

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ СВІТОВОГО ФОНДОВОГО РИНКУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ

СТРИЖИЧЕНКО К. А.

кандидат економічних наук

ДМИТРУСЕНКО К. О.

Харків

У сучасному економічному просторі особливого розвитку набувають фінансові ринки, які виступають платформою для обороту значного обсягу фінансових ресурсів. З огляду на високий рівень ліквідності активів, які обертаються на даних ринках, зміни трендів динаміки показників, що їх характеризують, часто мають миттєвий характер. При цьому наслідки такого роду змін можуть мати значний вплив на функціонування як окремих підприємств, так і економічних систем цілих держав. Визначені факти підкреслюють актуальність дослідження у сфері моделювання тенденцій фінансових ринків взагалі та, зокрема, фондового ринку, як однієї з найважливіших складових фінансового ринку. Визначена актуальність сприяє розширенню методичних підходів і методів моделювання динаміки фондових ринків. Одним із напрямів даного розширення є використання методів вейвлет-розкладання.

Проблемам дослідження теорії вейвлетів присвятили свої праці такі вчені, як Добеши І., Дремін І. М., Іванов О. В., Нечитайло В. А., Астаф'єва Н. М. та інші [1 – 3]. Проблемам моделювання динаміки економічних індикаторів присвятили свої роботи Гренджер К. В., Дікей Д. А., Фуллер В. А., Кроулі П., Ли Дж., Массет П. [8 – 15] та інші. При цьому треба зазначити, що, попри наявність значної кількості розробок у сфері моделювання динаміки фінансових ринків, методичний апарат даного моделювання досі потребує удосконалення.

Таким чином, *метою* даної статті є моделювання тенденцій світового фондового ринку з використанням методів вейвлет-аналізу.

Об'єктом дослідження є процес функціонування світового фондового ринку.

Предметом дослідження є комплекс економіко-математичних моделей та методів моделювання динаміки фондового ринку.

Використання методів вейвлет-розкладання для моделювання динаміки фондових ринків доцільне у даній статті з огляду на співвідношення переваг даного методу та завдань, необхідних до вирішення (*рис. 1*).

У статті пропонується використання дискретного вейвлет-розкладання для моделювання динаміки світового фондового ринку, що базується на вейвлетах *haar*

