

Ананченко И.В.,

к.т.н., доцент, доцент кафедры системного анализа
Санкт-Петербургского государственного
технологического института (технического университета),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Мусаев А.А.,

д.т.н, профессор, декан факультета информационных
технологий и управления
Санкт-Петербургского государственного
технологического института (технического университета),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ТРЕХКОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ КОТИРОВОК ТОРГОВЫХ АКТИВОВ

Основной целью задачи моделирования динамических процессов на рынках капитала является попытка создания прогностической модели, позволяющей предсказать значения котировок рыночных активов на определенный период времени. Однако все попытки пролонгации трендов, восстановленных по данным из накопленного и оперативного опыта, не привели к успеху. Тем не менее, попытки найти философский камень биржевой торговли продолжались и вели к построению все более и более сложных моделей.

Первоначальное направление решения указанной задачи связано с построением моделей, в которых котировки ведут себя подобно частицам в броуновском движении. Базовой моделью в этом случае являлся винеровский процесс и его модификации [1].

Альтернативное направление моделирование связано с использованием моделей временных рядов [2, 3]. Однако и в этом случае многообразные попытки усложнения базовых моделей (типа ARMA) не увеличили адекватность модели, и, тем более, не способствовали повышению качества прогноза и эффективности торговых решений.

Основные неудачи при решении данной задачи связаны с двумя системными причинами.

Первая причина состоит в том, что критерии эффективности модели традиционно базировались на принципах подобия. Для статистических систем это подобие достигается на уровне подобия статистических характеристик ретроспективных данных, а реальный эффект определяется конкретной реализацией, существенно отличающейся от модели среднего в силу принципиальной нестационарности исследуемых процессов. Поэтому критерием качества формируемых моделей должен быть не критерий подобия, а некоторый терминальный критерий, относящийся к эффективности торговых операций.

Вторая, не менее важная причина состоит в том, что реальный процесс изменения котировок является крайне сложным нестационарным процессом, содержащим хаотическую компоненту, существенно ограничивающую возможность применения статистической парадигмы и отвечающих ей методам статистической обработки данных [4].

В этих условиях в качестве базовой модели может быть предложена трехкомпонентная модель котировок, состоящая из системной компоненты, согласованной с выбранной торговой стратегией и ее параметрами, чисто случайной составляющей, близкой к белому шуму, и нестационарной компоненты с элементами хаотической динамики.

Эффективность учета влияния указанной третьей компоненты определяет качество технического анализа и успешность (или неуспешность) используемой торговой стратегии. Численные исследования, подтверждающие наличие

хаотической компоненты в рядах наблюдений за изменениями котировок торговых активов приведены в [5, 6].

Таким образом, исходный процесс изменения котировок может быть представлен в виде *трехкомпонентной модели*

$$x_k = y_k + v_k + \xi_k, \quad k = 1, \dots, N, \quad (1)$$

которая включает в себя:

- системную составляющую y_k , $k = 1, \dots, N$, используемую при формировании торговых решений и образованную сложным сглаженным нелинейным процессом с явно выраженными трендами и колебаниями,

- квазисистемную помеховую компоненту v_k , $k = 1, \dots, N$, представляющую собой несмещенный колебательный непериодический (хаотический) процесс,

- стационарный случайный процесс ξ_k , $k = 1, \dots, N$ с распределением, как это будет показано ниже, стремящимся к гауссовскому закону.

Заметим, что системная компонента представляет собой непериодический колебательный процесс с явно выраженными трендовыми участками. При этом тренд выражен косвенно и, как правило, содержит так называемые участки «коррекции» обратной направленности.

Важно еще раз указать на субъективность процесса выделения системной компоненты, формируемой из общих соображений трейдера о степени сглаженности исходного ряда в интересах обеспечения процесса выработки эффективных торговых решений. Очевидно, что данный параметр будет во многом определяться субъективно выбранной стратегией проведения торговых операций.

Для определения квазисистемной компоненты $v(t)$ модели (1) можно повторно использовать МНК фильтр (или какой-то другой метод оценки условного среднего) по отношению к процессу, образованному разностью между исходными наблюдениями и ранее выделенной системной составляющей. В частности, в простейшем случае можно использовать

технологии экспоненциального сглаживания с коэффициентом передачи $\alpha = 0.2 - 0.5$. Полученный процесс представляет собой вариант хаотической динамики, т.е. колебательный непериодический процесс, однако он уже не содержит явно выраженных трендов и достаточно хорошо центрирован.

Третья, оставшаяся составляющая модели (1) представляет собой чисто случайный процесс, образованный разностью между невязками системной компоненты и значениями квазисистемной компоненты. Нетрудно доказать, что приведенный процесс достаточно близок к стационарному гауссовскому шуму. Для проверки этого факта можно использовать известные стационарности и нормальности [7].

Главным выводом из приведенных исследований является заключение о целесообразности применения трехкомпонентной аддитивной модели динамики процессов изменения котировок (1), принципиально отличающейся от традиционной модели наблюдений с аддитивными шумами:

- спецификой данных, полученных в процессе мониторинга за торговой ситуацией, и практически не содержащих погрешностей наблюдений;
- наличием субъективной составляющей, формируемой в процессе выбора торговой стратегии и вычислительной схемы формирования системной составляющей;
- наличием хаотической компоненты в форме колебательного непериодического процесса.

Список использованной литературы

1. Bachelier L. Theorie de la speculation // Annales scientifiques de l'E.N.S. 1900. Ser. 3. Tome 17. P. 21–86.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Пер. с англ. под ред. В.Ф. Писаренко. М.: Мир, 1994. 407 с.
3. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов // Экономический журнал ВШЭ. 2002. №2. С. 251–273.

4. Мусаев А.А. Quod est veritas. Трансформация взглядов на системную составляющую наблюдаемого процесса // Труды СПИИРАН. 2010. Вып. 15. С. 53–74.

5. Мусаев А.А. Моделирование котировок торговых активов. // Тр. СПИИРАН. 2011. Вып. 17. С. 5–32.

6. Ананченко И.В., Мусаев А.А. Математические и информационные технологии на рынке «Forex». Разработка и программирование автоматизированных торговых систем LAP Lambert Academic Publishing. 2013. 180с.

7. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрии: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 1998. 1022 с.

© Ананченко И.В., Мусаев А.А., 2014