

В.Я. Данилов, А.В. Слюсар, О.А. Гусев

## ВЕЙВЛЕТ АНАЛІЗ РЯДІВ ВАЛЮТНИХ КОТИРУВАНЬ

*Анотація. Належним чином спроектовані алгоритми для аналізу рядів валютних котирувань виявлення хвиль Елліотта і подальшого прогнозування поведінки фінансових ринків надають можливість передбачити стан економіки. Це приводить до підвищення якості розроблюваних моделей та оцінок прогнозів.*

*Головна мета дослідження: розробити індикатор на основі вейвлет перетворення, який дозволить виділяти та досліджувати хвилі Елліотта.*

*Основними результатами дослідження є такі: створення індикатора, який дозволяє виділяти хвилі Елліотта на часовому ряді; наведено алгоритм поетапного дослідження.*

*Ключові слова: Вейвлет-аналіз, хвилі Елліотта, показник Херста, показник MACD, кепстр.*

**Вступ.** В глобальній економіці періоди рецесій і зростають переживаються, тому аналіз передвісників є важливою проблемою [1]. Тому аналіз часових рядів валютного котирування є актуальним. Однією з найбільш ґрунтовних праць в області аналізу економічних тенденцій є так званий хвильовий аналіз Елліотта.

В даний час використання вейвлет-перетворень для аналізу фінансового ринку є обмеженим. Першою спробою використання вейвлет-перетворення для аналізу фінансових часових рядів було дослідження вчених університету міста Орхус, Данія [3]. У цій статті запропоновано використання дискретного вейвлет-перетворення лише для фільтрації високих частот та згладжування графіку.

Метою даної роботи є створення нового індикатора на основі вейвлет-перетворень.

**Аналіз структури хвиль Елліотта.** Для теорії Елліотта було проведено дослідження стосовно виду та логічного опису структур хвиль [4]. Основою теорії хвиль Елліотта є три поняття: модель, співвідношення і час. В дещо спрощеному вигляді основний постулат

теорії свідчить: фондовий ринок підпорядковується повторюваному ритму - п'ять хвиль зростання, три хвилі падіння [4].

П'ять хвиль (рис. 1), що складають фазу зростання, на малюнку пронумеровані. Висхідні хвилі (1, 3, 5) називають імпульсними хвилями.

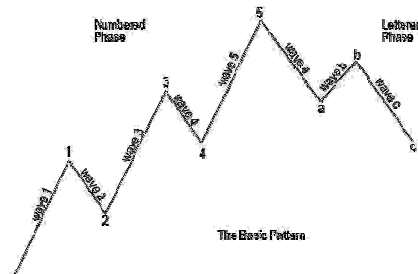


Рисунок 1 - Класичний приклад одного повного циклу хвилі Елліотта у фазі зростання

Спадні хвилі 2 і 4 розвиваються в протилежну тенденції напрямку. Їх називають коригуючими хвилями, так як вони вносять поправки в рух хвиль 1 і 3. Після того як зростання, що складається з п'яти хвиль, завершується, починається трьоххвильове коригування. Три коригувальні хвилі позначені на малюнку буквами "a" "b" і "c". Також Елліоттом були задані наступні жорсткі правила щодо виявлення хвиль:

1. Хвиля 2 не може опуститися нижче початку хвилі 1
2. Хвиля 3 не може бути найменшою з імпульсних 1, 3 і 5
3. Хвиля 4 не може перетнутися з хвилею 1 по осі Y
4. Хвилі a, b, c не опускаються нижче початку хвилі 5

Крім того, хвилі Елліотта мають фрактальну структуру (рис. 2), а залежність наступної ланки від попередньої визначається за допомогою рівнів Фібоначчі [2].

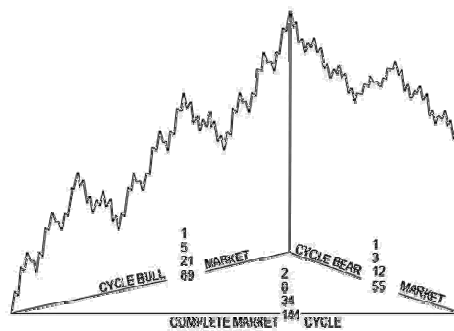


Рисунок 2 - Зразок повного цикл хвилі Елліотта до фондового ринку

**Вейвлет-аналіз хвиль Елліотта.** Усі вейвлет-перетворення розглядають функцію (взяту як функцією від часу) у термінах коливань, локалізованих за часом (простором) і частотою.

