

5. Ghryghorak M.Ju. Intelktualizacija rynku loghistrychnykh poslugh: koncepcija, metodologhija, kompetentnistj: monoghrafija. — K.: Sik Ghrup Ukrajin, 2017. — 516 s.

6. Juan Blyde, Danielken Molina. Logistics Infrastructure and the International Location of Fragmented Production. December, 2012, available at: https://usitc.gov/research_and_analysis/documents/LogisticsInfrastructureandtheInternationalLocation.pdf

7. United Nations Millennium Declaration available at: <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm>

8. Brunets' B.R. (2012) "The essence of the definition of the concept of infrastructure", Scientific Bulletin of NLTU, vol. 22.5, pp. 372–377.

9. John Spacey. What is Infrastructure Development? January 12, 2018, available at: <https://simplicable.com/new/infrastructure-development-definition>

10. Proekt Staloji loghistryky ta Planu dij dlja Ukrajin, Ministerstvo infrastruktury Ukrajin za pidtrymky Svitovogho banku, rezhyhm dostupu: <https://mtu.gov.ua/files/Logistics.pdf>

Статтю подано до редакції 04.09.2019 р.

УДК 330.46:004.67:336.76

DOI: 10.33111/mise.98.9

Данильчук Г. Б., к.е.н.,

доцент кафедри моделювання економіки і бізнесу,

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Danylchuk H. B.,

PhD in Economics,

Associate Professor of the Economics and Business Modelling Department,

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

ФРАКТАЛЬНИЙ ТА МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СВІТОВИХ ФОНДОВИХ РИНКІВ

FRactal and Multifractal Analysis of Current State of World Stock Markets

Анотація. Фондові ринки є складними системами і дослідження їх із застосуванням традиційних нелінійних методів не дає можливості отримати адекватні результати. Використання в комплексі таких нелінійних методів, як фрактальний і мультифрактальний аналіз дозволяють вивчати динаміку фондових ринків, виявляти загальні тенденції. Інвесторами із різними горизоннтами можуть бути використані і прогностичні можливості цих методів. У статті проведено аналіз фондових ринків Німеччини, Франції, Великої Британії та Китаю за період з 01.01.2010 по 26.10.2019 рр. із використанням модельного інструментарію фрактального та мультифрактального методів. Для зазначених ринків розрахований коефіцієнт Херста. Отримані значення коефіцієнта Херста дозволяють зробити висновок, що ринки Німеччини, Франції та Китаю є персистентними. Пер-

систентні ряди схильні до трендової поведінки, мають довгострокові кореляції між поточними та майбутніми подіями. Для ринку Німеччини коефіцієнт Херста становить 0.53, для ринку Франції 0.54, для ринку Китаю 0.66. Можна стверджувати, що ці ринки демонструють чіткі тенденції. Відомо, що чим ближче до 1 значення коефіцієнту Херста, тим стійкішим є ринок. Такий ринок є максимально привабливим для інвесторів. З досліджуваних країн на сучасному етапі саме ринок Китаю має таке значення коефіцієнту Херста. Для ринку Великої Британії розрахункове значення показника Херста становить 0.45, що дозволяє класифікувати його як антиперсистентний. З точки зору інвесторів такий ринок є ризикованим. Результати розрахунків за методом мультифрактального аналізу дозволили уточнити попередні висновки. Крім того, використання методу мультифрактального аналізу дозволяє відслідковувати зміни стану ринків у динаміці. А характерні особливості показника ширини спектру мультифрактальності чітко вказують на вхід/вихід ринків до/з зони особливих станів. Так, у дослідженні часовий період охоплює декілька загальновідомих глобальних криз 2011 та 2015 років. За зміною ширини спектру мультифрактальності можна зробити висновок про вплив цих криз на стан ринків. Цікавим є результат стосовно наслідків проголошення та початку процедури виходу Великої Британії з Європейського Союзу. Таким чином, у статті показано, що використання зазначених методів з метою ефективного оцінювання сучасного стану фондових ринків, виявлення трендів, особливих станів, моніторингу та передпрогнозного аналізу є доцільним.

Ключові слова: фондові ринки, фрактальний аналіз, коефіцієнт Херста, мультифрактальний аналіз, ширина спектру мультифрактальності.