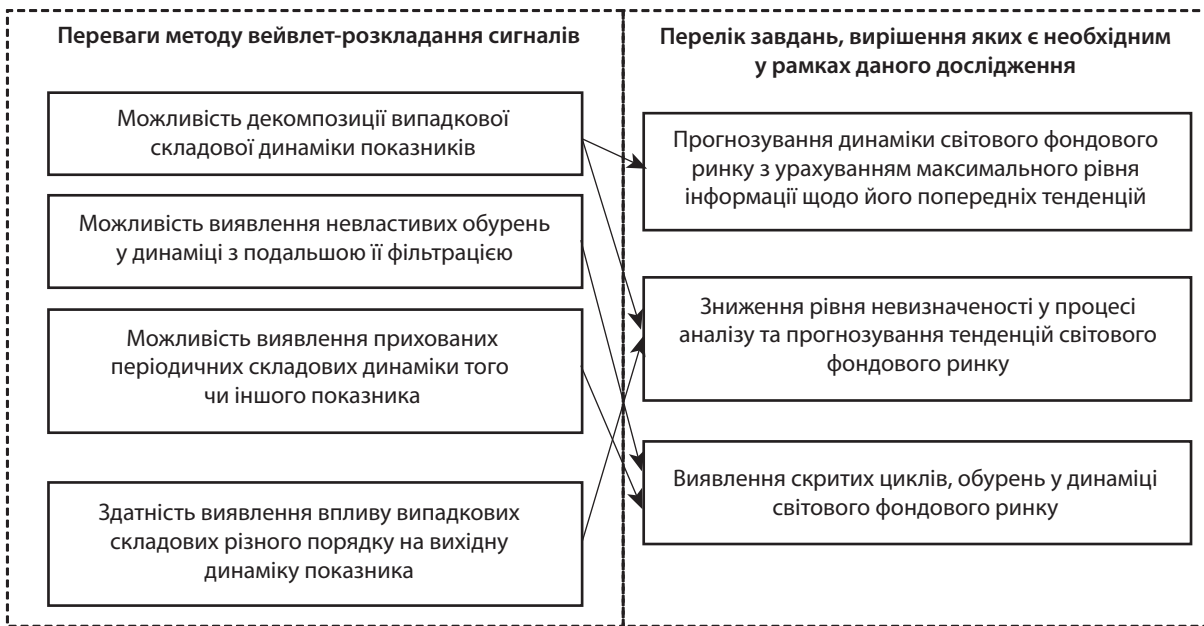


Рис. 1. Переваги та необхідність використання методів вейвлет-розкладання сигналу

(Хаара) або $db1$ (Добеші першого порядку). Результатом декомпозиції ряду $x(t)$ за допомогою вейвлет-функцій є вираз, що відображає структуру «пірамідального алгоритму» розкладання сигналу.

$$x(t) = \sum_k s_{J,k} \psi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J,k} \phi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J-1,k} \phi_{J-1,k}(t) + \dots + \sum_k d_{1,k} \phi_{1,k}(t), \quad (1)$$

де $\psi_{J,k}(t), \phi_{J,k}(t)$ – вейвлет-функції для апроксимуючої та деталізуючої складової ряду відповідно;

$S_{j,k}$ – ряди апроксимуючих коефіцієнтів;
 $D_{j,k}$ – ряди деталізуючих коефіцієнтів;
 j – рівень розкладання;
 t – номер періоду.

Розрахунок рядів апроксимуючих і деталізуючих складових динаміки показника формується для визначеного вейвлету на основі таких виразів:

$$s_{j+1,t} = 0.5(s_{j,t-2^j} + s_{j,t}) \quad (2)$$

$$d_{j+1,t} = s_{j,t} - s_{j+1,t},$$

де $s_{j,t}$ – елемент ряду апроксимуючих коефіцієнтів;
 $d_{j,t}$ – елемент ряду деталізуючих коефіцієнтів.

Прогнозування тенденцій фондового ринку пропонується шляхом розрахунку параметрів такої залежності:

$$\hat{X}_{N+1} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{A_j} \hat{a}_{j,k} d_{j,N-2^j(k-1)} + \sum_{k=1}^{A_{J+1}} \hat{a}_{J+1,k} s_{J,N-2^J(k-1)}, \quad (3)$$

де $\hat{a}_{j,k}, \hat{a}_{J+1,k}$ – коефіцієнти моделі при відповідних елементах рядів коефіцієнтів вейвлет-розкладання високочастотних і низькочастотної складової сигналу;

\hat{X}_{N+1} – прогнозне значення ряду в $N+1$ періоді.

Розрахунок параметрів $\hat{a}_{j,k}$ зазначеної моделі здійснено на основі використання методу найменших квадратів.

На основі аналізу літературних джерел [5, 7, 10] у статті зазначається, що глобальному фондовому ринку притаманна наявність трьох основних фінансових центрів: європейського – із центрами в Лондоні, Цюриху, Франкфурті, Парижі; азіатського – із центрами в Токіо, Гонконзі, Сінгапурі; американського – із центрами в Нью-Йорку, Чикаго, Лос-Анжелесі. Таким чином, у статті формується перелік показників, що характеризують рівень активності на кожному зі світових фінансових центрів (показники обрані за основним критерієм – до їх лістингу включено найбільшу кількість підприємств за даними регіонами):

- ✦ показником європейського ринку пропонується прийняти фондовий індекс *FTSE*;
- ✦ показником азіатського ринку – японський індекс *Nikkei (Nik)*;
- ✦ показником американського ринку – індекс *Dow Jones Stock Market Index (DJ)*.