В нашому дослідженні використовувалися вейвлети Хаара, Добеши та Койфлет. Далі було застосовано вейвлети в двох випадків: після розбиття на інтервали зростання сталого тренду та без попередньої обробки. Оскільки вейвлети краще опрацьовують виділенні хвилі було виконане попереднє розбиття на основі показників Херста та MACD. Також було проведено порівняння результатів роботи вейвлетів для всього часового ряду.

Вейвлет Добеши краще фільтрує високі частоти та зберігає загальну поведінку хвилі при перетворенні менших хвиль, що взяті на основі показника Херста. Тому вейвлет Добеши краще використовувати при фільтрації хвиль Елліотта.

**Приклад застосування методики для виділення хвиль Елліотта.** Використовуючи класичний технічний аналіз [4], в часовому ряді валютного котирування виявлено класичну хвилю Елліотта. Як правило (рис. 3), хвиля Елліотта проявляється розмито(нечітко), тому для її виявлення запропоновано використання наступного алгоритму. До опису кроків алгоритму додано приклад його роботи на фінансовому ринку валютних котирувань американський долар/євро за 2003-2004 роки.

**Крок 1.** Для очищення часового ряду від “білого шуму”, використовується індикатор для первинного згладжування даних. У нашому дослідженні використано технічний індикатор MACD, що потрібен для знаходження сили і напрямку тренду. При цьому на часових рядах з поденною деталізацією даних рекомендується [5] користуватися різницею між 12-денним та 26-денним експоненційним ковзним середнім.

Крім того, досліджується можливість використання показника Херста, що є індикатором персистентності ряду [6].

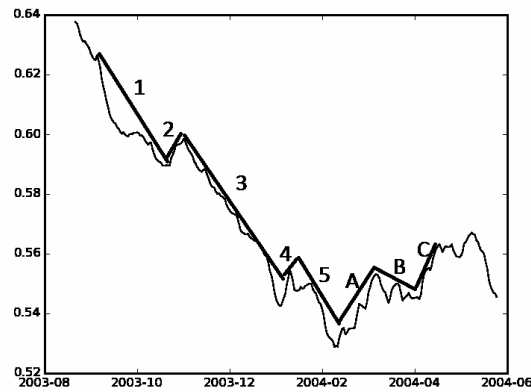


Рисунок 3 - Фактично виявлена хвиля Елліотта на графіку, де ланки 1-5 є імпульсом на спадання, а ланки а-с - їх корекцією

**Крок 2.** Після обробки часового ряду одним із індикаторів отримуємо згладжений ряд за показником MACD або Херста (рис. 4), на якому вже детальніше видно ланки хвиль Елліотта.

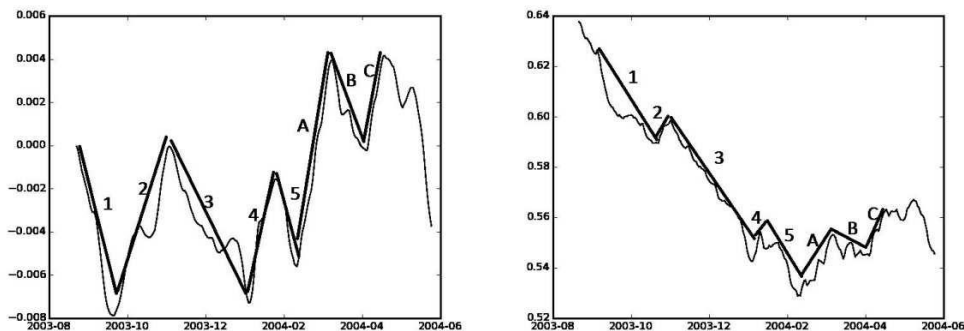


Рисунок 4 - Положення ланок хвилі Елліотта на графіку після застосування MACD та показника Херста

Оброблені за допомогою показників дані розбиваються на області зі зростаючою та спадаючою тенденцією. У контексті MACD зміна тенденції означала перетин індикатором нульового значення, у контексті показника Херста це означало перетин індикатором значення 0,5.

