллара США в этом временном интервале.

Полученная для оценки курса доллара США модель (1):
 $\hat{y}_t = 31,908 - 0,021t$

значима

$$(F = 35,396 > F_{0,05;1;42} = 4,08)$$

и коэффициент регрессии (-0,021) значим

$$(|tb_1| = 5,949 > t_{0,05;42} = 1,68), \text{ стандартная ошибка } 0,300.$$

Качество модели слабое $R^2 = 0,457$.

Используем авторегрессионную модель 1-го порядка (2). Расчеты дают следующую модель $\hat{y}_t = -0,051 + 1,002y_{t-1}$. Качество модели $R^2 = 0,909$, стандартная ошибка 0,123. Полученная модель значима ($F = 412,527 > F_{0,05;1;41} = 4,08$), и коэффициент регрессии $b_1 = 1,002$ значим ($|tb_1| = 20,310 > t_{0,05;41} = 1,8$). Общий вид графика курса доллара США, регрессии курса (тренда) и данные расчета по авторегрессионной модели первого порядка представлены на рис. 1.

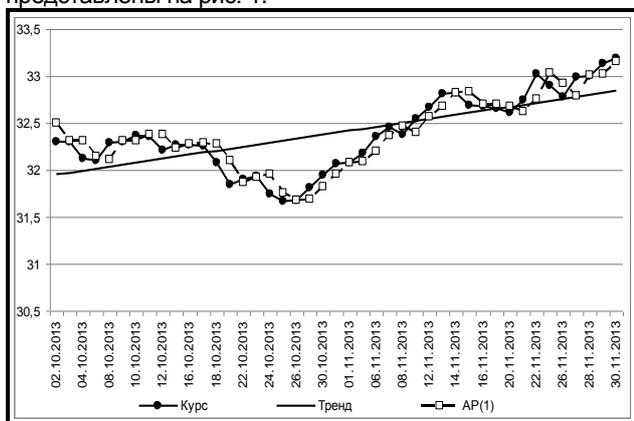


Рис. 1. Данные курса доллара США по данным ЦБ РФ, регрессия курса (тренд) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка

Используем авторегрессионную модель 2-го порядка (3). Расчеты дают следующую модель:

$$\hat{y}_t = 0,414 + 1,176y_{t-1} - 0,189y_{t-2}$$

Качество модели $R^2 = 0,918$, стандартная ошибка 0,120. Полученная модель значима ($F = 219,974 > F_{0,05;1;41} = 4,080$), коэффициент регрессии $b_1 = 1,176$ значим ($|tb_1| = 7,7360 > t_{0,05;40} = 1,8$), но коэффициент регрессии b_2 незначим ($|tb_2| = 1,18 < t_{0,05;40} = 1,8$), стандартная ошибка 0,120. Так как коэффициент регрессии b_2 незначим, авторегрессионную модель 2-го порядка использовать нежелательно.

Отметим, что для таких временных рядов наблюдается сильная автокорреляция, влияние на исследуемый показатель значения объясняемой переменной в предшествующие моменты времени. Рассчитанный по (4) коэффициент $DW = 0,28$, что много ниже нижней границы $d_1 = 1,445$. Следовательно, в выборке наблюдается сильная положительная автокорреляция. График коэффициента автокорреляции, рассчитанный по (5) для лагов $L = 1, 2, 3, 4$, представлен на кореллограмме (рис. 2).

Коэффициенты корреляции рассчитанные по формуле (5), равны:

$$R(1) = 0,954, R(2) = 0,891, R(3) = 0,838, R(4) = 0,778.$$

Исходя из изложенного, для прогнозирования необходимо использовать авторегрессионную модель 1-го порядка.

Прогноз курса доллара США на 3 декабря, рассчитанный по авторегрессионной модели 1-го порядка: $\hat{y}_{3дек} = 33,209$ (руб.). Данные ЦБ РФ – 33,148 (руб.).