Abstract. Stock markets are complex systems and researching them using traditional nonlinear methods does not provide adequate results. The use of such nonlinear methods as fractal and multifractal analysis allows to study the dynamics of stock markets, to identify general trends. Investors with different horizons can also use the predictive capabilities of these methods. The article analyzes the stock markets of Germany, France, the United Kingdom and China for the period from 01/01/2010 to 26/10/2019 using model tools of fractal and multifractal methods. For these markets, the Hurst ratio is calculated. The obtained values of the Hurst coefficient allow us to conclude that the markets of Germany, France and China are persistent. Persistent ranks are prone to trending behavior, have long-term correlations between current and future events. For the German market, the Hurst ratio is 0.53, for the French market 0.54, for the Chinese market 0.66. It can be argued that these markets show clear trends. It is known that the closer to 1 the value of the Hurst coefficient, the more stable the market is. Such a market is most attractive to investors. Of the countries under study at the present stage, it is the Chinese market that is as important as the Hurst factor. For the UK market, the estimated value of the Hurst indicator is 0.45, which allows it to be classified as anti-persistent. From the point of view of investors, such a market is risky. The results of calculations by the method of multifractal analysis made it possible to clarify the previous conclusions. In addition, the use of multifractal analysis method allows to track changes in the state of markets in dynamics. And the characteristic features of the index of the width of the multifractal spectrum clearly indicate the entry / exit of markets to / from the zone of special states. Thus, the study covers several well-known global crises of 2011 and 2015. By changing the width of the multifractality spectrum, we can conclude that these crises affect the state of the markets. The result of the announcement and the start of the procedure for leaving the UK from the European Union is interesting. Thus, the article shows that the use of these methods in order to effectively assess the current state of the stock markets, identify trends, special conditions, monitoring and forecasting is appropriate.

Keywords: stock markets, fractal analysis, Hurst coefficient, multifractal analysis, multifractal spectrum width.

Вступ. Особливістю сьогодення на фоні світової глобалізації є зростаюча складність ринкових процесів. Це призводить до появи нових парадигм наукових досліджень. Сучасний апарат економіко-математичного моделювання економічної динаміки значно розширився завдяки залученню новітнього інструментарію — міждисциплінарних підходів до вивчення зазначеного класу задач.

Моніторинг і моделювання фондових ринків обумовлений важливістю цих об'єктів, оскільки вони є певним відображенням макроекономічного розвитку країни. Очевидно, що інтенсивний розвиток економіки можливий за наявності донора — інвестора з різними інвестиційними горизонтами. А для інвестора і прийняття ним рішення важливим моментом є знання як поточного стану ринку, так і отримання прогнозу. Виявлення станів ринку є важливою задачею сучасного етапу моделювання економічної динаміки. Одним з прийомів, що дозволяють провести такі дослідження, є фрактальний і мультифрактальний аналіз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нелінійні методи, зокрема фрактальний аналіз, є сучасним інструментом дослідження економічних об'єктів. Вивченню фрактальної природи ринків присвячено чимало праць вітчизняних і зарубіжних учених. Так, наприклад, у [1] для фондового ринку Саудівської Аравії перевіряється гіпотеза ефективного ринку із застосуванням коефіцієнта Херста. Автори [2] оцінюють ефективність ринку на прикладі 38 країн із використанням фрактального та ентропійного методів. Фрактальну поведінку провідних індійських фондових бірж із використанням методу MF-DFA досліджено у праці [3]. Виявленню фрактальної природи світових цін на акції із використанням фрактального аналізу присвячено працю [4]. Фрактальному та ентропійному аналізу ринків із використанням різних інформаційних технологій також приділяється увага вчених. Так, автор [5] проводить дослідження трьох найкрупніших світових фондових ринків на основі R/S-аналізу із використанням MS Excel та Visual Basic for Applications з метою виявлення трендостійкості. Автор [6] проводить дослідження динаміки світових фондових ринків засобами фрактального та ентропійного аналізу. У праці [7] надано результати використання фрактальної теорії ринку для забезпечення кращої стратегії управління ризиками. У праці [8] на прикладі валютних пар, акцій компаній і біржових індексів доводиться, що використання фрактальних моделей дозволяє отримувати точніший прогноз у порівнянні з нефрактальними моделями. Автори [9] проводять дослідження ринку золота із використанням R/S-аналізу та MF-DFA аналізу з метою прогнозу руху цін на цьому ринку. У