**Крок 3.** До кожної з виділених областей застосовується дискретне вейвлет-перетворення [7] із використанням одного із вейвлетів класичного набору (вейвлет Хаара(рис. 5), Добеші(рис. 6), Койфлет(рис. 7)).

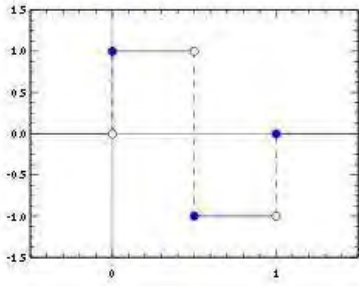


Рисунок 5 - Вейвлет Хаара



Рисунок 6 - Вейвлет Добеши

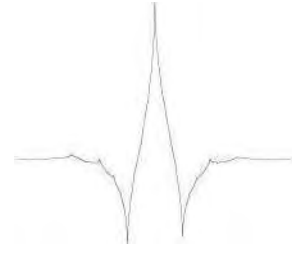


Рисунок 7 - Вейвлет Койфлет

**Крок 4.** Отримані за допомогою вейвлет-перетворення частоти пропускаються через фільтр (рис. 8) високих і низьких частот, вибираються лише низькі частоти. Побудований таким чином “низькочастотний” графік (рис. 9) і є новим індикатором, який дозволяє чітко виявлення хвиль Елліотта.

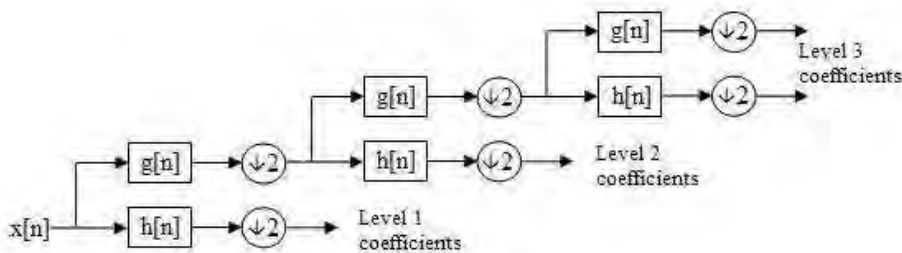


Рисунок 8 - Гребінка фільтрів високих і низьких частот

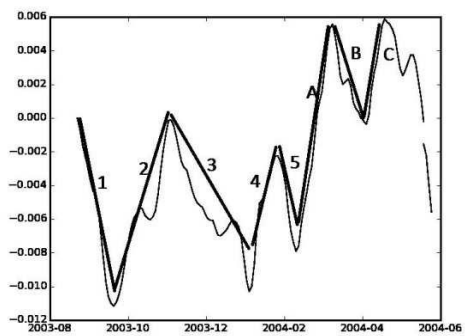
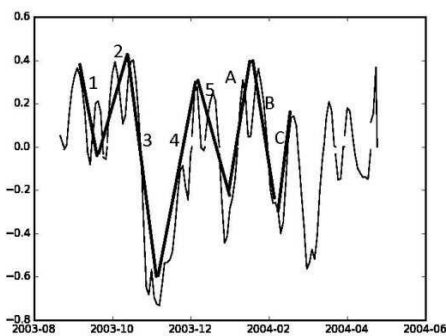


Рисунок 9 - Положення ланок хвилі Елліотта на графіку після застосування вейвлет-перетворення для показника MACD та Херста

**Крок 5.** До відфільтрованого графіка застосуємо неперервне вейвлет-перетворення. На отриманому спектрі (рис. 10) виділяються всі

функціональні складові з циклічним характером, що дозволяє виявити можливу хвилю Елліотта.

