

УДК 339.722:519.865

ТРЕХПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЦЕНЫ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

Куссый М.Ю., Дудко А.В.

*Таврический национальный университет имени В.И.Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: mikhaillkussy@gmail.com*

В статье предлагается прогнозная модель, использующая количественную меру рефлексивности рынка и три параметра, характеризующих состояние действующего тренда. Показано, что при прогнозировании динамики цены на финансовых рынках в режиме реального времени существенным является учет «памяти рынка», текущей его волатильности и силы зарождающегося тренда.

Ключевые слова: рефлексивность рынка, текущая волатильность, «память рынка», сила тренда.

ВВЕДЕНИЕ

Глобализация финансовых рынков способствовала повышению интереса к моделям для анализа и прогнозирования трендов, и разработки инвестиционной стратегии участниками финансовых рынков. Такие модели предлагает большое количество авторов, занимающихся проблемами анализа функционирования и прогнозирования поведения таких рынков [1—7].

Характер изменений величины цены на рынках капитала зависит, как минимум, от двух составляющих процесса ценообразования: то есть детерминированной составляющей, учитывающей «память рынка», и случайного шума, не обладающего долговременной памятью.

Под случайным шумом условимся понимать волатильность рынка. А именно текущую волатильность, которая рассматривается в статье.

Необходимость введения такого показателя объясняется тем, что существующие показатели волатильности (подразумеваемая, историческая, Чайкина и т.д.: см. [8, с. 41]) рассчитываются на основании значений большого количества членов временных рядов, что делает результаты таких вычислений малопригодными для текущего анализа рыночных тенденций.

В самом деле: событие прошло давно, а его влияние на текущие расчеты учитывается в течение длительного периода времени (для дневных котировок — как правило, год). Столь длительная «память рынка» может существенно повлиять на адекватность инвестиционных решений, сделанных на основании таких расчетов.

Целью работы является разработка модели прогнозирования динамики цены на финансовых рынках, в которой используются текущая волатильность как мера рефлексивности рынка, «память рынка» и сила тренда.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ДОПУЩЕНИЯ К МОДЕЛИ

Введем показатель волатильности VM , величина которого, в отличие от существующих значений термина волатильности, не учитывает «историю» динамики цены на рынке за продолжительный период времени, а отражает текущие

настроения участников рынка и их мнения по поводу текущего значения цены и ее возможной будущей динамики и определяется из геометрии анализируемой текущей свечи. Выполнение этого требования особенно важно при торговле в режиме реального времени на временных горизонтах глубиной менее недели.

Цены текущей свечи отражают процесс текущего движения цены за период времени Δt , где Δt — глубина выбранного для анализа инвестиционного горизонта.

Формула для вычисления значения показателя VM имеет вид:

$$VM = \frac{High - Low}{|Open - Close|} \geq 1, \quad (1)$$

где Open — цена открытия анализируемого периода Δt , Close — цена закрытия анализируемого периода Δt , High — максимальная цена за анализируемый период Δt , Low — минимальная цена за анализируемый период Δt .

Модуль в знаменателе формулы (1) учитывает возможность того, что Open может быть как больше, так и меньше Close. В числителе модуль отсутствует, так как $High \geq Low$ всегда (см. рис. 1).

В дальнейшем будем использовать именно формулу (1) для вычисления значения показателя VM.

Формула (1) определяет, во сколько раз высота «тела» свечи — в диапазоне цен $Open \div Close$ — меньше высоты «теней» той же свечи — в диапазоне цен $High \div Low$ (см. рис. 1).

