

УДК 629.072.174:656.022.6

С.П. Онищенко, О.Д. Вишнеvsька

**ЗАСТОСУВАННЯ R/S-АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ  
БАЛКЕРНОЇ СЕКЦІЇ ФРАХТОВОГО РИНКУ**

*У статті запропоновано для вивчення динаміки кон'юнктури фрахтового ринку використовувати R/S-аналіз. Представлені результати дослідження балкерної секції фрахтового ринку за період 2002-2016 рр. на базі R/S-аналізу. Встановлено показник Хьорста для ставок тайм-чартеру на судна Панамакс і Супрамакс, значення даного показника дозволяють зробити висновок про наявність «довготривалої пам'яті» у балкерної секції фрахтового ринку.*

**Ключові слова:** фрахтовий ринок, балкери, динаміка, R/S-аналіз, ставки тайм-чартеру.

*В статті предложено для изучения динамики конъюнктуры фрахтового рынка использовать R/S-анализ. Представлены результаты исследования балкерной секции фрахтового рынка за период 2002-2016 гг. на базе R/S-анализа. Установлен показатель Херста для ставок тайм-чартера на суда Панамакс и Супрамакс, значения данного показателя позволяют сделать вывод о наличии «долговременной памяти» у балкерной секции фрахтового рынка.*

**Ключевые слова:** фрахтовый рынок, балкеры, динамика, R/S-анализ, ставки тайм-чартера.

*The article is dedicated to using of R/S analysis for studying the dynamics of the freight market. The main provisions of the R/S-analysis have been generalized. For the bulk section of the freight market for the time-period 2002-2016 R/S analysis are performed. The Hurst index for the Panamax and Supramax time-charter rates is established, the value of this indicator allow making a conclusion about a «long-term memory» at the bulk section of the freight market.*

*The research conducted give a new look at dynamics of the freight market conjuncture from a position of the fractal theory. These enrich a theoretical base of freight market studying by the new approach.*

**Keywords:** freight market, bulkers, dynamics, R/S-analysis, time charter rates.

**Вступ.** Фрахтовий ринок є ринком, що володіє значними особливостями, які виражаються, в тому, числі в специфіці динаміки його кон'юнктури. Зокрема, однією з відмінних рис кон'юнктури фрахтового ринку є високого рівня волатильність в певні часові періоди і складність з прогнозуванням її подальшої динаміки.

Рис. 1 демонструє, зокрема, зміну ставок тайм-чартеру кейпсайзів до 9 разів за кілька місяців. Така зміна тайм-чартерної ставки (добового доходу у термінах джерела) обумовлюється, перш за все, значними коливаннями попиту.

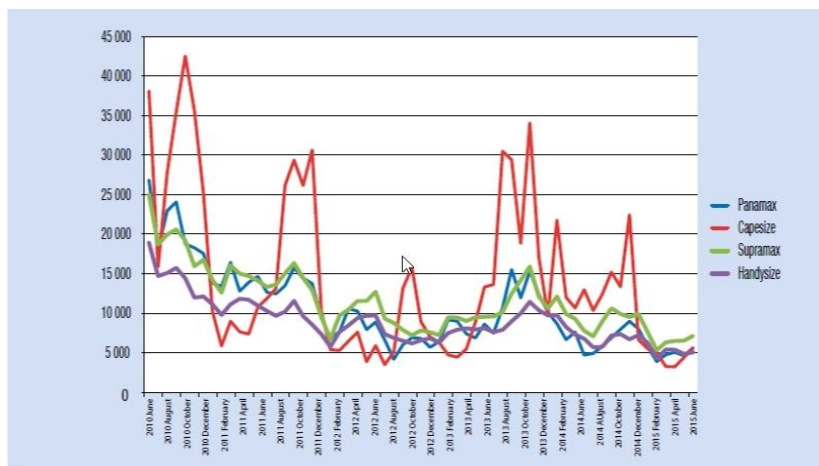


Рис. 1. Динаміка добового доходу балкерів (джерело – [1])

**Аналіз основних досягнень і літератури.** Традиційно для аналізу і прогнозування динаміки кон'юнктури фрахтового ринку використовують кореляційно-регресійний аналіз та аналіз часових рядів (наприклад, [2-6]).

При побудові регресійних моделей, що описують поведінку ставок фрахту, в якості незалежних змінних використовують обсяги світової торгівлі певними категоріями товарів (для балкерної секції – зерно, руда, вугілля), обсяги постачань нових суден і списання на злам старих.

