

М.М. Бутовский, Е.А. Жданова

Проблемы и методы анализа показателей финансовых рынков

M.M. Butovsky, E.A. Zhdanova

Problems and Methods to Analyze Indicators of the Financial Markets

Большая часть стандартного анализа рынка предполагает, что рыночный процесс является стохастическим. При проверке гипотезы эффективного рынка (EMH) это предположение оправдано. Однако для гипотезы фрактального рынка (FMH) многие из стандартных проверок теряют свою силу. Многочисленные исследования с использованием стандартной методологии указали на несогласованность между EMH и наблюдаемой конъюнктурой рынка, однако новые методологии также необходимы, чтобы воспользоваться преимуществом рыночной структуры, намеченной в FMH. В статье рассматриваются реализация и анализ этих методов как важная задача не только с позиции научной ценности, но и со стороны практического применения.

Ключевые слова: временной ряд, фрактал, гипотеза фрактального рынка, технический анализ, показатель Херста, фрактальная размерность.

Уже несколько лет ряд ученых в качестве альтернативы гипотезе эффективного рынка (EMH) поддерживают гипотезу фрактального рынка (FMH). Большая часть стандартного анализа рынка предполагает, что рыночный процесс по существу является стохастическим. При проверке гипотезы эффективного рынка это предположение оправдано. Однако для гипотезы фрактального рынка многие из стандартных проверок теряют свою силу. Большое количество исследований с использованием стандартной методологии указало на несогласованность между EMH и наблюдаемой конъюнктурой рынка; однако новые методологии также необходимы, чтобы воспользоваться преимуществом рыночной структуры, намеченной в FMH. Для достижения этих целей разработаны многие методы. Один из них – это R/S-анализ. Рассмотрим его подробнее.

Пусть имеется последовательность $S = (S_i)_{i \geq 0}$ котировок некоторой ценной бумаги (в общем случае – временной ряд). Образует из данного ряда последовательность $h = (h_i)_{i \geq 1}$, где $h_i = \ln \left(\frac{S_i}{S_{i-1}} \right)$ – логарифмическая доходность в момент времени i .

The most part of the market standard analysis assumes that the market process is stochastic. Checking up the effective market hypothesis (EMH) this assumption seems real. However for the fractal market hypothesis (FMH) many standard check-ups lose their force. A considerable quantity of researches using standard methodology shows the inconsistency between EMH and observable market condition; however new methods are also necessary to take advantage of the market structure planned in FMH. Realization and analysis of these methods are very important not only from position of its scientific value, but also for practical application.

Key words: time series, fractal, fractal market hypothesis, technical analysis, Hurst's indicator, fractal dimension.

Для каждого натурального n составим величины $H_n = \sum_{k=1}^n h_k$ и вычислим следующие числовые характеристики получившейся подпоследовательности.

Пусть $\bar{h}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i$ – среднее арифметическое

элементов подпоследовательности $h = (h_i)_{i=1}^n$.

1. Размах накопленных сумм

$$R_n = \max_{k=1..n} \left(\sum_{i=1}^k (h_i - \bar{h}_n) \right) - \min_{k=1..n} \left(\sum_{i=1}^k (h_i - \bar{h}_n) \right);$$

2. Среднеквадратичное отклонение

$$S_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2;$$

3. Нормированный размах накопленных сумм
(the adjusted range of cumulative sums) $RS_n = \frac{R_n}{S_n}$.

Вычисляя в соответствии с вышеприведенным алгоритмом значения RS_k , образуем из них и соответствующих значений количества элементов n последовательность точек на плоскости $(x_k, y_k) \equiv (\ln RS_k, \ln k)_{k=1}^N$. Осталось применить метод наименьших квадратов (МНК) для определения угло-

го коэффициента прямой, проходящей максимально близко к полученным точкам.

По известной МНК-формуле, полагая

$$c_1 = \sum_{i=1}^n x^2, \quad c_2 = \sum_{i=1}^n x; \quad g_1 = \sum_{i=1}^n xy, \quad g_2 = \sum_{i=1}^n y,$$

находим коэффициент Херста $H = \frac{ng_1 - c_2g_2}{nc_1 - c_2^2}$.

Персистентный временной ряд, определенный для $0,5 < H \leq 1,0$, является фракталом, поскольку может быть описан как обобщенное броуновское движение. В обобщенном броуновском движении существует корреляция между событиями на временной шкале. Вследствие этого вероятность двух событий, следующих одно за другим, не 50/50. Показатель Херста H описывает такую вероятность, при которой два происходящих последовательно события могут быть одинаковыми.

Поскольку точки (события) временного ряда неравновероятны (ввиду того, что порождаются случайным блужданием), фрактальная размерность вероятностного распределения не равна 2, ее величина лежит в диапазоне от 1 до 2. Бенуа Мандельброт показал, что величина, обратная H , есть фрактальная размерность. Случайное блуждание при $H = 0,5$ должно иметь фрактальную размерность, равную 2. Если $H = 0,7$, фрактальная размерность равна $1/0,7$, или $1,43$. Заметим, что случайное блуждание в действительности двумерно и целиком заполняет плоскость.