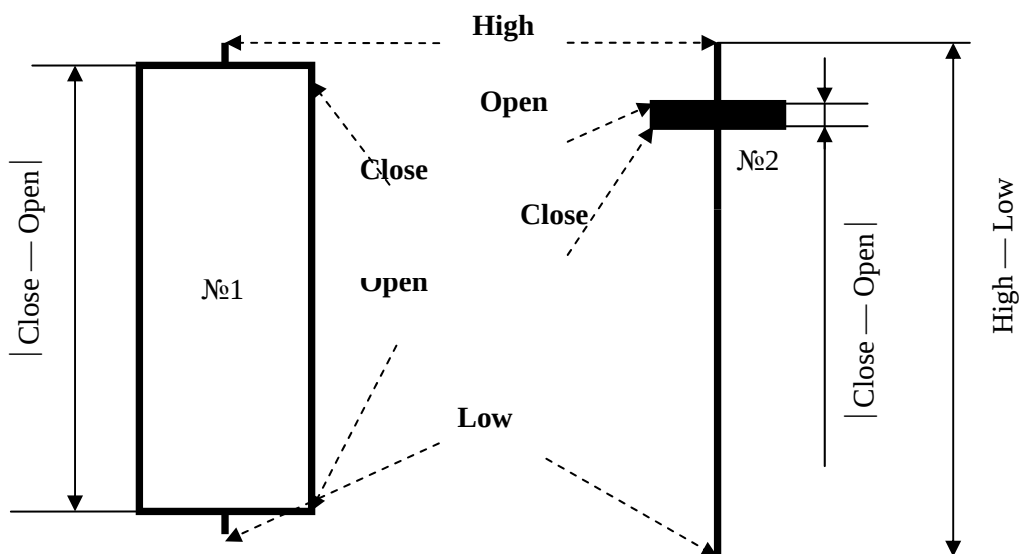


Рис. 1. Графическая интерпретация показателя VM.

В случае если знаменатель формулы (1) равен 0, применяется формула (2), являющаяся модификацией формулы (1):

$$VM = \frac{High - Low + \varepsilon}{\varepsilon}, \quad (2)$$

где ε — величина, меньшая на порядок, чем величины, участвующие в расчете. В нашем случае $\varepsilon = 1/10$ котировочного пункта. То есть ε меньше любой значения цены, участвующего в расчетах, как минимум в 10 раз.

Значения показателя VM, в силу механизма его вычисления, имеют ограничения снизу: $VM \geq 1$.

Формула (2) предназначена для свеч, у которых $Open = Close$ (то есть «тело» свечи в интервале $Open \div Close$ имеет нулевую высоту), и позволяет различать, насколько значение VM отличается для свеч с различной геометрией «теней» (оставшаяся вне «тела» свечи часть). Так, например, «тело» свечи № 2 (см. рис. 1) имеет практически нулевую высоту. Свечи с таким «телом» появляются на экранах мониторов, как правило, когда мнения участников торгов о будущей динамике цены противоречивы и происходит либо смена текущего тренда, либо его коррекция. То есть уменьшение размеров «тела» текущей свечи при росте его «теней» (как это выглядит для свечи № 2 на рисунке 1) подает сигнал участникам торгов о том, что текущий тренд снижает темп своего роста. Напротив, появление свечи, «тело» которой существенно больше «теней» (см. свечу № 1 на рис. 1), позволяет сделать вывод о том, что мнения участников торгов о будущей динамике цены достаточно единодушны и текущий тренд скорее всего будет продолжаться.

Экономический смысл VM, рассчитанной по формуле (1), заключается в том, что этот показатель показывает насколько тренд, действующий в течение исследуемого периода Δt , становится рискованным (непредсказуемым) для продолжения работы в рынке. Свеча становится отличной от прямоугольника без «теней» (см. рис. 1) за счет сделок, цены по которым отличаются от общего тренда (в диапазоне цен $Open \div Close$) в сторону High и Low, то есть величина VM показывает насколько общепринятый тренд (в диапазоне цен $Open \div Close$) может отличаться от мнения любого участника рынка, работающего на анализируемом ИВГ, то есть насколько мнение участников рынка, участвующих в формировании текущего тренда за период времени Δt (в диапазоне цен $Open \div Close$) может отличаться от мнений участников рынка, заключивших сделки по ценам, отклоняющимся в сторону High и Low.

Чем выше значение VM, тем значительно отличаются мнения участников рынка о соответствии текущей цены на исследуемый актив за период времени Δt текущему тренду. Как только значение показателя VM начинает существенно превышать 1, это означает, что общая длина «теней» существенно больше длины «тела» свечи. Как показали исследования, это происходит, когда на рынке — боковой или вяло текущий тренд и мнения участников рынка о будущей динамике цены разноречивы и следует ожидать существенного изменения текущего тренда — ослабления или разворота текущего тренда — то есть повышения непредсказуемости поведения рынка. И, как следствие, рекомендуется закрыть все заключенные ранее сделки в направлении действующего тренда. При этом наилучшим временем для закрытия позиций (с точки зрения максимизации

прибыли участника рынка) следует считать тот момент, когда значение показателя VM достигнет локального максимума.

Поскольку цены, участвующие в «построении» свечи, — результат действий мыслящих участников рынка, а показатель VM, в силу экономического смысла, заложенного в нем, отражает «настроения рынка» — показатель VM можно считать своеобразной мерой рефлексивности рынка в смысле Дж. Сороса. [9]

Под рефлексивностью рынка условимся понимать непрерывное взаимное влияние мыслящих участников, разрабатывающих инвестиционные стратегии на основании текущего изменения динамики цены, и самой динамики цены на рынке, которая «реагирует» на внедрение примененных инвестиционных стратегий, изменяясь в зависимости от изменения соотношения «спрос-предложение».