Проте, сучасна економічна наука збагачується новими інструментами, зокрема, для фінансових ринків досить успішно зарекомендували себе і набули поширення за останні роки методи нелінійної динаміки і теорія хаосу (наприклад, [7-10]).

Обумовлено це тим, що стандартні статистичні методи засновані на підпорядкуванні нормальному закону розподілу досліджуваного статистичного матеріалу. Тому практична більшість досліджень або доводить підпорядкованість досліджуваного матеріалу нормальному закону, або приймає цей факт апіорі.

Згідно з узагальненнями, що викладено у [7], імовірнісні моделі ринків (перш за все, фінансових) успішно працювали до обвалу американського ринку в 1987 році (індекс Доу-Джонса за один день впав на 29,2 %). У даному джерелі є посилання на думки аналітиків, згідно з якими цей «обвал» – рідкісна подія, відповідно до кривої Гауса; тому в наступний раз щось подібне може наступити лише через багато років.

Але ж ланцюг криз – 1992, 1995, 1998, 2008 років спростував думку щодо «рідкості» кризових явищ на фінансових ринках, які у подальшому впливають на галузеві ринки. В [6] вказується, що дані події суперечили всім теоретичним постулатам імовірнісного підходу до динаміки ринків; тоді виникла необхідність зовсім іншого погляду на сутність фінансового ринку. Такий підхід запропонував американський математик, засновник теорії фракталів – Бенуа Мандельброт; він виявив явище «товстих хвостів», суть якого полягає у відмінності кривої розподілу ймовірностей зміни ринкових котирувань від гаусовської кривої. А саме, по обидва боки «дзвона», ймовірності набагато вище, ніж при нормальному розподілі. Ці результати Мандельброт отримав, досліджуючи динаміку цін на бавовну, котирування акцій великих американських компаній і фондових індексів [6].

Наприклад, було встановлено [7], що для індексу Доу-Джонса коливання, які перевищують п'ять стандартних відхилень, відбувалися в п'ять тисяч разів частіше, ніж передбачає нормальний закон.

Дослідження Мандельброта обґрунтували створення ним фрактальної геометрії та виявлення так званої «довгострокової пам'яті» ринку [7]. Фрактальний аналіз часових рядів враховує поведінку системи не тільки на даний момент, але і його передісторію. З поняттям довгої пам'яті ринку тісно пов'язана концепція персистентності, яка була введена Хьорстом [7]. Згідно до визначення, персистентність характеризує *властивість часового ряду зберігати тенденцію зміни*. Для кількісної характеристики цієї властивості Хьорст запровадив величину, яка нині носить його ім'я – показник (експонента) Хьорста, і відповідний метод аналізу – метод нормованого розмаху (R/S-statistics, rescaled range analysis), що набув широкого поширення при аналізі структури пам'яті часових рядів [7].

Застосування R/S аналізу до фондових ринків використовували Мандельброт ([7]), Петерс ([8]) та інш.

Для фрахтового ринку спроби застосування даного аналізу були зроблені у [12-14]. Проте, у даних роботах викладено в більшому ступені концептуальний підхід до застосування фрактальної теорії для вивчення динаміки фрахтового ринку. Деякі експериментальні розрахунки наведені у [12]. Проте, дане питання потребує подальшого дослідження.

**Мета дослідження, постановка задачі.** Виходячи з вищесказаного, метою даного дослідження є застосування R/S аналізу для дослідження динаміки кон'юнктури фрахтового ринку та формування висновків щодо наявності «довготривалої пам'яті» у фрахтового ринку.

**Матеріал досліджень.** Інформаційною базою дослідження послужили статистичні дані щодо ставок тайм-чартеру для суден Панамакс і Супрамакс (дані опубліковані в [15]) за період 2002-2016 рр. (Графік зміни ставок тайм-чартеру для Панамаксів представлений на рис. 2).

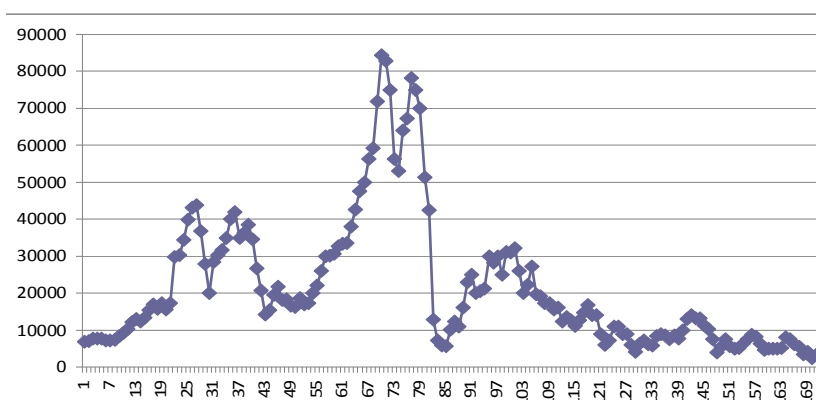


Рис. 2. Динаміка ставок тайм-чартеру для Панамаксів за 2002-2016 рр.