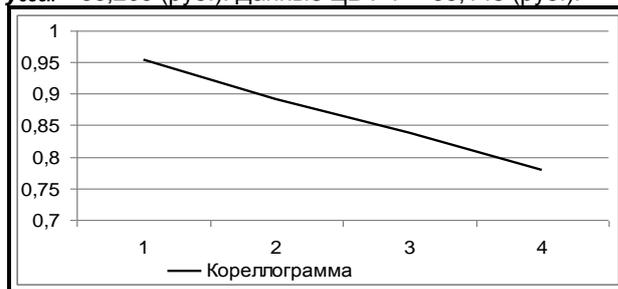


Рис. 2. График коэффициентов автокорреляции для лагов 1, 2, 3 и 4

Доллар США (январь-ноябрь 2013 г.)

Полученная для оценки курса доллара США модель:
 $\hat{y}_t = 30,316 + 0,062t$

значима

$$F = 91,781 > F_{0,05;1;41} = 4,08,$$

хотя коэффициент регрессии ($b_1 = 0,062$) значим ($|tb_1| = 9,580 > t_{0,05;42} = 1,68$), стандартная ошибка 0,600. Качество модели слабое $R^2 = 0,670$.

Используем авторегрессионную модель 1-го порядка. Расчеты дают следующую модель:

$$\hat{y}_t = 2,363 + 0,927y_{t-1}$$

Качество модели $R^2 = 0,869$, стандартная ошибка 0,373. Полученная модель значима ($F = 291,882 > F_{0,05;1;41} = 4,08$) и коэффициент регрессии значим ($|tb_1| = 17,084 > t_{0,05;41} = 1,8$). Общий вид графика курса доллара США, регрессии курса (тренда) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка представлены на рис. 3.

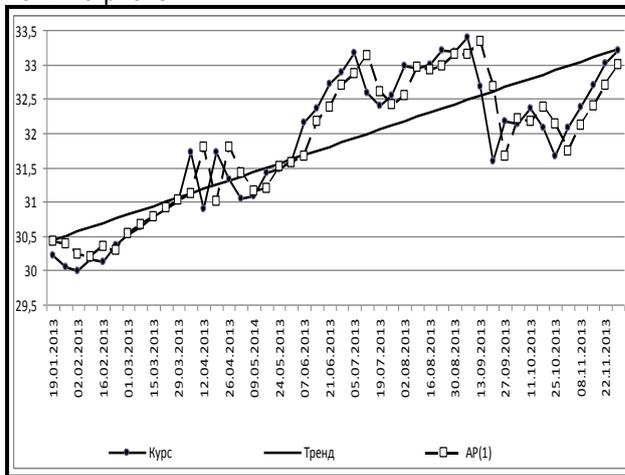


Рис. 3. Данные курса доллара США по данным ЦБ РФ, регрессия курса (тренд) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка

Прогноз курса доллара США на 3 декабря, рассчитанный по этой модели $\hat{y}_{3дек} = 33,152$ (руб.). Данные ЦБ РФ – 33,148 (руб.).

Евро (октябрь-ноябрь 2013 г.)

Полученная для оценки курса евро модель:
 $\hat{y}_t = 43,455 + 0,021t$

значима

$$F = 46,314 > F_{0,05;1;41} = 4,08,$$

коэффициент регрессии (-0,021) значим

$$|tb_1| = 6,805 > t_{0,05;42} = 1,68, \text{ стандартная ошибка } 0,267$$

Качество модели слабое $R^2 = 0,524$.

Используем авторегрессионную модель 1-го порядка. Расчеты дают следующую модель:

$$\hat{y}_t = -4,118 + 1,094y_{t-1}.$$

Качество модели $R^2 = 0,898$, стандартная ошибка 0,124. Полученная модель значима ($F = 362,169 > F_{0,05;1;41} = 4,08$), коэффициент регрессии $b_1 = 1,094$ значим ($|tb_1| = 19,030 > t_{0,05;41} = 1,8$). Общий вид графика курса евро, регрессии курса (тренда) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка представлены на рис. 4.