[10] фінансові часові ряди (на прикладі ринку нафти, валютної пари та акцій американської компанії) трактуються як фрактали і за допомогою R/S-аналізу досліджуються на стійкість. У праці [11] проведено аналіз валютних ринків 22 країн за допомогою фрактального методу та його модифікацій. У [12] на основі коефіцієнта Херста побудовано новий технічний індикатор, що дозволяє вивчати хаотичні властивості часових рядів.

У даній роботі пропонується поєднання фрактального та мультифрактального методів для дослідження та аналізу сучасного стану фондових ринків світу.

Методи. У праці [13] наведено методику R/S-аналізу, а саме розрахунку коефіцієнта Херста. Показник Херста (який є кількісною оцінкою випадковості, що проявляється у структурі часових рядів) розраховується за формулою $H = \log(R/S)_n / \log(c \times n)$, де H — коефіцієнт Херста, S — середньоквадратичне відхилення, R — розмах, n — довжина підпоследовності (кількість спостережень), c — задана константа. За допомогою коефіцієнта Херста проводиться класифікація часових рядів та мінімальні прогнози (виявлення тренду). Показник Херста інтерпретується таким чином: 1) $H=0.5$ — маємо випадковий процес; 2) $0.5 < H \leq 1$ — ряд є персистентним, тобто процес характеризується наявністю довгої пам'яті; 3) $H < 0.5$ — ряд є антиперсистентним, наявні часті швидкі, але невеликі зміни.

Мультифрактальний аналіз був запропонований у [14] і дозволяє отримати опис системи у динаміці, що надає більше інформації про систему. Алгоритм цього методу передбачає такі кроки. Перш за все аналізується профіль (накопичення), а не безпосередньо початковий вихідний ряд. Далі проводиться аналіз середньоквадратичних відхилень значень ряду від тренду. Проводиться розрахунок функції флуктуацій порядку q та визначається скейлінгова поведінка функції флуктуацій: $F_q(s) \propto s^{h(q)}$, де $F_q(s)$ — функція флуктуацій, s — часова шкала, $h(q)$ — узагальнений коефіцієнт Херста.

Результати. Для дослідження фрактальних і мультифрактальних особливостей фондових ринків використано програмне середовище MatLab, методику розрахунків у середовищі за означеними алгоритмами наведено у праці [15]. У роботі досліджувалися фондові ринки Великої Британії (FTSE100), Німеччини (DAX), Франції (FCHI) та Китаю (SSEC) за період з 01.01.2010 по

26.10.2019 рр. Вибір країн обумовлено певними світовими подіями, а саме Велика Британія стоїть на порозі виходу з Європейського Союзу. Ця подія буде мати наслідки як для країн Європейського Союзу, так і світу в цілому. Стрімкий розвиток Китаю, вихід цієї держави на міжнародну арену в усіх галузях також має вплив на світову економіку.

У табл. 1 наведено результати розрахунку коефіцієнта Херста.

Таблиця 1

**РОЗРАХУНКОВІ ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ХЕРСТА
ДЛЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФОНДОВИХ РИНКІВ**

Фондовий індекс	Значення коефіцієнта Херста, H
FTSE100	0.45001
DAX	0.5327
FCHI	0.54271
SSEC	0.65618