**Результати досліджень.** Дослідження проводилося відповідно до методики розрахунку показника Хьорста, яка представлена в роботах [7-10]. Наведемо стислий огляд даної методики.

Першим етапом дослідження є розрахунки логарифма приросту доходу (ставок тайм-чартеру)

$$S_i = \ln\left(\frac{U_i}{U_{i-1}}\right), \quad i = 2, \dots, n, \quad (1)$$

де  $S_i$  – логарифм приросту доходу в момент часу  $i$ ;

$U_i$  – прибуток в момент часу  $i$ ;

$n$  – кількість розглянутих моментів часу.

Наступний крок – знаходження найменшого власного дільника  $n$ , не меншого 10. Позначимо його  $m$ . Розділимо  $n$  на  $k = n/m$  груп. Елементи в кожній групі позначимо  $t_i$ . Очевидно, що кількість елементів в кожній групі складає  $m$ . Знайдемо середні значення в кожній групі

$$\bar{t}_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i, \frac{1}{m} \sum_{i=m+1}^{2m} t_i, \dots, \frac{1}{m} \sum_{i=(k-1)m+1}^n t_i. \quad (2)$$

Наступним етапом обчислюються відхилення від середнього значення  $X_i$

$$X_1 = t_1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i, X_2 = (t_2) - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (t_i) + X_1, \dots, X_m = \left(t_m - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i\right) + X_{m-1}.$$

Тоді розмах стає різницею між максимальним і мінімальним рівнями

$$R_k = \max(X_i) - \min(X_i), \quad (3)$$

де  $R_k$  – розмах відхилення  $X_i$ ;

$\max(X_i)$  – максимальне значення для  $X_i$ ;

$\min(X_i)$  – мінімальне значення для  $X_i$ .

По кожній групі розраховуємо стандартне середньоквадратичне відхилення  $S_k$  за стандартною формулою.

Показник  $R/S$  по кожній групі розраховується як  $\frac{R_k}{S_k}$ . Потім

необхідно визначити середній розмах варіації

$$\overline{R/S_j} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R/S_i. \quad (4)$$

Індекс  $j$  в даному випадку означає отримання середнього розмаху варіації на  $j$ -му кроці, який відповідає  $j$ -му власному дільнику. Процедура повторюється з використанням в якості  $m$  всіх можливих власних дільників. На останньому кроці  $m$  дорівнюватиме  $n/2$ . Таким чином, формується наступна вибірка:

$$\overline{R/S_j}, \quad j = \overline{1, m}. \quad (5)$$

Кількість елементів у вибірці відповідає кількості власних дільників  $n$ .

Далі отримується рівняння лінійної регресії, в якому залежною змінною виступає логарифм показника  $R/S$ , а факторною ознакою – логарифм кількості елементів в  $j$ -й групі  $k$

$$\log \frac{R}{S} = \log c + H * \log k \quad (6)$$

де  $H$  – показник Хьорста – мета проведених розрахунків.

Згідно до прикладного трактування отриманого значення показника Хьорста в [7] виділяються три ситуації:

1)  $H = 0,5$  – часовий ряд стохастичний. Це вказує на випадковість ряду (білий шум); тобто події, які досліджуються, випадкові і некоррельовані; *сьогодення не впливає на майбутнє*.

2)  $0 \leq H \leq 0,5$  – антиперсистентний часовий ряд, означає рожевий шум. Такий тип системи часто називають «повернення до середнього». Якщо система демонструє зростання в попередній період, то швидше за все в наступному періоді почнеться спад. І навпаки, якщо йшло зниження, то ймовірний близький підйом. Стійкість такої антиперсистентної поведінки залежить від того, наскільки  $H$  близько до нуля: чим ближче його значення до нуля, тим ряд більш мінливий, або волатильний.

Незважаючи на широке поширення концепції «повернення до середнього» в економічній і фінансовій літературі, досі практично виявлено незначну кількість антиперсистентних рядів [8].