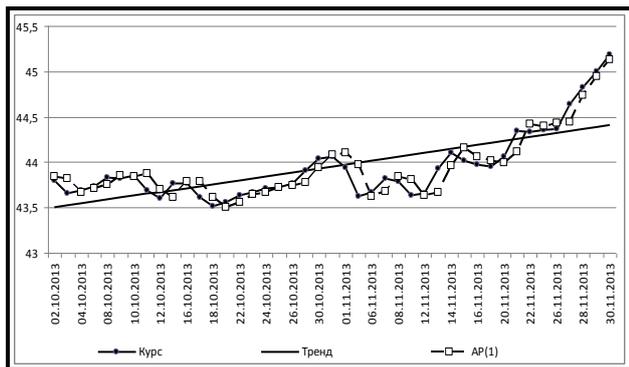


Рис. 4. Данные курса евро по данным ЦБ РФ, регрессия курса (тренд) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка

Прогноз курса евро на 3 декабря, рассчитанный по этой модели: $\hat{y}_{3дек} = 45,339$ (руб.). Данные ЦБ РФ – 45,088 (руб.).

Евро (январь-ноябрь 2013 г.)

Полученная для оценки курса евро модель:

$$\hat{y}_t = 39,473 + 0,111t$$

значима

$F = 225,424 > F_{0,05;1;45} = 4,08$, коэффициент регрессии (0,111)

значим

$$|tb_1| = 15,014 > t_{0,05;42} = 1,68, \text{ стандартная ошибка } 0,687.$$

Качество модели $R^2 = 0,83$.

Используем авторегрессионную модель 1-го порядка. Расчеты дают следующую модель:

$$\hat{y}_t = 1,116 + 0,975y_{t-1}.$$

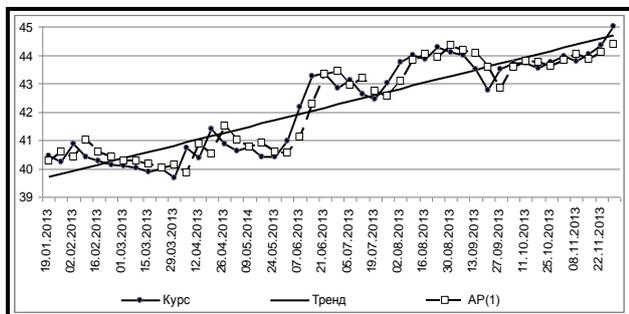


Рис. 5. Данные курса евро по данным ЦБ РФ, регрессия курса (тренд) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка

Качество модели $R^2 = 0,920$, стандартная ошибка 0,471. Полученная модель значима ($F = 511,496 > F_{0,05;1;41} = 4,08$), коэффициент регрессии $b_1 = 0,975$ значим ($|tb_1| = 22,616 > t_{0,05;41} = 1,8$). Общий вид графика курса евро, регрессии курса (тренда) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка представлены на рис. 5.

Прогноз курса евро на 3 декабря, рассчитанный по этой модели: $\hat{y}_{3дек} = 45,031$ (руб.). Данные ЦБ РФ – 45,088 (руб.).

Китайский юань октябрь-ноябрь 2013 г.

Полученная для оценки курса китайского юаня модель:

$$\hat{y}_t = 52,177 + 0,041t$$

значима

$F = 63,585 > F_{0,05;1;41} = 4,08$, коэффициент регрессии (0,041) значим

$|tb_1| = 7,974 > t_{0,05;42} = 1,68$, стандартная ошибка 0,431. Качество модели слабое $R^2 = 0,602$.