Допущение о том, что показатель VM можно считать мерой рефлексивности рынка, было доказано с помощью энтропии Грассбергера-Прокачча. [10]

Практическое применение показателя текущей волатильности рынка реализовано в модели, представляющей аналог механической торговой системы, которые используются практикующими трейдерами на рынках капиталов.

Общий вид модели можно описать формулой:

$$MP(t) = F(\Delta t, P(t), n, m, k), \quad (3)$$

где MP — операция, которая имеет 3 состояния: «покупка», «продажа», «ничего не предпринимать»;

Δt — глубина временного горизонта, в котором работает модель, или периодичность поступлений котировок;

$P(t)$ — вектор-функция, координатами которого являются числовые ряды значений цен $High(t)$, $Low(t)$, $Open(t)$, $Close(t)$;

n, m, k — параметры модели, которые описаны далее;

F — оператор с существенно нелинейными свойствами, который переводит из пространства вектор-функции $P(t)$ в пространство принятия решений: («покупка», «продажа», «ничего не предпринимать») и описан в работе вербально.

В качестве индикатора, показывающего направление будущего тренда, используется значение знака текущего значения ΔAP_t (где $\Delta AP_t = AP_t - AP_{t-\Delta t}$, $AP_t = (High(t) + Low(t) + Open(t) + Close(t)) / 4$) в момент времени t : если текущее значение ΔAP_t становилось больше нуля — следует ожидать возрастающего тренда и, следовательно, производится операция покупки; в случае, когда текущее значение ΔAP_t становилось меньше нуля — следует ожидать убывающего тренда и производится операция продажи. Выбор в пользу ΔAP_t был сделан, чтобы не выделять преимущество одной котировки по отношению к остальным котировкам, участвующим в построении свечи, так как, по нашему мнению, любая котировка, поставляемая на рынок капиталов, является результатом анализа участника рынка тех тенденций, которые имеются на рынке, и причин, определяющих эти тенденции. Поэтому предлагается использование интегрального индикатора по свече — ΔAP_t , который к тому же более точно, на наш взгляд, приближен к реальному значению цены возможной сделки за период времени Δt .

В качестве индикатора окончания сделки предложено изменение текущего знака ΔAP_t на противоположный.

Общий вид модели имеет вид:

$$MP(t) = \left\{ \begin{array}{ll} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m VM_{t-i \cdot \Delta t} > n \\ VM_t \\ \Delta AP_t > k \end{array} \right. & ; \text{начало покупки} \\ \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m VM_{t-i \cdot \Delta t} > n \\ VM_t \\ \Delta AP_t < k \end{array} \right. & ; \text{начало продажи} \\ \Delta AP_t \text{ меняет свой знак - окончание текущей сделки} & \end{array} \right. \quad (4)$$

Введем некоторые допущения, упрощающие модель:

1. Размер торгового депозита примем равным \$1000, а размер плеча, которое предоставляет брокер участнику рынка, будем считать равным 100. Таким образом, размер лота примем равным \$100000.

2. Транзакционные издержки примем такими, которые применяются при проведении операций на FOREX в дилинговых центрах Укрсоцбанка (3 пункта или \$30 за транзакцию). При этом доход от сделки будем считать с учетом транзакционных издержек.

3. Проскальзывание (изменение величины цены на рынке за период времени от принятия инвестиционного решения до его реализации в реальной сделке) примем равным 5 пунктам или \$50 за операцию или \$100 за транзакцию.

4. Сигналом для участника рынка о подготовке к совершению операции будем считать уменьшение текущего значения VM_t по сравнению с предыдущим в n раз. Такое изменение значения индикатора VM_t свидетельствует о том, что текущая волатильность рынка существенно снизилась, что говорит о повышении единодушия участников рынка о характере тренда в ближайшем будущем и снижении уровня риска при проведении обменных операций. Именно так текущая волатильность используется в модели как количественная мера рефлексивности рынка.

5. Критерием для определения сигнала на начало сделки будем считать одновременное выполнение следующих условий:

1) $\Delta AP_t > k$ — сигнал на покупку;

2) $\Delta AP_t < k$ — сигнал на продажу,

где k — параметр, являющийся показателем величины силы тренда за текущий период времени Δt .

$$3) \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m VM_{t-i \cdot \Delta t}}{VM_t} > n, \quad (5)$$

где n и m — задаваемые параметры модели для лучшей адаптации модели к рынку, поведение динамики цены на котором является существенно нелинейным и зависит от многих факторов, не учитываемых моделью; m — количество свечей, участвующих в расчете, — количественный показатель уровня детерминизма в текущем тренде или глубина «памяти рынка», который учитывается в расчетах; n — пороговое значение относительного изменения VM или показатель того, во сколько раз снизилась величина текущего риска получения убытков при осуществлении торговых операций на рынке (см. формулу (3)).