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

Аналіз результатів розрахунку коефіцієнта Херста свідчить, що ринки Німеччини, Франції та Китаю є персистентними або трендостійкими, оскільки розрахункові значення є більшими за 0.5. Найбільшу трендостійкість виявляє ринок Китаю. Значення коефіцієнту Херста для Німеччини і Франції є доволі невеликими, що може свідчити про певну консолідацію цих країн у кризовий період для Європейського Союзу, пов'язаний із виходом потужного гравця — Великої Британії з цього інтеграційного групування. За показником Херста для цих країн можемо зробити висновок, що на даний час ці країни є достатньо цікавими для інвесторів, проте певні застереження можна висловити стосовно Німеччини та Франції, оскільки наближені до 0.5 значення показника Херста вказують на певні труднощі в оцінці та прогнозуванні поведінки цих ринків. Тобто це може вказувати на певні ризики для інвесторів. Для ринку Великої Британії коефіцієнт Херста має значення менше 0.5, що свідчить про антиперсистентність ряду, тобто відбувається швидка зміна напрямку руху цін. Це може свідчити про спекулятивні дії на цьому ринку або про наявність гравців із різними типами фрактальної поведінки, які випадковим чином змінюють один одного. Таким чином, можемо зробити висновок, що на сучасному етапі на фондовому ринку Великої Британії ведення інвестиційної діяльності із довгостроковим горизонтом має підвищену ризикованість. Такий ринок

найкраще використовувати біржовим гравцям, які застосовують спекулятивну тактику з метою швидкого отримання прибутку. Отже, можемо говорити про нестійкий ринок, що, передусім, може бути реакцією на спробу країни вийти з Європейського Союзу.

На рис. 1–4 надано результати розрахунків за мультифрактальним методом.

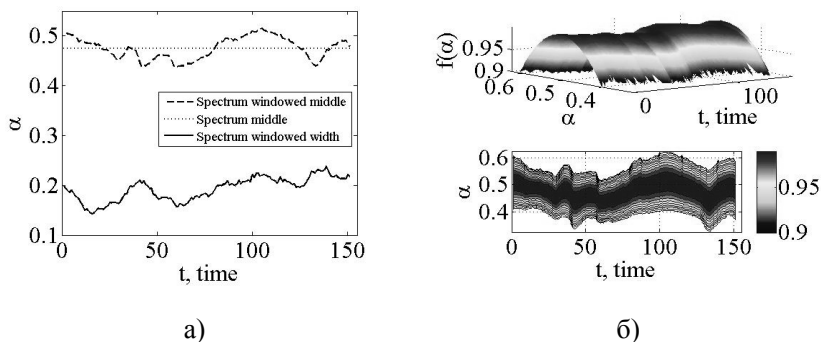


Рис. 1. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Франції

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

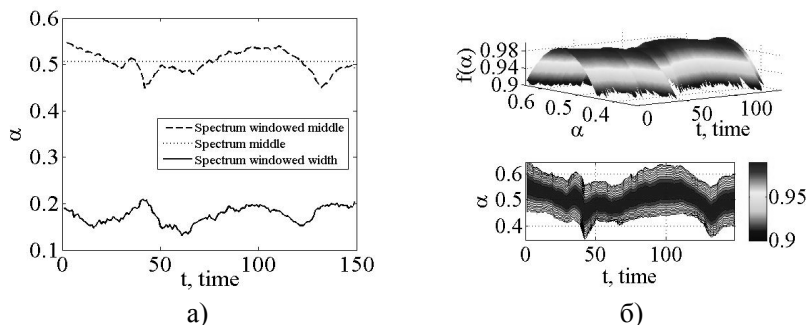


Рис. 2. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Німеччини

Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

Аналіз рис. 1 і 2 свідчить про певну синхронність фондових ринків Німеччини і Франції. Можемо зазначити, що криза як 2011 (окіл точки 17), так і 2015 років (окіл точки 85) вплинули на стан цих ринків. Обидва європейські ринки певним чином відреагували на дезінтеграційні процеси у Європейському Союзі, а

саме на вихід Великої Британії з цього групування. Ринки Німеччини та Франції сильно корелюють між собою, що може свідчити і про спільні соціально-політичні процеси, і про взаємну підтримку один одного.

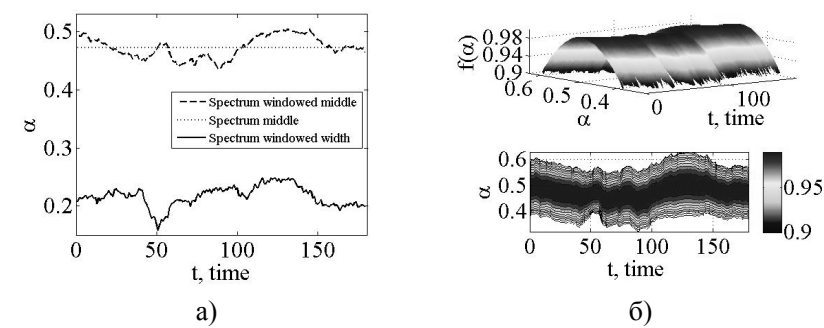


Рис. 3. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Великої Британії
Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