Используем авторегрессионную модель 1-го порядка. Расчеты дают следующую модель:

$$\hat{y}_t = -0,404 + 1,008y_{t-1}.$$

Качество модели $R^2 = 0,915$, стандартная ошибка 0,201. Полученная модель значима ($F = 445,412 > F_{0,05;1;41} = 4,08$), коэффициент регрессии $b_1 = 1,008$ значим ($|tb_1| = 21,104 > t_{0,05;41} = 1,8$). Общий вид графика курса евро, регрессии курса (тренда) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка представлены на рис. 6.

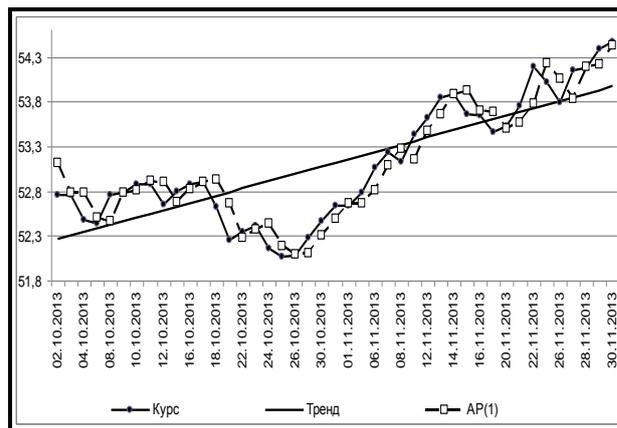


Рис. 6. Данные курса китайского юаня по данным ЦБ РФ, регрессия курса (тренд) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка

Прогноз курса китайского юаня на 3 декабря, рассчитанный по этой модели: $\hat{y}_{3дек} = 54,514$ (руб.). Данные ЦБ РФ – 54,400 (руб.).

Китайский юань январь-ноябрь 2013 г.

Полученная для оценки курса китайского юаня модель:

$$\hat{y}_t = 48,640 + 0,127t$$

значима

$F = 133,484 > F_{0,05;1;41} = 4,08$, коэффициент регрессии (0,127)

значим

$$|tb_1| = 11,553 > t_{0,05;42} = 1,68, \text{ стандартная ошибка } 1,024.$$

Качество модели $R^2 = 0,747$.

Используем авторегрессионную модель 1-го порядка. Расчеты дают следующую модель:

$$\hat{y}_t = 2,889 + 0,946y_{t-1}$$

Качество модели $R^2 = 0,905$, стандартная ошибка 0,619.

Полученная модель значима ($F = 420,217 > F_{0,05;1;41} = 4,08$), коэффициент регрессии $b_1 = 0,946$ значим ($|t_{b1}| = 20,499 > t_{0,05;41} = 1,8$). Общий вид графика курса евро, регрессии курса (тренда) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка представлены на рис. 7.

Прогноз курса китайского юаня на 3 декабря, рассчитанный по этой модели: $\hat{y}_{дек} = 54,360$ (руб.). Данные ЦБ РФ – 54,400 (руб.).

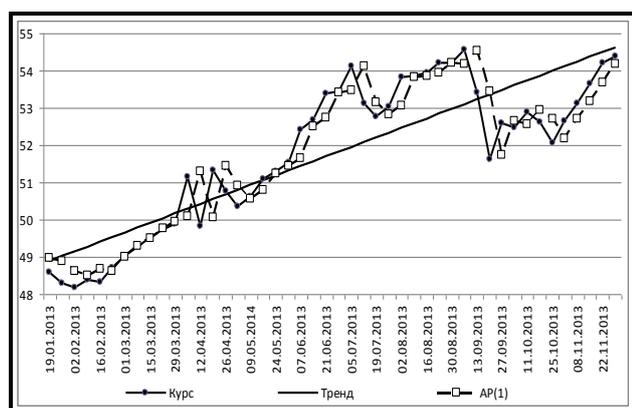


Рис. 7. Данные курса китайского юаня по данным ЦБ РФ, регрессия курса (тренд) и данные расчета по авторегрессионной модели 1-го порядка