3)  $0,5 \leq H \leq 1,0$  – персистентний часовий ряд («чорний шум») – трендостійкі ряди. Якщо ряд зростає (убуває) у попередній період, то більш ймовірно, що він буде зберігати цю тенденцію ще якийсь час у

майбутньому. Спостереження не є незалежними; кожне спостереження несе пам'ять про всі попередні події. Недавні події мають *вплив більший, ніж події віддалені*, але залишковий вплив цих останніх подій завжди відчутний.

Трендостійкість тим більше, чим ближче  $H$  до 1, та навпаки, чим ближче  $H$  до 0,5, то маємо справу з більш «зашумленим» і менш вираженим трендом.

На рис. 3, 4 наведені графіки, які відображають динаміку зміни ставок тайм-чартеру для суден Панамакс и Супрамакс. Найбільше падіння відповідає 2009 року, коли після кризи 2008 стався «обвал» ринку.



Рис. 3. Динаміка збільшень ставок тайм-чартеру для балкерів Панамакс



Рис. 4. Динаміка збільшень ставок тайм-чартер для балкерів Супрамакс

Згідно з методикою R/S-аналізу, у результаті проведених досліджень та необхідних розрахунків, отримані регресійні моделі типу (6) для балкерів «Panamax» і «Supramax» (рис. 5, 6).

Розрахунки показали, що показник Хьорста для ставок тайм-чартеру для балкерів «Panamax» та «Supramax» дорівнює, відповідно,  $H=0,56$  і  $H=0,55$  (коефіцієнти при  $X$  в рівнянні регресії – рис. 5, 6).

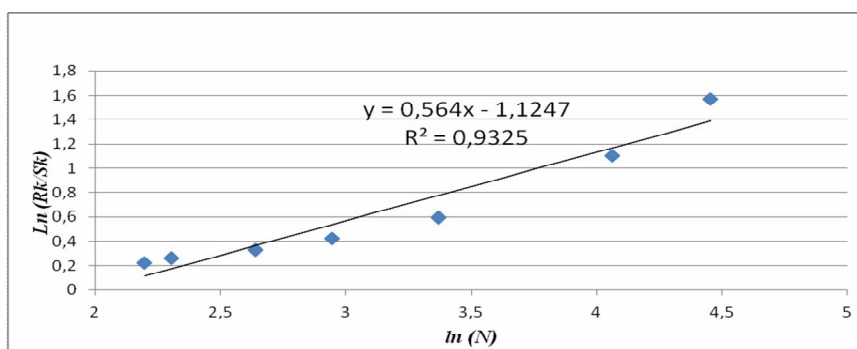


Рис. 5. R/S-аналіз ставок тайм-чартеру для балкерів Панамакс

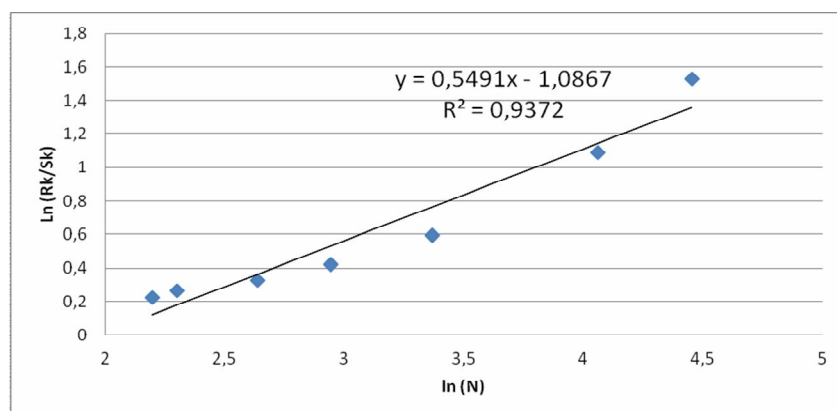


Рис. 6. R/S-аналіз ставок тайм-чартеру для балкерів Супрамакс

Нескладно помітити, що даний ряд є персистентним, тобто процес розвитку ставок тайм-чартеру характеризується наявністю довготривалої пам'яті і має трендовий характер. Але ж з урахуванням близькості показників Хьорста до 0,5 «вплив» довгострокової пам'яті не є значним, при цьому згідно з попередніми характеристиками різних рівнів показника Хьорста, маємо справу з достатньо «зашумленим» і менш вираженим трендом.

