

# КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ВОЛАТИЛЬНОСТІ ЯК ПЕРЕДВІСНИК КРИЗИ

Кононенко В.В., Соловйов В.М., Сердюк О.А.  
Криворізький економічний інститут  
Київського національного економічного  
університету, м. Кривий Ріг

Прогнозування кризових явищ на фінансово-економічних ринках є однією актуальних проблем сучасної міждисциплінарної науки – теорії складних систем [1]. За допомогою існуючих сьогодні моделей принципово неможливо розв'язати вказану проблему. В даній роботі ми показуємо, що ситуація суттєво спрощується з використанням в задачах прогнозування методів нелінійної динаміки і техніки вейвлет-аналізу.

При проведенні досліджень нами були визначені і проаналізовані основні відомі кризи і шоківі явища ХХ - ХХІ сторіччя [2]. Серед них головна увага приділялась трьом, на наш погляд, принципово відмінним критичним явищам, а саме кризам 1929 та 1987 років і шокам 19 серпня 1991 року та 11 вересня 2001 року. При проведенні практичних розрахунків використовувались база даних відомого американського фондового індексу Доу-Джонса ДІА ([finance.yahoo.com](http://finance.yahoo.com)).

Для аналізу нестационарних рядів, яким є ряд індексу Доу-Джонса, був використаний вейвлет-аналіз [3]. Для аналізу було використано обидва види перетворень – неперервне (CWT) і дискретне (DWT). Дискретне перетворення має кращі аналітичні властивості, тоді як дозволяє краще відобразити результати та виявити приховані від інших видів аналізу частотні властивості сигналу. Слід відзначити, що вейвлетом називається функція  $\psi(t)$ , у якій виконуються дві основні умови. По-перше, її середнє значення  $\psi(t)$  (тобто інтеграл  $\int_{-\infty}^{\infty} \psi(x) dx$ ) дорівнює нулю. По-друге, функція  $\psi(t)$  швидко спадає при  $t \rightarrow \pm\infty$ . Результатом вейвлет-аналізу сигналу буде функція  $W_f(x,a)$ , яка залежить від двох змінних - від часу  $x$  і від масштабу  $a$ . Алгоритм обчислення значення  $W_f(x,a)$  має наступну послідовність для усіх значень ряду, які підлягають перетворенню: (1) Розтягти вейвлет  $\psi(t)$  в  $a$  раз по горизонталі і в  $1/a$  раз по вертикалі. (2) Перемістити його в точку  $x$ . Отриманий вейвлет позна-

чити як  $\Psi_{x,a}$ . (3) "Усереднити" значення сигналу в околі точки  $a$  за допомогою  $\Psi_{x,a}$ . У випадку DWT ми використали ортогональний вейвлет Хаара.

Для визначення передвісників були досліджені динамічні ряди тривалістю 3 роки, які включали момент кризи, а також і без нього. Відмітимо, що результати, які описані нижче є стабільними не тільки для часового ряду індексу Доу-Джонса. Подібні ефекти мають місце і для інших індексів, зокрема S&P 500, DAX тощо. Але якщо вибрати проміжок часу тієї ж довжини, який не містить критичного явища, картина змінюється і описані закономірності не проявляються. Це свідчить про те, що критичне явище являє собою процес самоорганізації складної системи, який має певні часові і просторові масштаби. А значить за деякий час до критичного явища процес самоорганізації починає проявляти себе на певних масштабах. Задача полягає в тому, щоб знайти ці масштаби як в часі, так і в просторі.

