

УДК 336.012.23

В.В. НОВИКОВ, д.ф-м.н., проф., ОНПУ, Одесса
С.В. ФИЛИППОВА, д.э.н., проф., ОНПУ, Одесса
О.В. МОВЧАНЮК, мл. науч. сотрудник, магистр, ОНПУ, Одесса.
А. В. КИСЕЛЬ, аспирант, ОНПУ, Одесса.

АНАЛИЗ ЦЕННЫХ БУМАГ НА УКРАИНСКОМ ФОНДОВОМ РЫНКЕ МЕТОДОМ НОРМИРОВАННОГО РАЗМАХА ХЕРСТА

У нашій роботі на основі методу нормованого розмаху Херста проаналізований часовий ряд українського фондового ринку, зроблений прогноз поведінки індексу UX.

In our work on the basis of method of the rationed scope of Khersta the temporal row of the Ukrainian fund market is analysed, the prognosis of conduct of index of UX is done.

Ключевые слова: модель броуновского движения, финансовый рынок, акции, финансовый индекс.

Вступление. Основной моделью эффективного рынка является модель броуновского движения [1], которая базируется на том, что в целом распределение приращений цен на финансовом рынке близко к нормальному и существенные автокорреляции во временных рядах отсутствуют [2-5]. Господство таких представлений привело к тому, что работы Блэйка-Шоулса [6] и Мэртона [7] были удостоены в 1997 году Нобелевской премии по экономике. На основе этих работ была точно рассчитана справедливая цена опционов европейского типа на акции.

Эта идиллия между теорией и финансовым рынком была нарушена серией финансовых катастроф, которые разорили множество банков и инвестиционных фондов, в том числе и знаменитый LTCM, который активно использовал в своих прогнозах идеи Блэйка-Шоулса. Результаты исследований показали, что очень редкие и очень сильные колебания на финансовом рынке оказывают сильное влияние на его поведение [8-11].

Ранее такие колебания считались несущественными и отбрасывались при проверке распределений на нормальность. Это показало, что положения, на которых строилась основная модель Блэйка-Шоулса были неверными.

Выход из создавшейся ситуации был предложен [12, 13] на основе анализа фрактальных временных рядов и создания модели фрактального рынка.

Постановка задачи. В нашей работе на основе метода нормированного размаха Херста проанализирован временной ряд украинского фондового рынка, сделан прогноз поведения индекса UX.

Методология. Метод нормированного размаха Херста [14] является эффективным методом исследования фрактальных характеристик временных

рядов, при прогнозировании динамики финансовых индексов [15 - 18].

Результаты исследования. Основное отличие метода нормированного размаха или R/S - метода прогноза от других статистических методов заключается в том, что данный метод включает в свой анализ направление времени, в то время как другие методы инвариантны по отношению к времени.

Рассмотрим зависимости значений индекса от времени. Пусть $S_t = (S_n)_{n \geq 0}$ - некоторый финансовый индекс. Образует последовательность величин

$$x_n = \ln \frac{S_n}{S_{n-1}}, \quad n \geq 1 \quad (t = n \Delta t) \quad (1)$$

С точки зрения изучения поведения «стохастической» составляющей в индексах удобнее иметь дело не с величинами $S = (S_n)_{n \geq 0}$, а с величинами $x_n = \ln(S_n / S_{n-1})$, интерпретируемыми как «возврат», «отдача», «логарифмическая прибыль» и ведущими себя более «однородно», нежели $S = (S_n)_{n \geq 0}$.

Способ для исследования фрактальных временных рядов был предложен Мандельбротом [12] и базируется на исследованиях проведенных английским исследователем Херстом и носит название R/S – метода [13, 14]. Он построен на анализе размаха параметра (наибольшим и наименьшим значением на изучаемом отрезке) и среднеквадратичного отклонения.

Показатель Херста может отличить случайный ряд от неслучайного, даже если случайный ряд не гауссовский (то есть не нормально распределенный) [15-18].

Для калибровки временных измерений Херст ввел безразмерное отношение посредством деления размаха на стандартное отклонение наблюдений. Этот способ анализа стал называться методом нормированного размаха (R/S -анализ). Херст показал, что большинство естественных явлений, включая речные стоки, температуры, осадки, солнечные пятна следуют «смещенному случайному блужданию» — тренду с шумом. Сила тренда и уровень шума могут быть оценены тем, как изменяется нормированный размах со временем.