Для некоторых технических аналитиков анализ рынков синонимичен нахождению циклов. То есть они полагают, что существуют регулярные рыночные циклы, скрытые шумом или нерегулярными возмущениями, хотя статистические испытания, такие как спектральный анализ, находят только коррелированный шум.

Лежащий в основе периодический компонент может быть обнаружен с помощью R/S-анализа. Периодическая система соответствует предельному циклу или подобному типу аттрактора. По существу ее портрет фазового пространства является ограниченным множеством. Например, в случае синусоидальной волны временной ряд будет ограничен амплитудой волны.

R/S-анализ может не только выявить персистентность, или долговременную память, во временном ряду, но может также оценить длину периодических или непериодических циклов. Он также является устойчивым относительно шума. Это делает R/S-анализ особенно привлекательным для изучения естественных временных рядов и, в частности, рыночных временных рядов.

Имеют место несколько замечаний по поводу понятия волатильности, которое часто неправильно истолковывается. Для широкой публики она означает турбулентность. Для ученых и последователей ЭМН волатильность – это стандартное отклонение

изменений курса акций. Первоначально стандартное отклонение использовалось потому, что оно измеряло дисперсию процента изменения цен (или прибыли) распределения вероятностей. Распределение вероятностей оценивалось на основании ненормализованных эмпирических данных. Чем больше стандартное отклонение, тем выше вероятность большого изменения цены и тем рискованнее акция. Кроме того, полагалось, что выборка прибылей осуществлялась из нормального распределения. Вероятности могли быть оценены на основании гауссовой нормы. Также предполагалось, что дисперсия была конечна; следовательно, стандартное отклонение стремилось бы к значению, которое было стандартным отклонением совокупности. Стандартное отклонение было выше, если временной ряд цен был более изрезан, поэтому стандартное отклонение стало известным как мера волатильности акций. Тот факт, что акция, склонная к сильным колебаниям, будет более волатильной и более рискованной, чем менее волатильная акция, кажется исключительно разумным.

Два антиперсистентных ряда – реализованная и подразумеваемая волатильность – имеют схожие характеристики. Антиперсистентность характеризуется более частыми изменениями направления, чем это происходит в случайной последовательности. Поэтому антиперсистентность производит $0 < H < 0,50$. Это приводит к $1,5 < D < 2,0$. Оно означает, что антиперсистентный временной ряд ближе к заполняющей пространство фрактальной размерности плоскости ($D = 2,0$), чем к случайной линии ($D = 1,50$). Однако это не означает, что процесс является возвратным к среднему, а означает только то, что он – возвратный. Антиперсистентность также подразумевает отсутствие устойчивого среднего.

С целью наглядно увидеть результаты, которые дают методы технического анализа и рассмотренный выше R/S-анализ, с помощью пакета и языка программирования Matlab был создан программный продукт “Indicators” (рис. 1), включающий в себя расчет/построение/отображение следующих показателей и характеристик финансовых рынков:

а) **линии тренда** представляют собой геометрическое отображение средних значений анализируемых показателей, полученное с помощью какой-либо математической функции;

б) **скользящая средняя** применяется главным образом для отображения изменений биржевых котировок акций, цен на сырье и т.д.;

в) **линии (полосы) Боллинджера** отражают текущие отклонения цены акции, товара или валюты, строятся в виде верхней и нижней границы вокруг скользящей средней, но ширина полосы не статична, а пропорциональна среднеквадратичному отклонению от скользящей средней за анализируемый период времени;

г) **моментум** представляет собой разницу между текущей ценой и ценой N периодов назад;