6. Сигнал, подтверждающий предыдущий (например, следующие подряд друг за другом сигналы на покупку), игнорируется.

7. Сигналом на закрытие текущей сделки будем считать изменение знака ΔAP_t на противоположный.

8. Будем рассчитывать финансовые результаты по сделкам при использовании модели по средним ценам AP : финансовый результат сделки на продажу равняется разности между ценой AP начала сделки и ценой AP завершения сделки (для сделок на покупку перед полученным значением результата сделки ставится знак минус);

9. Критерием эффективности результатов применения модели будем считать доход за анализируемый период.

10. Будем пренебрегать перерывами в работе рынка (например, в праздники и на выходных).

Предложенная модель была апробирована для исследования динамики котировок валютной пары EUR/USD на FOREX за 7 месяцев (с 01.08.2008 по 02.03.2009 — в период финансового кризиса) при глубине рабочего горизонта в 1 сутки (182 котировки). Для сравнения модель была апробирована для той же пары валют в период до финансового кризиса за 7 месяцев (с 01.01.2007 по 31.07.2007) при той же глубине рабочего горизонта (182 котировки). Источник получения котировок: [11].

Основные результаты апробации модели представлены на рисунке 2.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ МОДЕЛИ И ВЫВОДЫ

Анализируя результаты апробации модели, можно сделать следующие выводы:

1) Даже при существенной величине проскальзывания (10 пунктов против 4, используемых обычно на практике) размер дохода в период финансового кризиса составлял от \$7000 до \$9000 в месяц или 700-900% рентабельности в зависимости от значений управляющих параметров модели.

2) Такая высокая рентабельность операций объясняется значительной волатильностью рынка (в период кризиса средняя волатильность VM за анализируемый период равнялась 16,88, в то время как за такой же период до кризиса среднее значение VM за период равнялось 9,84). Именно из-за снижения

величины волатильности до кризиса средняя рентабельность операций снизилась до 45-70% в месяц в зависимости от значений управляющих параметров модели.

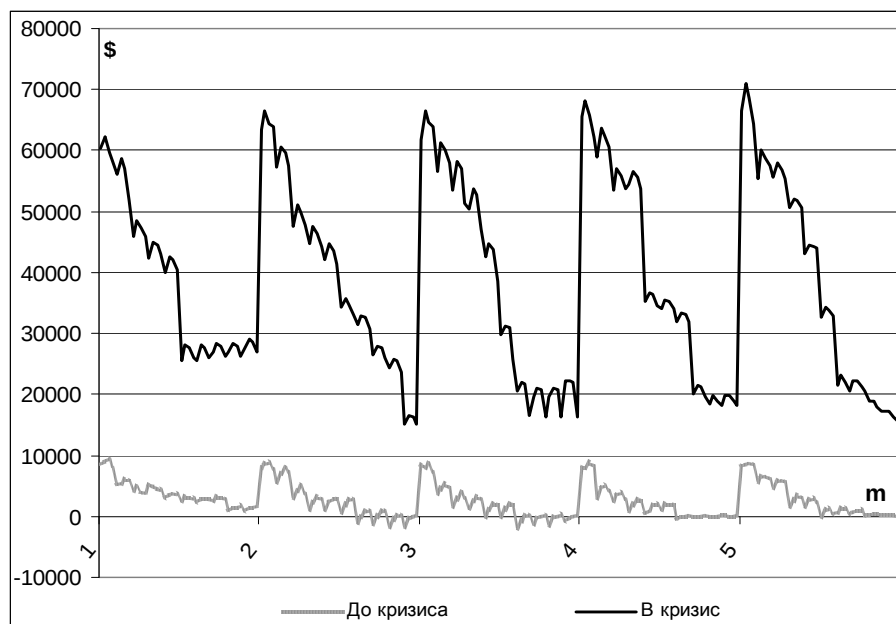


Рис. 2. График дохода (\$) от использования модели в зависимости от величины параметра m .

3) Высокая рентабельность операций, даже при достаточно жестких допущениях по проскальзыванию, подтверждает адекватность модели. При этом, чем выше волатильность анализируемого рынка, тем выше рентабельность применения модели.