Метод Херста применим и для изучения временных рядов в экономике и на рынках капитала, и позволяет выяснить, являются ли эти ряды также смещенными случайными блужданиями.

Рассмотрим основные положения R/S –анализ.

Размах R_n становится разностью между максимальным и минимальным уровнями накопленного отклонения X_n

$$R_n = \max \left(X_k - \frac{k}{n} X_n \right) - \min \left(X_k - \frac{k}{n} X_n \right), \quad (2)$$

$$\text{Где} \quad X_n = x_1 + x_2 + \dots + x_n, \quad n \geq 1, \quad (3)$$

X_n – накопленное отклонение за n шагов (периодов); R_n – размах отклонения X_n , за n шагов, где

$$S_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k - \bar{x}_n^2 \text{ - эмпирическая дисперсия,}$$

$$\bar{x}_n = X_n / n \text{ - эмпирическое среднее,}$$

$$Q_n = R_n / S_n \text{ - нормированный размах накопленных сумм } R_k, \quad k \leq n.$$

Херст ввел следующее соотношение:

$$Q = (c \cdot n)^H, \quad (4)$$

где $Q = R/S$ – нормированный размах, n – число наблюдений, c – константа, H – показатель Херста.

Влияние настоящего на будущее может быть выражено корреляционным соотношением:

$$C = 2^{2H-1} - 1 \quad (5)$$

где C – мера корреляции, H – показатель Херста.

Мера корреляции C положительна, если $H > 0.5$ и отрицательна, если $H < 0.5$. В первом случае говорят о сохранении тенденций (настойчивость), о сильной памяти. Во втором случае говорят об изменении тенденций (ослаблении памяти о предшествующих событиях).

Ценные бумаги украинского фондового рынка. Индекс UX. Рассмотрим зависимость индекса **UX** (с 08-01-2008 до 19-02-2010) от времени t на Украинском фондовом рынке. Число точек $n = 550$ [19]

На рис.1 представлена зависимость $S(t)$ индекса **UX** от времени.

Зависимость логарифма возвратных значений индекса **UX** $x(t) = \lg S(t + \tau) / \lg t$ от времени представлена на рис и указывает случайный характер экспериментальных данных.

При расчете показателя Херста весь массив значений $x(t)$ разбивался на кластеры, размеры которых увеличивались на 25 дней ($\tau = 25$) на каждом итерационном шаге. Таким образом, начальный кластер имел 25, а последний – 545 значений. Для каждого кластера определялось значение $Q_i = R_i / S_i$ и показатель Херста H_i рис. Среднее значение показателя Херста по всем кластерам равно $H = 0.634118$