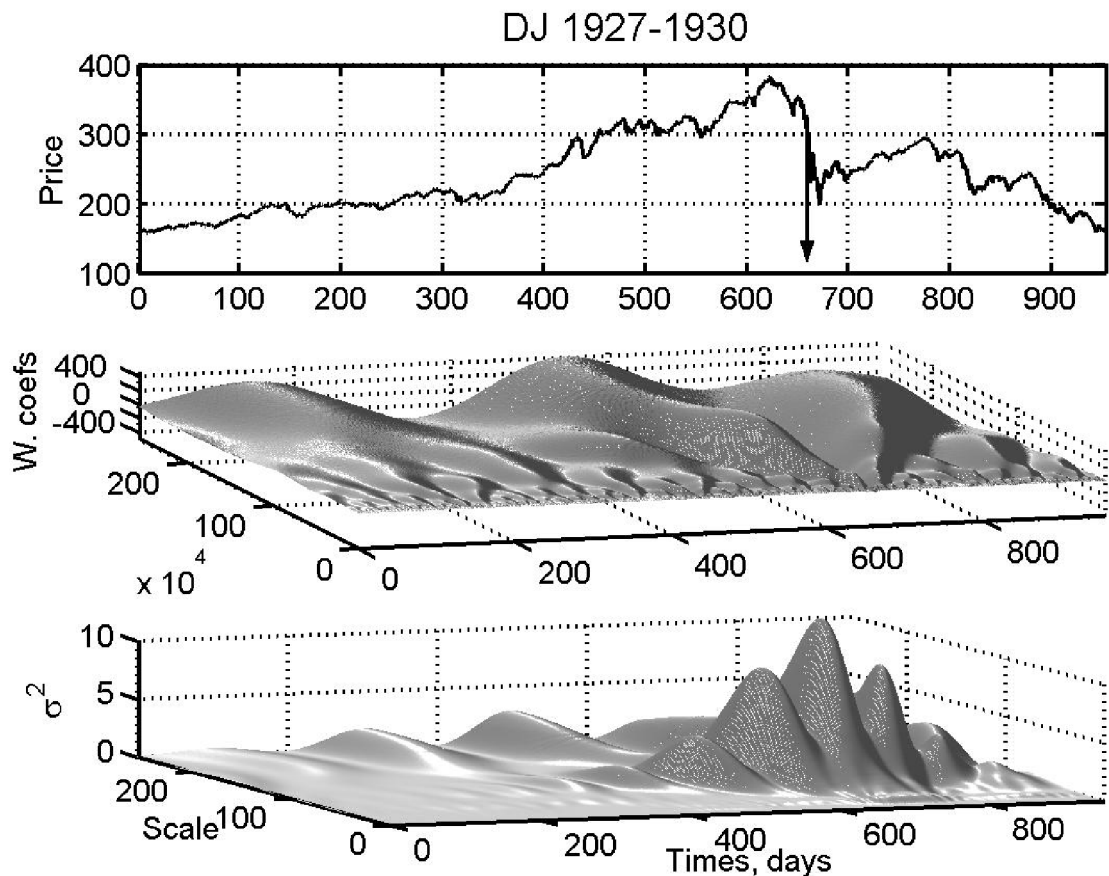


Рисунок . Неперервне вейвлет-перетворення динамічного ряду індексу Dow Jones за 1927–1930 роки (верхня частина). У нижній частині рисунку представлено сам динамічний ряд

Оскільки, динамічний ряд змінюється з часом його вейвлет-коефіцієнти також флюктують з частотою по відношенню до нульової частоти масштабу  $\omega_0$ . Природною мірою цих флюктуацій слугують дисперсії розподілів на різних масштабах.

Дисперсія для вікна обчислювалася по наступній формулі:

$$\sigma(j, w) = \frac{\sum_{k=i}^{i+w} [d_{j,k} - \langle d_{j,k} \rangle]^2}{w},$$

де  $w$  - означає число вейвлет-коефіцієнтів на рівні  $j$  у заданому часовому інтервалі;  $d_{j,k}$  - вейвлет-коефіцієнти;  $\langle d_{j,k} \rangle$  - середнє значення вейвлет-коефіцієнтів у вікні. Розрахунки дисперсії були проведені для різних часових рядів з кризою та без, а також при різних розмірах вікон (від 10 до 150 коефіцієнтів).

У випадку дискретного перетворення на масштабах  $j = 2-4$  помітне різке підвищення дисперсії розподілу вейвлет-коефіцієнтів, яке стає відчутним приблизно за 100 днів до кризи. Аналогічно явище кластеризації волатильності спостерігаються і при неперервному перетворенні. Ми вважаємо, що кластеризацію волатильності у передкризовий період, як це видно із рисунку, можна використовувати у якості передвісника кризи.

1. Ausloos M., Ivanova K. Patterns, Trends and Predictions in stock market indices and foreign currency exchange rates // e-print: <http://arXiv:cond-mat/0108013>.

Sornette D. Critical Market Crashes // e-print: <http://arXiv:cond-mat/0301543.110>.

2. Воробьев В.И. Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. ВУС, 1999.

3. Сердюк О.А., Соловйов В.М., Кононенко В.В. Передвісники критичних та кризових явищ в складних фінансово-економічних системах // Економіка: проблеми теорії і практики. Зб.наук.праць.-Д.:ДНУ, 2004, т.5, вип..197.- С.1304-1310