Відзначимо, що згідно з результатами досліджень різних сегментів фінансових ринків (наприклад, [9; 10]), у багатьох випадках отримані значення показника Хьорста аналогічні встановленим у даному дослідженні. Це дозволяє зробити висновок про наявність загальних закономірностей і тенденцій в сучасній економіці на різних, за своєю суттю, ринках.

Також слід відзначити той факт, що згідно з результатами дослідження [12] динаміки фрахтового ринку методами нелінійної динаміки в період до 2008 року (тобто до світової економічної кризи) значення

показника Хьорста для суден Панамакс становило  $H=0,69$ , тобто набагато вище, ніж у сучасному періоді.

Таким чином, після кризи, довготривала пам'ять фрахтового ринку знизилася. А, отже, можна висунути гіпотезу про поступове збільшення впливу ринкової пам'яті на ситуацію на ринку при поступовому зростанні світової економіки в рамках великого циклу. Але ця гіпотеза вимагає статистичної перевірки, що може бути напрямом подальших досліджень даного питання.

**Висновки.** Проведені дослідження дозволяють подивитися на динаміку кон'юнктури фрахтового ринку з позиції фрактальної теорії і збагачують теоретичну базу вивчення фрахтового ринку новим підходом.

Результатом застосування R/S-аналізу є встановлення наявності у фрахтового ринку довгострокової пам'яті, що відбивається на трендовому характері розвитку даного ринку.

Подальшим розвитком викладених результатів є розробка теоретичної бази та методичних підходів щодо використання отриманої інформації у процесі дослідження ринку за допомогою R/S-аналізу у прийнятті рішень щодо перспектив експлуатації суден.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Review of maritime transport 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.unctad.org/en/docs/rmt2016\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs/rmt2016_en.pdf)*
2. *Stopford M. Shipping market cycles [Текст] / M. Stopford. – London: Clarkson Research, Clarkson & Co. Ltd., 2003. – 20 p.*
3. *Wright G. Long Run Freight Rate Relationships and Market Integration in the Wet Bulk Carrier Shipping Sector» // International Journal of Transport Economics. – 1999. – 26(3). – P. 439-446.*
4. *Kavussanos M.G. The Dynamics of time-varying volatilities in different size second-hand ship prices of the dry-cargo sector. Applied Economics. – 29. – P. 433-444.*
5. *Lu Jing, Peter B. Marlow, Wang Hui. An analysis of freight rate volatility in dry bulk shipping markets, Journal Maritime Policy & Management // The flagship journal of international shipping and port research. – Vol. 35. – 2008. – Issue 3. – P. 237-251.*
6. *Онищенко С.П. Моделирование процессов организации и функционирования системы маркетинга морских транспортных предприятий [Текст] / С.П. Онищенко. – Одесса: Феникс, 2009. – 328 с*
7. *Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение хаоса в инвестициях и экономике [Текст] / Э. Петерс. – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.*
8. *Мандельброт Б. (Не)послушные рынки. Фрактальная революция в финансах [Текст] / Б. Мандельброт. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 408 с.*



9. Rainer Hegger, Holger Kantz, Tomas Schreiber. *Practical implementation of nonlinear time series methods* // *Chaos* 9. – 1999. – P. 413-435.
10. Некрасова И.В. Показатель Херста как мера фрактальной структуры и долгосрочной памяти финансовых рынков // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2015. – № 7(38). – С. 87-91.
11. Крижун К.І. Перспективи застосування фрактального аналізу на валютному ринку України // *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка*. – 2014. – № 160. – С. 48-53.
12. Онищенко С.П. Дослідження динаміки фрахтового ринку методами фрактального аналізу / С.П. Онищенко, К.Д. Шихеева // *Вісник економіки транспорту і промисловості*. – № 47. – 2014. – С. 195-201.
13. M. Jurčević, F. Mitrović, M. Nadrljanski: *System dynamics and Theory of Chaos in Freight Rate Forming in Shipping* // *Promet – Traffic&Transportation*. – Vol. 22. – 2010. – № 6. – P. 433-438.
14. Fang Wei. *Analysis on Long Memory of the Volatilities of International Dry Bulk Freight Index Using Fractal Theory* // *2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing 21-25 Sept.* – 2007.
15. *Lloyds list* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lloydslist.com>

Стаття надійшла до редакції 15.05.2017

**Рецензенти:**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Економічна кібернетика» Одеського національного політехнічного університету **З.М. Соколовська**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Морські перевезення» Одеського національного морського університету **О.Г. Шибасв**