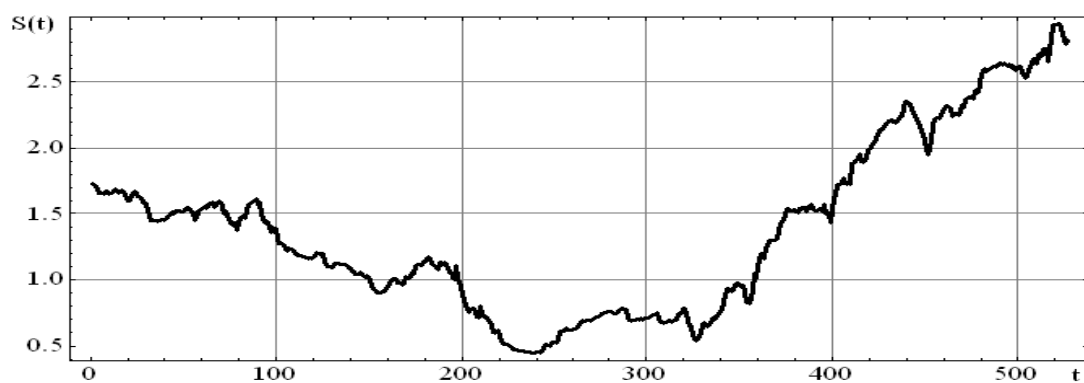


Рис.1 – Значения индекса UX в период с 08-01-2008 по 19-02-2010

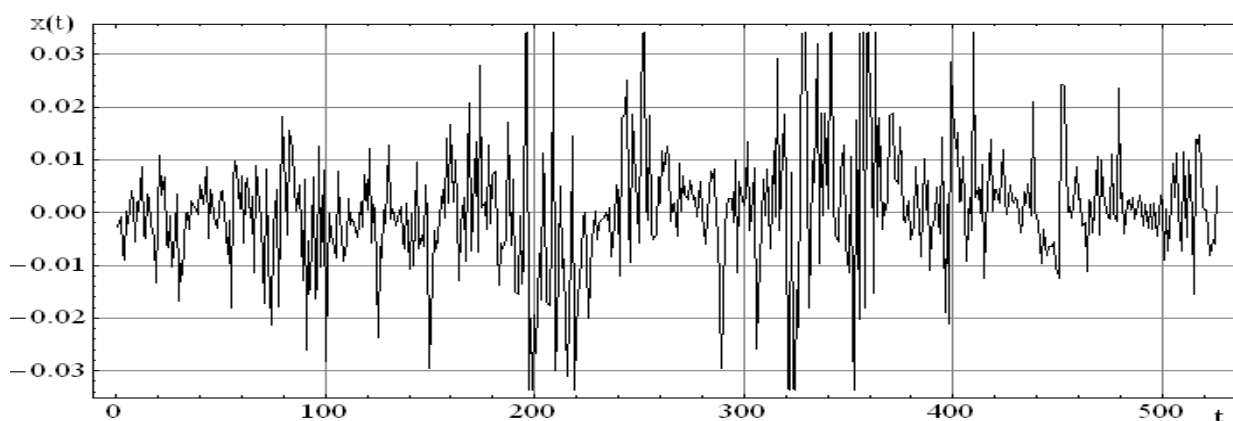


Рис.2 – Логарифм возвратных значений $x(t)$ индекса UX в период с 08-01-2008 по 19-02-2010

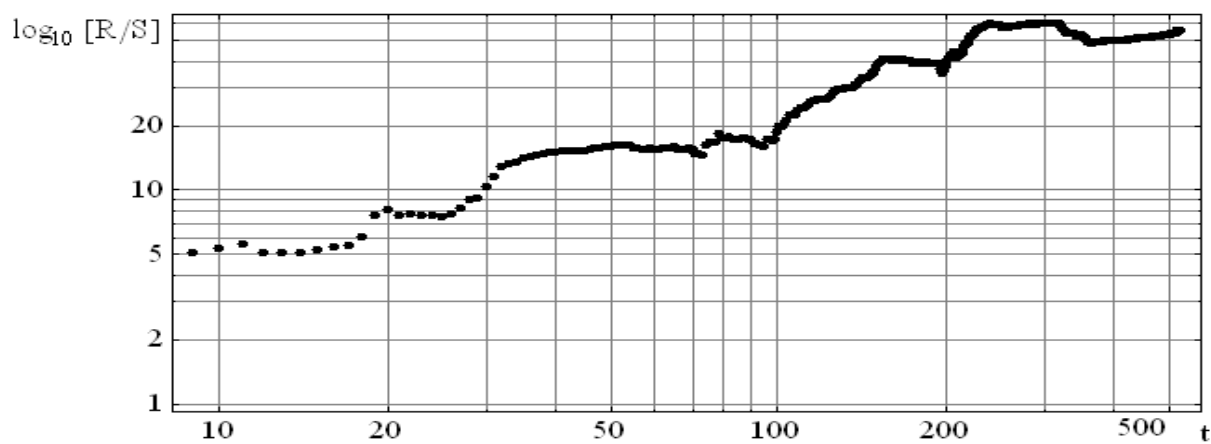


Рис. 3 – Зависимость $Q_t = R_t / S_t$ для последнего кластера ($T = 545$)