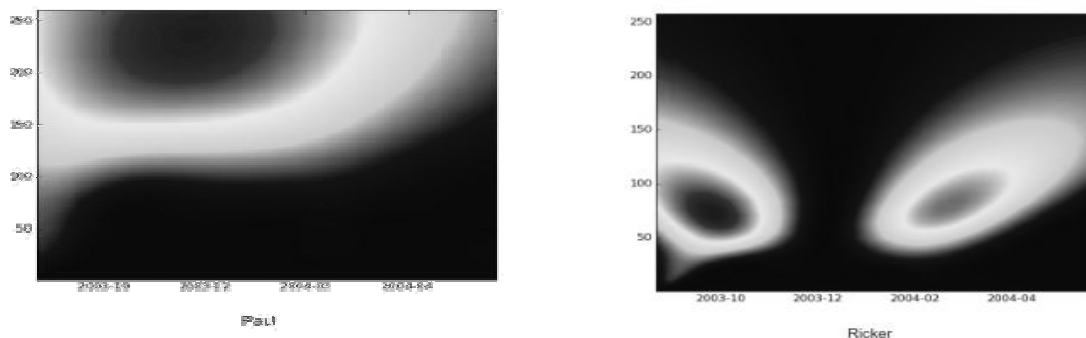


Рисунок 10 - Спектр вейвлет-перетворення вейвлета Paul та вейвлета Ricker

Також для виділення хвиль Елліотта використовується Wave-вейвлет, який виходить як перша похідна від функції Гаусса. За допомогою цього вейвлета виділяється точний початок циклу хвиль Елліотта(рис. 11).

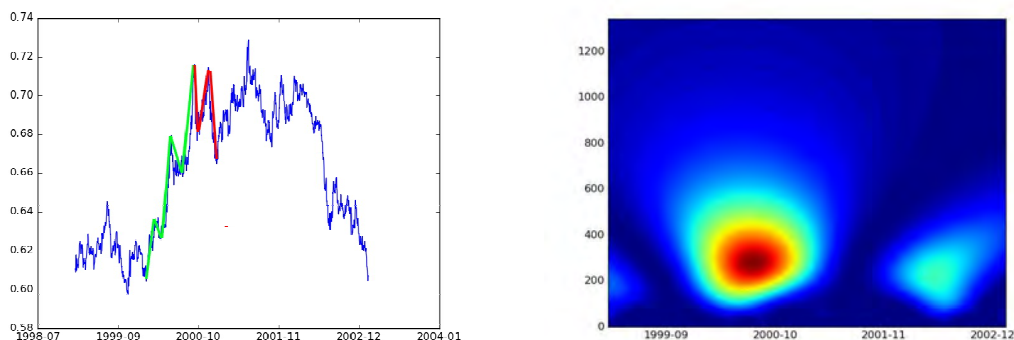


Рисунок 11 - Виділення хвилі Елліотта за допомогою Wave-вейвлета

**Висновки.** У роботі було розглянуто класичний підхід до аналізу часових рядів валютних котирувань, виявлення хвиль Елліотта та створено новий індикатор(кроки 1-5) чіткого виявлення хвиль Елліотта(у порівнянні з аналізом вихідного графіку котирувань). На прикладі валютних котирувань показано виділення історичної хвилі Елліотта на спектрі створеного індикатора. Запропонований індикатор в подальшому пропонується вдосконалити для використання у існуючих методах виділення хвиль Елліотта.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Тарабрина М.Е. Самоорганизация в сфере экономики // Вестник Бурятского государственного университета, 2010, № 6, с. 77-80.
2. Razaqzada F. The Ultimate Fibonacci Guide— London: Fxstreet, 2010. — 5 с.
3. С. Tan Financial Time Series Forecasting Using Improved Wavelet Neural Network: дис. ... канд. комп. наук: 6.050101. — Arhus, Denmark, 2009. — 113 с.
4. Джозеф Т. Упрощенный Анализ Волны Эллиота. — Санкт-Петербург: Литера, 2012. — 80 с.
5. S. В. Achelis. Technical Analysis from A to Z. — Probus: Probus Pub, 1995. — 80 с.
6. Калущ Ю. А., Логинов В. М. Показатель Хёрста и его скрытые свойства. // Сибирский журнал индустриальной математики, 2002, №5:4. с. 29-37.
7. Короновский А. А., Храмов А.Е. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения. — Москва: Физматлит, 2003. — 158 с.
8. Н. J. Nussbaumer Fast Fourier Transform and Convolution Algorithms. — London: Springer, 1982. — 240 с.
9. Roads C. The computer music tutorial. — Boston: The MIT Press, 1996. — 1256 с.
10. P. Bloomfield Fourier Analysis of Time Series: An Introduction. — Boston: The MIT Press, 2014. — 288 с.