За змінами ширини спектру та зміною спектру мультифрактальності для Великої Британії (рис. 3), можемо також констатувати характерні звуження, що свідчить про реакцію на зазначені кризи. Стосовно поточного стану, можна зробити висновок про входження ринку в зону турбулентності. Вихід країни з Європейського Союзу, на нашу думку, болісно вдарить по економіці країни.

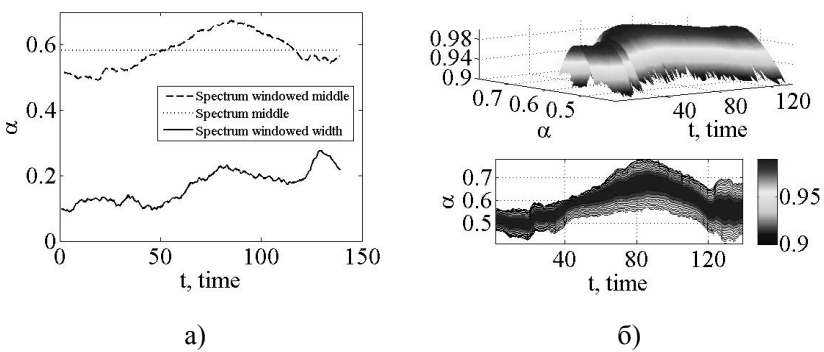


Рис. 4. Зміна ширини спектру (а) та зміна спектру мультифрактальності (б) у часі для фондового ринку Китаю
Джерело: розраховано автором за даними [16, 17]

З рис. 4 можемо спостерігати за зміною ширини спектру мультифрактальності для ринку Китаю. Криза 2011 року суттєво сколихнула ринок Китаю. Проте криза 2015 р., яка «народилася» у Китаї, має інше відображення у порівнянні з попередньою. Відомо, що влада Китаю зробила все можливе для пом'якшення наслідків цієї кризи. З рисунку можемо зробити висновок, що фондовий ринок Китаю намагається відновитися, проте, незважаючи на значення показника Херста, ситуація на ньому доволі складна.

Висновки. Результати здійсненого аналізу сучасного стану світових фондових ринків дозволяють зробити висновок про трендостійкість ринків Німеччини і Франції — країн, що входять до Європейського Союзу. Фондовий ринок Великої Британії демонструє антиперсистентність, що може бути наслідком виходу країни з інтеграційного об'єднання. Ринок Китаю, який також виявляє трендостійкість, є доволі неоднозначним. У короткостроковому прогнозі для цих країн можна говорити про збереження тенденцій у динаміці найближчим часом. Отримані результати свідчать, що застосування фрактального та мультифрактального методів є ефективним, дозволяє отримати приховану інформацію та кількісно оцінити зміни в економічних системах. Подальший моніторинг та аналіз світових фондових ринків із використанням зазначених методів дозволить вчасно виявляти та реагувати на негативні та кризові явища будь-якої природи.

Література

1. Al Abdaulhadi D., Shetty S., Alshamali M. Stock Market Behavior: A Fractal Analysys of Saudi Stock Exchange. *International Journal of Business*. Vol.20. No.1. 2015. URL: <https://www.questia.com/library/journal/1P3-3687249341/stock-market-behavior-a-fractal-analysis-of-saudi> (дата звернення 10.09.2019).
2. Kristoufek L., Vosvrda M. Measuring capital market efficiency: Long-term memory, fractal dimension and approximate entropy. *FinMaP-Working Paper*. No. 18. Kiel University. *FinMaP — Financial Distortions and Macroeconomic Performance*. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/102282/1/wp-18.pdf> (дата звернення 10.09.2019).
3. Samadder S., Ghosh K., Basu T. Fractal Analysis of Prime Indian STOCK Market Indices. *Fractals*. Vol. 21. 2013. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013Fract..2150003S> (дата звернення 15.09.2019).
4. Ikeda T. A fractal analysis of world stock markets. *Economics Bulletin, AccessEcon*. Vol. 37(3). 2017. pp. 1514–1532.
5. Зинченко А.В. R/S аналіз на фондовом ринку. *Бізнес-інформатика*. № 3(21). 2012. с. 24–30.