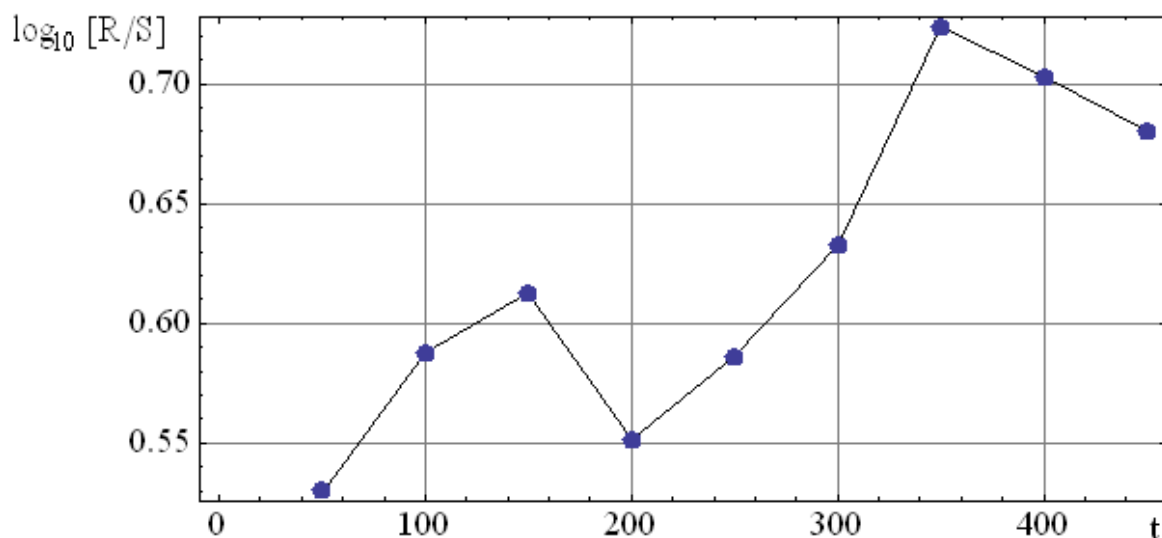


Рис. 4 - Значения показателя Херста для различных кластеров (от времени) индекса UH.

Для сравнения на рис. 5 представлена зависимость показателя Херста от времени для различных кластеров индекса DJIA

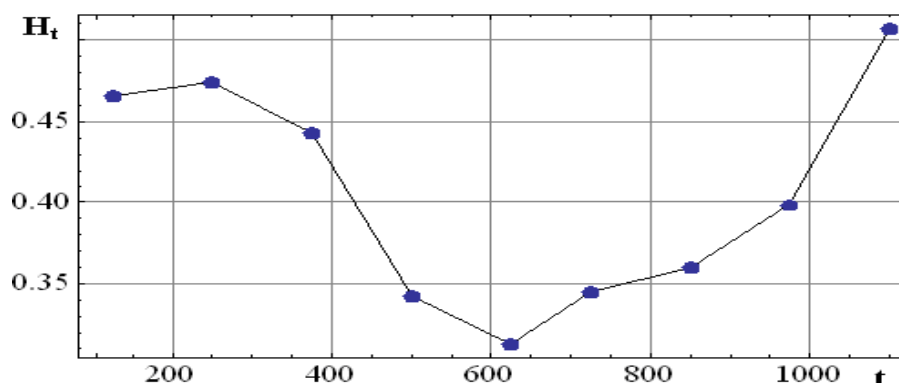


Рис. 5 – Значения показателя Херста для различных кластеров (от времени) для индекса DJIA

Согласно расчетам приведенным на рис. 5 значения показателя Херста H_t индекса DJIA (рис. 5) уменьшались от значений ≈ 0.5 в период с 2004 до 2005 г. до значений ≈ 0.3 в 2007г. Это указывает на то, что несмотря на рост индекса DJIA в этот период (см. рис.5) свойства временного ряда (показатель Херста) указывали на большую вероятность в изменении тенденций (тренда), т.е. готовиться к кризису в октябре 2009 нужно было в начале 2007 г.

В первой половине 2009 г. показатель Херста приближается к значению 0.5, (рис.5) что указывает на стабилизацию финансового рынка.