У статті здійснено вейвлет-розкладання динаміки показників фондових ринків Америки, Японії та Англії. Після розкладання показників зазначених фондових ринків можливим є формування моделей сигналів, що базується на використанні методу найменших квадратів в комплексі з методами вейвлет-розкладання. При моделюванні динаміки зазначених показників, кількість коефіцієнтів із кожного з отриманих рядів апроксимуючих і деталізуючих коефіцієнтів, що беруть участь у прогнозуванні динаміки вихідного ряду, було прийнято на рівні двох ($A = 3$). Таким чином, сформовано таку залежність:

$$\hat{X}_{N+1} = a_1 d_{1,N} - a_2 6 d_{1,N-2} + a_3 d_{2,N} + a_4 d_{2,N-2^2} + a_5 d_{3,N} - a_6 d_{3,N-2^3} + a_7 d_{4,N} + a_8 d_{4,N-2^4} + a_9 d_{5,N} - a_{10} d_{5,N-2^5} + a_{11} 6 s_{5,N} + a_{12} 9 s_{5,N-2^5}, \quad (4)$$

де a_i – параметри залежності;
 $d_{i,j}$ – визначені члени рядів деталізуючі коефіцієнтів;
 $s_{i,j}$ – визначені члени ряду апроксимуючих коефіцієнтів.

Розрахунок параметрів залежності для показників трьох іноземних фондових ринків було здійснено для кожного з періодів від вересня 2010 р. по серпень 2011 р. Значення даних параметрів для показника фондового ринку Америки наведено в *табл. 1*.

помилка дорівнює 4 відсотка) та японського фондових ринків (середня процентна абсолютна помилка дорівнює 3,1 відсотка).

Таким чином, на основі проведеного дослідження отримано такі висновки:

- 1) основними показниками, що характеризують тенденції світового фондового ринку, є фондові індекси Японії, Америки та Англії;
- 2) методи вейвлет-розкладання сигналу є досить ефективним апаратом моделювання та прогнозування тенденцій розвитку світового фондового ринку.

Таблиця 1

Значення параметрів функції прогнозування динаміки американського фондового індексу з використанням вейвлет-аналізу

| Період | Параметри | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | A ₅ | A ₆ | A ₇ | A ₈ | A ₉ | A ₁₀ | A ₁₁ | A ₁₂ |
| 09.10 | 1,75 | 0,43 | 0,03 | -0,58 | 1,09 | 0,23 | 1,02 | -1,85 | -0,22 | -0,07 | 2,11 | -1,30 |
| 10.10 | 1,57 | 0,29 | 0,32 | -0,60 | 1,00 | 0,02 | 0,96 | -1,69 | 0,16 | 0,45 | 1,83 | -1,02 |
| 11.10 | 1,71 | 0,51 | 0,31 | -0,59 | 0,93 | -0,08 | 0,96 | -1,49 | 0,34 | 0,62 | 1,67 | -0,84 |
| 12.10 | 1,71 | 0,48 | 0,34 | -0,64 | 0,96 | -0,11 | 0,97 | -1,37 | 0,41 | 0,68 | 1,60 | -0,76 |
| 01.11 | 1,69 | 0,48 | 0,48 | -0,70 | 1,10 | -0,19 | 1,05 | -0,32 | 0,82 | 1,00 | 1,06 | -0,16 |
| 02.11 | 1,79 | 0,57 | 0,44 | -0,63 | 1,13 | -0,18 | 1,05 | 0,01 | 0,93 | 1,06 | 0,91 | 0,01 |
| 03.11 | 1,76 | 0,54 | 0,47 | -0,64 | 1,17 | -0,17 | 1,06 | 0,19 | 0,97 | 1,12 | 0,83 | 0,10 |
| 04.11 | 1,75 | 0,53 | 0,47 | -0,64 | 1,17 | -0,17 | 1,05 | 0,14 | 0,96 | 1,11 | 0,85 | 0,07 |
| 05.11 | 1,74 | 0,52 | 0,46 | -0,63 | 1,19 | -0,17 | 1,06 | 0,22 | 0,98 | 1,11 | 0,82 | 0,11 |
| 06.11 | 1,72 | 0,50 | 0,48 | -0,64 | 1,19 | -0,16 | 1,04 | 0,15 | 0,96 | 1,18 | 0,84 | 0,08 |
| 07.11 | 1,69 | 0,47 | 0,49 | -0,64 | 1,20 | -0,16 | 1,06 | 0,17 | 0,97 | 1,01 | 0,85 | 0,09 |
| 08.11 | 1,68 | 0,46 | 0,50 | -0,65 | 1,20 | -0,17 | 1,06 | 0,18 | 0,97 | 1,09 | 0,84 | 0,09 |

На основі наведених параметрів залежності у статті було розраховано динаміку показника фондового ринку Америки. На *рис. 2* наведено динаміку теоретичних (розрахованих за моделлю) та фактичних значень індексу американського фондового ринку.

