

*В.В. Фортуна к. ф.-м. н., доцент
(Національний авіаційний університет, Україна)
О.І. Бескровний, к. тех. н., доцент
(Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені
Героїв Крут, Україна)*

Дослідження персистентності часових рядів валютних курсів

У роботі аналізується коливання ціни золота в доларах США та курс гривні до долара США. Знайдено показники Херста для таких часових рядів. Показано, що часовий ряд ціни золота та курсу гривні є персистентними. Це вказує на наявність довгої пам'яті у відповідних часових рядах ціни. Показано, що показник Херста зменшується в залежності від максимального інтервалу усереднення.

Проблема прогнозування часових рядів є актуальною математичною, економетричною та економічною задачею. Моделювання часових рядів використовується зокрема в рамках прийняття управлінських рішень у фінансах. Сучасна теорія фінансів ґрунтується на гіпотезі ефективності ринків, основним положенням якої є твердження, що ринок самостійно може встановлювати значимість активів. Для таких ринків неважливою є історія. Проте є припущення, що ринок фрактальний. Фрактальний ринок характеризується наявністю довготривалої пам'яті. Для фрактальних ринків характерним є те, що частотний розподіл на різних інвестиційних горизонтах є однаковим, тобто має місце масштабна інваріантність. Підтвердженням фрактальності ринку є трендовість, яку можна охарактеризувати показником Херста [1-5]. Цей метод використовують для дослідження різних часових рядів [4,6,7].

Отже, для того, що б підібрати модель для аналізу часового ряду необхідно визначити чи є цей ряд трендовим, чи випадковим, чи іншого роду. Задачу визначення характеру ряду можна вирішити зокрема за допомогою R/S аналізу або, як його називають, методом нормованого розмаху, методом фрактального аналізу. Результатом фрактального аналізу є показник Херста H . Цей показник інтерпретують як показник наявності або відсутності довгої пам'яті в часових рядах. При $0,5 < H < 1,0$ маємо персистентний часовий ряд, тобто такий, що має довготривалу пам'ять і такий ряд є трендовим, а ринок фрактальним. Якщо $0 < H < 0,5$, то маємо антиперсистентний часовий ряд, тобто такий що змінює свою поведінку частіше ніж випадковий процес. Якщо $H = 0,5$ маємо чисто випадковий процес, тобто показники ряду підпадають під нормальний розподіл. Покажемо спочатку знаходження показника Херста методом R/S аналізу. Наведемо алгоритм знаходження показника Херста методом R/S аналізу [1-3, 10,11].

1. Початковий часовий ряд показника Y_t перетворимо в часовий ряд $x_i = \ln\left(\frac{y_{i+1}}{y_i}\right)$.

2. Отриманий часовий ряд розділимо на n_l частинних рядів довжиною l так, що б $n_l l = N$, де N довжина часового ряду. Тобто якщо маємо часовий ряд довжиною 100, то отримаємо 50 частинних часових рядів довжиною 2, 25 частинних часових рядів довжиною 4, 10 – довжиною 10 і т.д.

3. Для кожного частинного ряду довжиною l знаходимо середнє арифметичне значення показника x_i . Коефіцієнт регресії i буде показником Херста H .

4. Знаходимо кумулятивні відхилення Δx для кожного частинного ряду.

5. Знаходимо розмах кумулятивних відхилень для кожного такого ряду $R = \max \Delta x - \min \Delta x$.

6. Обчислюємо стандартне відхилення S показника x для кожного ряду.

7. Нормалізуємо розмах $\frac{R}{S}$.

8. Знаходимо середнє значення нормалізованого розмаху для рядів всіх довжин. Тобто якщо було 50 частинних рядів довжиною 2, то для кожного з них було знайдено нормалізований розмах, який і усереднюємо.

9. Таким чином отримуємо варіаційний ряд із середніх значень нормалізованих розмахів. Будемо регресію $\ln \frac{R}{S}$ на $\ln l$.

Таким способом досліджувались обмінні курси валют. Виявилось що вони мають властивість персистентності, тобто трендовості, наприклад показник Херста для обмінного курсу гривня – долар складає 0,648, іншими авторами знайдено для обмінного курсу ієна – долар 0,642. Часові ряди обмінних курсів не мають характерного масштабу, що є ознакою фрактальності Біржові індекси також досліджувались. Показник Херста для різних бірж знаходиться в межах 0,57- 0.64. Тобто можна сказати, що ці часові ряди також є персистентними. Звичайно, для таких досліджень часовий ряд має мати достатню довжину [5,8,9].

При підрахунку показника Херста необхідно встановити його значимість. Однак через складність цього показника невідомі критерії за якими це можна зробити. Тому перевіряють тільки коефіцієнт кореляції, який в наших дослідження має високе значення близьке до одиниці і високу значимість. Наприклад при дослідженні ціни золота на основі даних довжиною

$N = 720$ отримано регресію $\ln \frac{R}{S}$ на $\ln l$:

$$y = 0,5822x - 0,2813, \quad R^2 = 0,9954.$$

Було висловлене припущення, що врахування частинних рядів довжиною менше 10 може призвести до зменшення показника персистентності. Насправді має місце протилежна залежність. Якщо враховувати частинні ряди малих довжин, то показник Херста для всього ряду буде вищим, ніж при підрахунку показника Херста з мінімальною довжиною частинного ряду 10. Тут є очевидне пояснення: на малих довжинах краще і частіше може проявлятися трендовість. І таким чином вища трендовість на малих довжинах впливає на трендовість всього досліджуваного ряду [11].

Так само є зрозумілим. Що при збільшенні довжини досліджуваного ряду показник Херста має тенденцію до зниження. Можна сказати, що довгі ряди знаходяться ближче до випадкових [11].

Список літератури

1. Петерс Эдгар Э. Фрактальный анализ финансовых рынков / Э.Э. Петерс. – Москва : Инернет-Трејдинг, 2004. – 304 с.
2. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. – М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2004. – 264 с.
3. Злотник А.А. Эмпирическое исследование показателя Херста // Прикладная эконометрика, 2007, №1(5). – С. 20-29.
4. Бутаков В. Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Херста / В. Бутаков, А. Граковский // Computer Modelling and New Technologies. –2005, Vol.9, No.2. – P. 27 – 32.
5. Перцовский О.Е. Моделирование валютных рынков на основе процессов с длинной памятью: Препринт WP2/2004/03 / О.Е. Перцовский. – М: ГУ ВШЭ, 2003. — 52 с.
6. Горшков В.Л. О персистентности параметров ориентации земли / В.Л. Горшков, Н.О. Миллер, А.Н. Баушев, В.М. Воротков // Известия ГАО РАН СПб. – 1998. – №213. – С. 269-272.
7. Дербенцев В.Д. Синергетичні та екофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем: [монографія] / В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.
8. Найман Э. Расчет показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических показателей. / Э. Найман – [Електронний ресурс]: naumanerik.livejournal.com/84706.html
9. Зиненко А.В. R/S анализ на фондовом рынке / А.В. Зиненко – Бизнес информатика . – 2012. – №3(21). – С. 24-30.
10. Бескровний О.І., Тернов С.О., Фортуна В.В. Оцінка персистентності часового ряду курсу гривні до долару США / Вісник університету «Україна». Серія: Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика. Науковий журнал / Київ: Університет «Україна», 2019. – № 2 (23). – С. 313-321.
11. Фортуна В.В., Бескровний О.І. Моделювання персистентності часового ряду ціни золота в долларах США // Вісник університету «Україна». Серія: Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології. Науковий журнал / Київ: Університет «Україна», 2021. – № 2 (02). – С. 292-303.