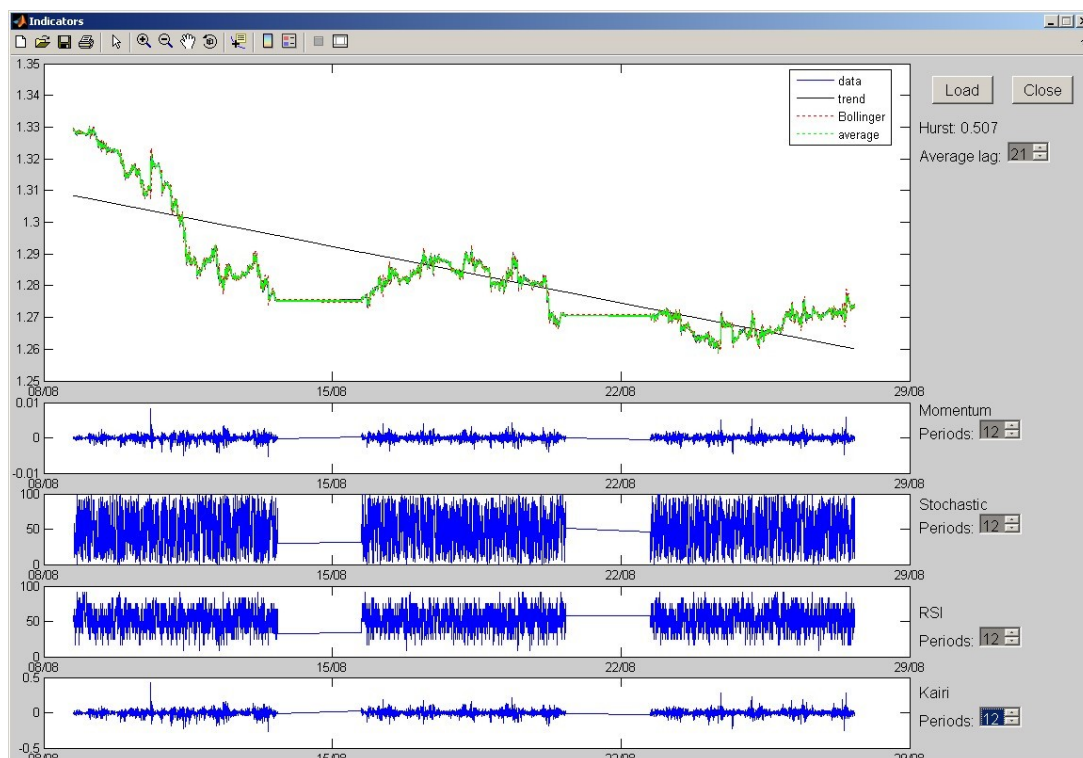


Рис. 1. Общий вид программного продукта Indicators v.1.0

д) **стохастический индикатор** показывает положение текущей цены относительно диапазона цен за определенный период в прошлом, измеряется в процентах;

е) **индекс относительной силы RSI** определяет силу *тренда* и вероятность его смены;

ж) **индикатор Каири** или метод Каири похож по построению и правилам применения на осцилятор Моментум. От Моментума его отличает то, что Каири делится еще на скользящую среднюю с тем же порядком, поэтому на выходе дается отклонение.

з) **показатель Хёрста** вычисляется в результате работы R/S-анализа. Кроме того, Indicators вер-

сии 1.0 оснащен стандартной панелью инструментов, дающих возможности масштабирования и панорамирования, что совершенно необходимо при работе с большими временными рядами (рис. 2). Для скользящего среднего предусмотрен выбор типичных значений временного лага, а для остальных индикаторов (Моментум, стохастический, RSI, KRI) – выбор количества периодов. Данные для программного продукта Indicators можно выгружать из любых систем интернет-трейдинга, которые доступны пользователю, в виде электронных таблиц, содержащих значения, разделенные запятыми (.CSV).

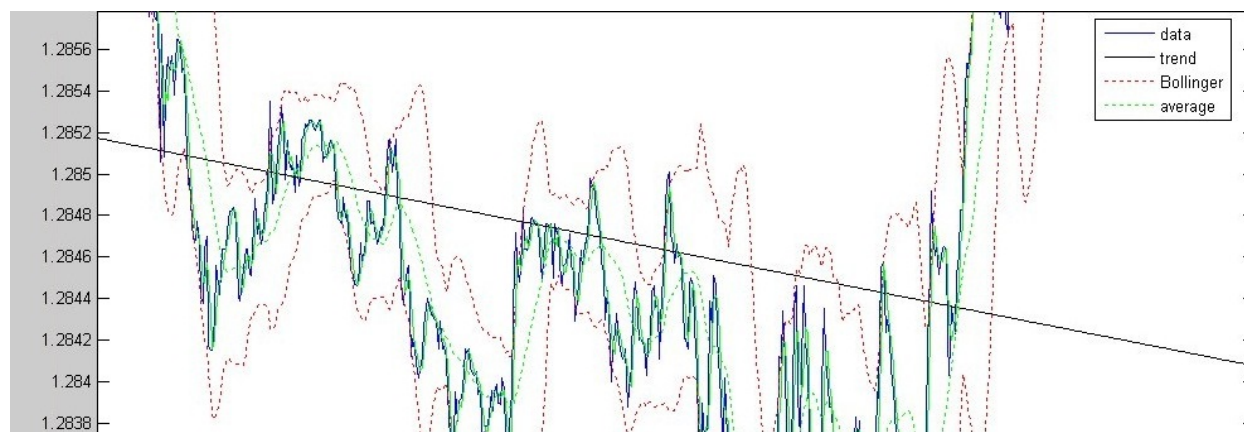


Рис. 2. Представление данных в Indicators v.1.0

Стоит отметить, что модели проектирования алгоритмов фрактальных методов анализа кривых в рамках анализа показателей финансовых рынков не обрели «идеальной» формы и требуют внимания со стороны исследователей с целью увеличения эффективности работы этих алгоритмов и реализации

их как готовых к использованию программных продуктов.

Продолжается работа над расширением функционала инструмента «Indicators», а также над аналитической частью этого продукта.

Библиографический список

1. Алмазов А.А. Фрактальная теория. Как поменять взгляд на рынки. – Обнинск, 2006.
2. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск, 2001.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М., 2002.
4. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории хаоса в инвестициях и экономике. – М., 2004.
5. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка: пер. с англ. – М., 2000.
6. Цисарь И.Ф., Нейман В.Г. Компьютерное моделирование экономики. – М., 2008.