Зависимости показателя Херста для индекса DJIA (Dow Jones Industrial Average) в период с 30 марта 2003 по 30 марта 2009 г (см рис. 4 и 5) и индекса UH в период с 08-01-2008 по 19-02-2010 существенно отличаются. Основное отличие в том, что зависимость H_t для DJIA имеет не

монотонный характер после 2008 года ($t > 1000$, рис.5) значения H_t колеблются около 0.5, что указывает на случайный характер поведения. Зависимость H_t для индекса UХ от времени возрастает от 0.45 до 0.8, что указывает на сохранение тренда.

Метод Херста позволяет выявлять по экспериментальным данным следующие свойства: кластерность; тенденцию следовать по направлению тренда; сильное последствие; сильную память; быструю перемежаемость; фрактальность; наличие периодических и непериодических циклов; способность различать стохастическую и хаотическую природу.

Значение H измеряет степень колебания временного ряда: чем меньше H_t , тем больше шума в системе и тем более ряд подобен случайному. Таким образом, показатель Херста выступает в том числе и как показатель риска.

Более низкая величина H может наблюдаться в тех случаях, когда имеется случайный шум в данных или проявляется явление «возвратных значений». В этом случае движение в ценах акций больше подвержено возвратам на коротких временах, чем это свойственно им в более длинных временных периодах. Это объяснение может состоять в том, что ценовые изменения в коротких временных периодах не независимы.

Выводы. В заключение, отметим, что для анализа фрактальных временных рядов требуется не большое количество наблюдений, а длинный временной ряд. Важно не то, какое количество наблюдений имеется, а то, сколько периодов охватывают эти данные. Это значительно отличается от стандартного статистического анализа, где более важно количество наблюдений, нежели длина исследуемого временного ряда.

Список літератури: 1. Wiener N. Differential-space // J.Math. Phys. Math. Inst. Technol. — No 2. —1923. — Pp. 131–174.], 2. Kendall M. The Analysis of Economic Time Series // Random Character of Stock Market Prices / Ed. by P. H. Cootner. —Cambridge: The MIT Press, 1964. 3. Osborne M. F. Brownian motion in the stock market // Random Character of Stock Market Prices / Ed. by P. H. Cootner. —Cambridge: The MIT Press, 1964. 4. Cootner P. H. Random Character of Stock Market Prices. —Cambridge: The MIT Press, 1964. 5. Sharp W. F. Portfolio Theory and Capital Markets. —N.Y.: McGraw-Hill, 1970.]. 6. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // Journal of Political Economy. —No 3. — 1973. —Pp. 637–659. 7. Merton R. Theory of Rational Option Pricing // Bell Journal of Economics and Management Science. —No 4. — 1973. —Pp. 141–183. 8. Friedman B. M., Laibson D. I. Economic Implications of Extraordinary Movements in Stock Prices // Brookings Papers on Economic Activity. — No 2. —1989. 9. Siller R. Market Volatility. —Cambridge: The MIT Press, 1989. 10. Turner A. L., Weigel E. J. An Analysis of Stock Market Volatility / Russell Research Commentaries. — Tacoma: Frank Russell Company, 1990. 11. Lo A., Mackinlay A. C. Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test // Review of Financial Studies. —No 1. — 1988.]. 12. Mandelbrot, B. B. , *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk* (Selecta, Volume E) Springer-Verlag, New York, 1997 13. Peters E., *Fractal Market Analysis. Applying Chaos Theory to Investment & Economics*. J. Wiley & Sons, New York, 1994. 14. Hurst H.E., Long-term Storage of Reservoirs. Transactions of the American Society of Civil Engineers 166, 1951. 15. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. 17. М.: Фазис, 1998, 489с. 18. Sheinkman J. A., LeBaron B., Nonlinear Dynamics and Stock Returns. Journal of Business 62, 1989. 19. Новиков В.В., Математические модели фрактального поведения финансового рынка. — Одесса: Инновационный информационный центр «ИНВФИЦ», 2009, - 268с. 20. Novikov V. V., “Physical properties of fractal structures”, p.93-284. In the book “Advances in Chemical Physics, Volume 133, Fractals, Diffusion and Relaxation in Disordered Complex Systems” - J. Wiley, Chichester-New

York-Brisbane-Toronto-Singapore, 2006 **21**. <http://www.ufs.kiev.ua/ports/indexes.php>

Подано до редакції 18.02.2010