4) В соответствии с данными рис. 2 можно сделать вывод о том, что в период кризиса нужно использовать модель с учетом длинной «памяти рынка» при малых значениях параметра n ($n=2$, что не является жестким требованием, накладываемым на изменение величины VM в качестве критерия на начало сделки: формула (5)): на рисунке видно, что максимальный доход получен при использовании «памяти рынка» за 5 дней (или $m=5$).

5) Эффективность применения модели существенно зависит от величины параметра k , который определяет силу зарождающегося тренда. При этом в кризис значение k должно быть более 0,002, в то время как до кризиса оптимальное значение k менее 0,002. Устанавливая столь высокие требования к силе зарождающегося тренда можно существенно увеличить рентабельность торговых операций.

6) Рассматривая графики на рис. 2, можно сделать вывод, что с увеличением жесткости требования по формуле (5) — величины параметра n — снижается рентабельность операций: на рис. 2 этому снижению соответствуют провалы на

графике. Кроме того, с увеличением величины параметра n — не столь очевидна необходимость учитывать длинную «память рынка» (можно ограничиться $m=1$).

Но в целом можно утверждать, что подход к моделированию динамики цены с использованием показателя текущей волатильности как меры рефлексивности рынка имеет большое научное и практическое значение.

Список литературы

1. Готовчиков И.Ф. Математический анализ стратегий поведения на рынках капитала / И.Ф. Готовчиков // Финансовый менеджмент. — 2003. — № 5. — С. 80-95.
2. Готовчиков И.Ф. Оценка путей совершенствования стратегий поведения на российском валютном рынке / И.Ф. Готовчиков // Финансовый менеджмент. — 2003. — № 4. — С. 88-96.
3. Данилова Т.Н. Особенности условий равновесия на инвестиционном рынке / Т.Н. Данилова // Финансы и кредит. — 2002. — № 19 (109). — С. 34-47.
4. Козловський С. В. Макроекономічне моделювання та прогнозування валютного курсу в Україні на основі нечіткої логіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук: спец. 08.03.02 — «Економіко-математичне моделювання» [Електронний ресурс] / С. В. Козловський. — Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/ard/2003/03ksvonl.zip>.
5. Коробков Д. В. Трендовый анализ и индексное моделирование инвестиционной привлекательности ценных бумаг / Д. В. Коробков // Финансы Украины. — 2004. — №11. — С. 110-117.
6. Раевнева Е. В. Комплексная модель поведения инвестора на фондовом рынке / Е. В. Раевнева, К. А. Стриженченко // Региональные перспективы. — 2000. — № 1 (8). — С. 36-39.
7. Черняк А. И. Характеристика FOREX как объекта прогнозного моделирования динамики рыночных трендов / А. И. Черняк // Культура народов Причерноморья. — 2007. — № 122. — С. 111-113.
8. Чекулаев М. Риск-менеджмент: управления финансовыми рисками на основе анализа волатильности / М. Чекулаев. — М.: Альпина Паблишер, 2002. — 344 с.
9. Сорос Дж. Алхимия финансов / Дж. Сорос. — М.: Инфра-М, 1996. — 415 с.
10. Ермоленко Г.Г. Выявление зависимости волатильности от энтропии на FOREX / Г.Г. Ермоленко, М.Ю. Куссий, Р.А. Морозов, С.В. Щербина // Культура народов Причерноморья. — 2006. — Т. 2, № 74. — С. 16-19.
11. Котировки Forex в Excel / forexite [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.forexite.com/default.html?36>.

Куссий М.Ю. Трипараметрична модель для прогнозування динаміки ціни на фінансових ринках / **М.Ю. Куссий, О.В. Дудко** // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. — 2011. — Т. 24 (63). № 1. — С. 123-130.

У статті пропонується прогнозна модель, що використовує кількісну міру рефлексивності ринку й три параметри, що характеризують стан діючого тренда. Показано, що при прогнозуванні динаміки ціни на фінансових ринках у режимі реального часу істотним є урахування «пам'яті ринку», його поточної волатильності й сили тренда, що зароджується.

Ключові слова: рефлексивність ринку, поточна волатильність, «пам'ять ринку», сила тренда.

Kussy M.YU. Three parameter model for price's dynamic forecasting on financial market / **Kussy M.Y., Dudko A.V.** // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. — Series: Economy and Management. — 2011. - Vol. 24 (63), № 1. — P. 123-130.

Forecasting model, which is using quantitative measure of market's reflexivity and three parameters, that characterizing acting trend's condition, is suggested in article. It's shown, that for forecasting price's dynamics on financial market in real time mode it's essential to consider «market's memory», its current volatility and arising trend's power.

Keywords: reflexivity of market, the current volatility, «market's memory», trend's power.

Статья поступила в редакцию 20. 12. 2010 г.