При эконометрическом прогнозировании на основании данных временных рядов следует учитывать особенности фактора времени, которые заключаются в следующем:

- как правило, последовательные по времени уровни временных рядов являются взаимозависимыми, что приводит к автокорреляции, и тем самым не будет выполняться одно из условий Гаусса-Маркова (два рядом стоящих наблюдения связаны между собой);
- в авторегрессионной модели 2-го порядка и выше будет присутствовать мультиколлинеарность, взаимозависимость объясняющих переменных;
- наблюдения обладают разной информативностью в зависимости от момента времени; также по мере удаления от текущего момента времени информационная ценность наблюдений уменьшается. По этой причине при прогнозировании, возможно, следует придать больший вес последним наблюдениям;
- увеличение длины временного ряда не всегда повышает точность статистических характеристик, а при появлении новых закономерностей развития она может даже снижаться (здесь может помочь тест Г. Чоу проверки стабильности временного ряда [2, с. 122-124]);
- конкретное значение исследуемого показателя может зависеть не только от настоящих значений объясняющих переменных, но и от предыдущих значений объясняющих и даже объясняемой переменных. Следовательно, возникает необходимость в построении лаговых структур [4, с. 290-335].

Прогноз по тренду – лишь один из статистических методов прогнозирования. Полезно сравнить его свойства, положительные и отрицательные, со свойствами прогнозирования на основе многофакторных регрессионных моделей.

Положительные свойства прогноза по тренду. Коэффициент при номере периода в уравнении тренда (в

линейном уравнении) – это комплексный коэффициент регрессии при всех реальных факторах, влияющих на уровень изменяющегося показателя, которые сами изменяются во времени. Ни в одну регрессионную модель мы не можем включить все факторы, влияющие на изучаемый показатель. Часть факторов вообще неизвестна, так как наши знания, наука не имеют статуса абсолютной, полной истины. Часть факторов теоретически известна, но на практике по ним нет достаточно надежной или даже вообще никакой информации. Также, если число известных факторов велико и данные по ним есть, то всех их явно невозможно включить в уравнение регрессии по математическим ограничениям: мультиколлинеарность, гетероскедастичность, превышение числа факторов над численностью выборки и т.п. Поэтому уравнение тренда имеет преимущество в охвате (хотя и в неявной форме) всех факторов изменения уровней прогнозируемого показателя.

Другое преимущество состоит в том, что уравнение тренда есть модель динамики процесса и на ее основании мы прогнозируем динамику, т.е. логическая основа тренда соответствует задаче. У прогнозирования по тренду есть недостатки. Неявность факторов динамики, скрытых за «номером периода», лишает исследователя возможности учесть ожидаемый или планируемый скачок в развитии того или иного фактора. Нет возможности проигрывать разные варианты прогноза при разных сочетаниях значений объясняющих факторов, что обычно делается при прогнозе по регрессионной модели с управляемыми факторами.

Отметим, что для временных рядов курсов валют наблюдается сильная автокорреляция, влияние на исследуемый показатель значения объясняемой переменной в предшествующие моменты времени. Использование авторегрессионной модели 2-го и более высоких порядков не улучшает показатели, но уменьшается значимость 2-го и более высоких коэффициентов регрессии. Поэтому для прогноза на 1-5 дней достаточно использовать авторегрессионную модель 1-го порядка. Приведем результаты прогноза курса валют на 3 декабря, полученные по авторегрессионным моделям 1-го порядка **AR(1)** (табл. 1).

Таблица 1

КУРСЫ ВАЛЮТ, РАССЧИТАННЫЕ В РАБОТЕ

Валюта	Прогноз по модели AR(1)		Курс ЦБ РФ
	Октябрь-ноябрь	Январь-ноябрь	
Доллар США	33,209 ± 0,123	33,152 ± 0,373	33,148
Евро	45,339 ± 0,124	45,032 ± 0,471	45,088
Китайский юань	54,514 ± 0,201	54,360 ± 0,619	54,4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При прогнозировании важным показателем является глубина утверждения прогноза. При этом необходимо не только знать абсолютную величину этого показателя (курс валюты по отношению к рублю), но и отнести его к длительности цикла прогнозирования. Модели, используемые в краткосрочном прогнозировании, в целом предназначены для определения политики стабилизации курса, выявления точек перегиба траекторий развития исследуемого процесса (например, тест Г. Чоу) и других краткосрочных задач.