6. Данильчук Г. Б. Дослідження динаміки світових фондових ринків засобами фрактального та ентропійного аналізу. *Механізми, стратегії та технології управління економічними системами за умов інтеграційних процесів: теорія, методологія, практика*. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (6–8 жовтня 2017 р., м. Хмельницький). — Хмельницький: ФО-П Сторожук О.В., 2017. С. 37–39.
7. Lamani L., Baci N. A fractal market theory revisited through chart analysis for a better risk/reward management strategy. *International Journal of Economics, Commerce and Management*. United Kingdom. Vol. III. Issue 1. Jan 2015. URL: <http://ijecm.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/3126.pdf> (дата звернення 15.09.2019).
8. Симонов П. М., Гарафутдинов Р. В. Моделирование и прогнозирование динамики курсов финансовых инструментов с применением эконометрических моделей и фрактального анализа. *Вестник Пермского университета*. Экономика, 2019. Том 14. № 2. с. 268–288.
9. Yin K., Zhang H., Zhang W., Wei Q. Fractal Analysis of the Gold Market in China. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. Vol. XVI(3). 2013. pp. 144–163. URL: http://www.ipe.ro/rjef/rjef3_13/rjef3_2013p144-163.pdf (дата звернення 10.09.2019).
10. Makletsov S. V., Opokina N. A., Shafigullin I. K. Application of fractal analysis method for studying stock market. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. Vol. 11. No.1 URL: <http://TUENGR.COM/V11/11A01E.pdf> (дата звернення 10.09.2019).
11. Robert F. Mulligan. A Fractal Analysis of Foreign Exchange Markets. *IAER*: February 2000. Vol.6. No.1. pp.33–49.
12. Kroha P. and Škoula M. Hurst Exponent and Trading Signals Derived from Market Time Series. In *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2018)*, pages 371–378. URL: <https://www.scitepress.org/Papers/2018/66670/66670.pdf> (дата звернення 15.09.2019).
13. Mandelbrot B.B. Robustness of the rescaled range R/S un the measurement dependence. *Water Resources Research*. 1969. Vol. 5. N 5. pp. 967–988.
14. Kantelhardt, Jan W., Zschiegner Stephan A., Koscielny-Bunde Eva et al. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2002. Vol. 316. P. 87–114.
15. Соловійов В. М., Сердюк О. А., Данильчук Г. Б. Моделювання складних систем. *Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни*. Черкаси: Видавець О. Ю. Вовчок. 2016. 204 с.
16. Статистика індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://finance.yahoo.com> (дата звернення 27.10.2019)
17. Статистика індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://investfunds.ua> (дата звернення 27.10.2019).