Які напрями для подальшого дослідження пропонується моделювання динаміки світового фондового ринку з використанням інших вейвлет-функцій та порівняння якості апроксимації. ■

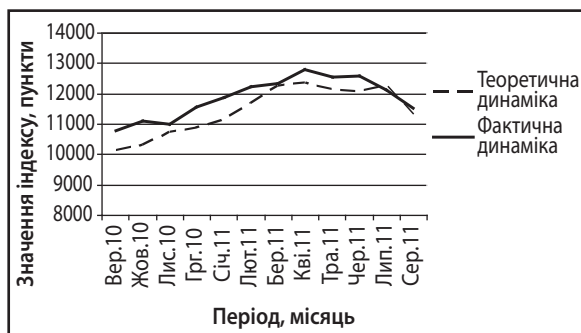


Рис. 2. Теоретична та фактична динаміка показника фондового ринку Америки (індексу Dow Jones)

На наведеному графіку пунктирною лінією виділено динаміку прогнозних значень індексу Dow Jones. Середня процентна абсолютна помилка дорівнює 3,7 відсотка, що свідчить про досить високу якість прогнозу. У статті було також здійснено прогнозування динаміки показників англійського (середня процентна абсолютна

ЛІТЕРАТУРА

1. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения / Н. М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166, № 11. – С. 1145 – 1170.
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам / И. Добеши. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.
3. Дремин И. М. Вейвлеты и их использование / И. М. Дремин, О. В. Иванов, В. А. Нечитайло // Успехи физических наук. – 2001. – Т. 171, №5. – С. 465 – 501.
4. Кидуэлл Д. С. Финансовые институты, рынки и деньги / Д. С. Кидуэлл, Р. Л. Петерсон, Д. У. Блэкуэлл. – СПб.: Издательство «Питер», 2000. – 752 с.: ил. – (Серия «Базовый курс»).
5. Стрижиченко К. А. Дослідження взаємодії складових фінансового ринку в період фінансової кризи / К. А. Стрижиченко, К. О. Дмитрусенко // Бизнес Информ. – 2010. – № 4(1). – С. 104 – 108;
6. Шитов А. Б. Разработка численных методов и программ, связанных с применением вейвлет-анализа для моделирования и обработки экспериментальных данных / А. Б. Шитов : Дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Иваново, 2001. – 125 с.;

7. Школьник І. О. Фінансовий ринок України: сучасний стан і стратегія розвитку : монографія / І. О. Школьник. – Суми : ВВП «Мрія» ТОВ, УАБС НБУ, 2008. – 348 с.

8. Crowley P. M. Deconposing the co-movement of the business cycle: a time-frequency analysis of growth cycles in the euro zone / Crowley P. M., Lee J. – Macroeconomics, 2005. – 73 p.

9. Crowley P. An intuitive guide to wavelets for economists. Discussion Papers 1 / Crowley P. – Bank of Finland Research, 2005. – 68 p.

10. Electronic resource – <http://online.wsj.com/The-wall-street-journal-website>

11. Masset P. Analysis of Financial Time-Series using Fourier and Wavelet Methods // <http://ssrn.com/abstract=1289420>

12. Tobin J. The Theory of Portfolio Selection / Tobin J. – London : Macmillan & Co. – 1965 p.

13. Renaud O. Prediction based on multiscale decomposition / Renaud O., Stark J.-L., Murtagh F. Electronic resource // <http://lib.dnu.dp.ua:8001/l/>;

14. Dickey D. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root / Dickey D. A., Fuller W. A. // Journal of the American Statistical Association. – 1979. – V. 74. – P. 427 – 431.

15. Granger C. W. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods / Granger C. W. // Econometrica. – 1969. – V. 37. – P. 424 – 438.

16. Інформаційний сайт фондового ринку Електронний ресурс – Режим доступу : <http://www.stockportal.ru/>

17. Міжнародний Інформаційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.econstats.com/>