В экономической теории применяется два основных способа построения прогноза курса валюты – это фундаментальный и технический анализ.

Использование фундаментального анализа подразумевает под собой изучение множества факторов, которые могут быть сгруппированы по нескольким признакам:

- относительные процентные ставки;
- паритет покупательной способности (ППС);
- экономические условия;
- спрос и предложение капитала;
- политические факторы;
- настроения рынка.

При использовании технического анализа прогноз строится на основе анализа графика движения курса валюты за предыдущие периоды времени. При этом под движениями рынка понимаются три вида получаемой информации – это динамика валютного курса, общее количество и объем сделок за определенные промежутки времени и количество открытых позиций (открытый интерес). Оба этих анализа являются достаточно функциональными инструментами, с помощью которых можно с большой долей вероятности составлять прогнозы на движение валютных курсов.

Литература

1. Кремер Н.Ш. Эконометрика [Текст] / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. – М. : ЮНИТИ, 2010.
2. Орлов А.И. Эконометрика [Текст] / А.И. Орлов. – М. : Экзамен, 2002.
3. Орлова И.В. Экономико-математическое моделирование [Текст] / И.В. Орлова. – М. : ИНФРА-М, 2013.
4. Эконометрика [Текст] / под ред. член-корр. Елисеевой И.И. – М. : Финансы и статистика, 2001.

Ключевые слова

Эконометрика; линейная регрессия; метод наименьших квадратов; множественная линейная регрессия; факторы регрессии, корреляция, прогнозирование экономических явлений; курс валюты; доллар США; евро; китайский юань.

Галочкин Валерий Тимофеевич

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность проблемы. Цель рецензируемой статьи состоит в попытке прогнозирования курса основных мировых валют – доллара, евро и китайского юаня – на несколько дней вперед. За базу автор взял два периода: последние два месяца – октябрь и ноябрь 2013 г. и второй период – весь 2013 г. с января по ноябрь.

Актуальность поставленных автором задач обусловлена проблемой внедрения и практического использования математических методов эконометрического прогнозирования. Теоретической основой методов эконометрического прогнозирования являются математические дисциплины (прежде всего теория вероятностей и математическая статистика, дискретная математика и исследование операций), а также экономическая теория, экономическая статистика и другие социально-экономические науки. Учет нежелательных тенденций, выявленных при прогнозировании, позволяет принять необходимые меры для их (нежелательных тенденций) предупреждения.

Среди различных моделей прогнозирования наиболее употребительными на практике являются регрессионные модели. Автор, опираясь на данные Центрального банка РФ, наглядно демонстрирует прогнозные качества авторегрессионных моделей 1-го порядка и прогнозирует дальнейшее развитие курса валюты на ближайшие несколько дней. Реальный курс валюты и предсказанная величина курса совпадают в пределах статистических ошибок.

Научная новизна и практическая значимость. Оценивая значимость для прогнозирования авторегрессионных моделей, автор использует термин «прогнозирование». Уважающий себя финансовый аналитик скорее всего признает сделанные модельные предположения простыми. Однако при всех недостатках таких моделей принятие решений на их основе в конечном итоге создает основу для выбора наилучшего экономического решения, оптимальной тактики и стратегии.

Заключение. Статья написана грамотным математическим языком, приведенный список литературы адекватно отражает содержание статьи.

Рассматриваемая статья может быть рекомендована для опубликования в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Масалов А.В., д.ф.-м.н., проф., руководитель отделения оптики Физического института РАН

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)