References

1. Al Abdaulhadi D., Shetty S., Alshamali M. Stock Market Behavior: A Fractal Analysys of Saudi Stock Exchange. *International Journal of Business*. Vol. 20. No. 1. 2015. URL: <https://www.questia.com/library/journal/1P3-3687249341/stock-market-behavior-a-fractal-analysis-of-saudi>
2. Kristoufek L., Vosvrda M. Measuring capital market efficiency: Long-term memory, fractal dimension and approximate entropy. FinMaP-Working Paper. No. 18. Kiel University. FinMaP — Financial Distortions and Macroeconomic Performance. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/102282/1/wp-18.pdf>
3. Samadder S., Ghosh K., Basu T. Fractal Analysis of Prime Indian STOCK Market Indices. *Fractals*. Vol. 21. 2013. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013Fract..2150003S>
4. Ikeda T. A fractal analysis of world stock markets. *Economics Bulletin, AccessEcon*. Vol. 37(3). 2017. pp. 1514–1532.
5. Zinchenko A. V. R/S analiz na fondovom rynke. *Biznes-informatika*. № 3(21). 2012. c.24-30. (in Ros)
6. Danylchuk H. B. Doslidzhennia dynamiky svitovvykh fondovvykh rynkiv zasobamy fraktalnoho ta entropiinoho analizu. *Mekhanizmy, stratehii ta tekhnologii upravlinnia ekonomichnymy systemamy za umov intehtratsiinykh protsesiv: teoriia, metodolohiia, praktyka*. Materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (6-8 zhovtnia 2017 r., m. Khmelnytskyi). — Khmelnytskyi: FO-P Storozhuk O.V., 2017. S. 37–39. (in Ukr)
7. Lamani L., Baci N. A fractal market theory revisited through chart analysis for a better risk/reward management strategy. *International Journal of Economics, Commerce and Management*. United Kingdom. Vol. III. Issue 1. Jan 2015. URL: <http://ijecm.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/3126.pdf>
8. Simonov P. M., Garafutdinov R. V. Modelirovanie i prognozirovanie dinamiki kursov finansovykh instrumentom s primeneniem ekonometricheskih modelej i fraktal'nogo analiza. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika*, 2019. Tom 14. № 2. s. 268–288. (in Ros)
9. Yin K., Zhang H., Zhang W., Wei Q. Fractal Analysis of the Gold Market in China. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. Vol. XVI(3). 2013. pp. 144–163. URL: http://www.ipe.ro/rjef/rjef3_13/rjef3_2013p144-163.pdf
10. Makletsov S. V., Opokina N. A., Shafigullin I. K. Application of fractal analysis method for studying stock market. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. Vol. 11. No.1 URL: <http://TUENGR.COM/V11/11A01E.pdf>
11. Robert F. Mulligan. A Fractal Analysis of Foreign Exchange Markets. *IAER*: February 2000. Vol.6. No.1. pp.33–49.
12. Kroha P. and Škoula M. Hurst Exponent and Trading Signals Derived from Market Time Series. In *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2018)*, pages 371–378. URL: <https://www.scitepress.org/Papers/2018/66670/66670.pdf>

13. Mandelbrot B.B. Robustness of the rescaled range R/S un the measurement dependence. *Water Resources Research*. 1969. Vol. 5. N 5. pp. 967–988.

14. Kantelhardt, Jan W., Zschiegner Stephan A., Koscielny-Bunde Eva et al. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2002. Vol. 316. P. 87–114.

15. Soloviov V.M., Serdiuk O.A., Danylchuk H.B. Modeliuvannia skladnykh system. *Navchalno-metodychnyi posibnyk dlia samostiinoho vyvchennia dysypliny*. Cherkasy: Vydavets O. Yu. Vovchok. 2016. 204 s. (in Ukr)

16. Statystyka indeksiv svitovoho fondovoho rynku [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: <http://finance.yahoo.com>

17. Statystyka indeksiv svitovoho fondovoho rynku [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: <http://investfunds.ua>

Статтю подано до редакції 23.09.2019 р.

УДК 519.863

DOI: 10.33111/mise.98.10

Дем'яненко В. В., к.е.н.,

доцент кафедри інформаційного менеджменту,

Потапенко С. Д., к.е.н.,

доцент кафедри інформаційного менеджменту,

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Demyanenko V. V., Candidate of Economic Sciences,

Associate Professor of the Information Management Department,

Potapenko S. D., Candidate of Economic Sciences,

Associate Professor of the Information Management Department,

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

ОПТИМАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ВИБОРУ ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ АГРЕГУВАННЯ ОЦІНОК ЕКСПЕРТІВ У ТАБЛИЦЯХ SWOT ТА PLIE

OPTIMAL PLANNING OF MEASURES TO IMPROVE THE COMPANY'S PERFORMANCE TAKING INTO ACCOUNT EXPERT ASSESSMENTS IN THE SWOT AND PLIE TABLES

Анотація. Одним з актуальних методів планування діяльності організації є метод SWOT-аналізу. Сутність даного методу полягає у формуванні матриці оцінок властивостей об'єкту дослідження, що є засобом структурування та формалізації знань про його поточний стан. Назва методу походить від слів *Strengths, Weaknesses, Opportunities* та *Threats*. Відповідно таблиця оцінок взаємодії різних факторів має назву SWOT-таблицю. Аналогічно до SWOT аббревіатура від назв виразів *Profit, Loss*,