

УДК 330.4

Крицун К.І.,
аспірант*,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ ІНДЕКСІВ ЄВРОПИ: DAX ТА FTSE

Krytsun K.I.,
graduate student
Taras Shevchenko National University of Kyiv

MULTIFRACTAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF EUROPEAN STOCK INDEXES: DAX AND FTSE

Постановка проблеми. На сьогодні актуальним є дослідження соціально-економічних процесів за допомогою «нелінійної парадигми». Це зумовлено тим, що складні системи, такі як фінансово-економічні, характеризуються такими властивостями, як: синергія, емерджентність, хаотичність. Перехід до нелінійного моделювання дає можливість на якісно іншому рівні проінтерпретувати поведінку складних систем і дозволяє досліджувати ациклічну поведінку досліджуваного явища чи процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню економічних та кризових явищ та процесів за допомогою мультифрактального аналізу та вейвлет-аналізу присвячено значну кількість наукових робіт як вітчизняних, так й іноземних вчених та науковців.

Т.В. Кравець [4] та О.І. Ляшенко [13] досліджують ефекти синхронізації на фондових ринках, валютного ринку за допомогою мультифрактального аналізу з вейвлет перетвореннями. В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов [9] у своїй роботі описують мультифрактальні методи для досліджень складних соціально-економічних систем та їх динаміку, а також інші методи нелінійного моделювання. А.В. Сірош та Д.Є. Семьонов [10] у своїй праці описують застосування мультифрактального аналізу при дослідженні фондових індексів США, Європи, Австралії та України.

Дослідженню фондових індексів, фондового ринку із застосуванням мультифрактального аналізу присвятили такі іноземні вчені та науковці, як: Е. Петерс [8], Я. Корбел та П. Джизба [12], Л. Кириченко [3], М. Дубовиков [2], А. Марков, К. Кривоносова, А. Любушин [5]. Незважаючи на значну кількість наукових робіт, присвячених дослідженню фондових ринків та їх динаміки, поставлена проблема вимагає подальшого вивчення. Вибір теми дослідження зумовлений невичерпним висвітленням результатів та їх інтерпретації, а також з метою отримання актуальної інформації.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження динаміки фондових індексів, таких як: DAX and FTSE за період з 2014 по 2015 роки, використовуючи мультифрактальний аналіз. Для досягнення визначеної мети поставлено завдання: виявити фрактальні властивості досліджуваних часових рядів; здійснити розрахунки мультифрактального спектру сингулярності та індексу Херста.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Індикатор – узагальнена характеристика будь-якого об'єкта, процесу чи його результату, властивостей, які зазвичай виражені кількісно. В економіці індикатором є кількісний показник, який вказує на динаміку певної економічної чи фінансової величини. Тому під фінансовим індикатором для фінансового ринку будемо розуміти числове значення чи їх сукупність, на підставі якого(яких) отримується інформація/сигнал про тенденції явища чи процесу(ів) на фінансовому ринку. Фінансовим індикатором як на фінансовому ринку та економіки загалом можна вважати курс валют та фондові індекси. Так як їх котирування відображає стан ринку та економіки країни у загальному.

В сучасній економічній науці актуальними методами дослідження і моделювання фінансових ринків є методи нелінійної динаміки, наприклад, як вейвлет аналіз та мультифрактальний аналіз.

Фінансово-економічні системи – це системи для яких досліджувані дані не є нормально розподіленими, чи хоча б наближеними до нормального розподілу даних.

Тому для дослідження часових рядів таких систем був запропонований метод нормованого розмаху, а саме R/S аналіз. Метод дає можливість виявити чи досліджуваний часовий ряд є випадковим чи фрактальним, крім того можна зробити висновки про неперіодичність циклів та навіність довгострокової пам'яті.

* Науковий керівник: Ляшенко О.І. – д.е.н., професор

$$R/S(x) = an^H, \quad (1)$$

де R/S – розмах розкиду змінної x , що є часовим рядом з кількістю спостережень n , a – константа. Розмах розкиду – це діапазон (максимальне значення мінус мінімальне) сум чи часткових сум x (після вирахування вибіркового середнього) і поділено на стандартне відхилення вибірки. У таблиці 1 та таблиці 2 відображені результати розрахунків за формулою (1). Часові ряди добре описуються формулою Херста, а тому мають фрактальні властивості [11, с. 20].

Таблиця 1

Індекс Херста для FTSE

Розмір	RS (avg)	Log (Розмір)	Log (RS)
511	23,769	8,9972	4,571
255	16,51	7,9944	4,0452
127	10,803	6,9887	3,4334
63	7,6498	5,9773	2,9354
31	5,7654	4,9542	2,5274
15	3,9226	3,9069	1,9718
Результати регресії (n = 6)			
		коэф.	Ст. похибка
Константа		-0,033129	0,096878
Кут. коэф.		0,50705	0,014462
Оцінка моделі індекс Херста			0,507053

Джерело: розраховано автором за допомогою програми Gretl на основі даних Yahoo Finance [7]

Таблиця 2

Індекс Херста для DAX

Розмір	RS(avg)	log(Розмір)	log(RS)
511	27,277	8,9972	4,7696
255	23,273	7,9944	4,5406
127	13,621	6,9887	3,7677
63	8,0923	5,9773	3,0166
31	5,7435	4,9542	2,5219
15	3,9583	3,9069	1,9849
Результати регресії (n = 6)			
		коэф.	Ст. похибка
Константа		-0,33534	0,23256
Кут. коэф.		0,58254	0,034718
Оцінка моделі індекс Херста			0,582539

Джерело: розраховано автором за допомогою програми Gretl на основі даних Yahoo Finance [7]

Фрактальна розмірність часових рядів відповідно: $D_{FTSE} = 1,492947$ та $D_{DAX} = 1,417461$. Якщо $D > 1$, то це свідчить про наявність фрактальної структури у досліджуваних часових рядах, вони є персистентними і будуть зберігати тенденцію. Проте індекс Херста фондового індексу FTSE близький до значення 0,5. Якщо індекс Херста = 0,5, тоді спостереження випадкові і некорельовані, а теперішні значення часового ряду не впливають на майбутні. Тому варто провести додаткове дослідження обох часових рядів у різних часових вікнах.

Монофракталом називають такий часовий ряд, який на різних проміжках характеризується однаковим коефіцієнтом масштабування, тоді прогнозувати його легко. Мультифрактал – це комплекс фракталів, що змінюють один одного на різних проміжках, із зміною скейлінгового параметру масштабування [6].

На рис. 1 та рис. 2 побудовано мультифрактальні спектри сингулярності та динаміку зміни флуктуаційних функцій. Спектр сингулярності представляє інформативну статистику, що характеризує режим хаотичних флуктуацій досліджуваного часового ряду [5, с. 16].

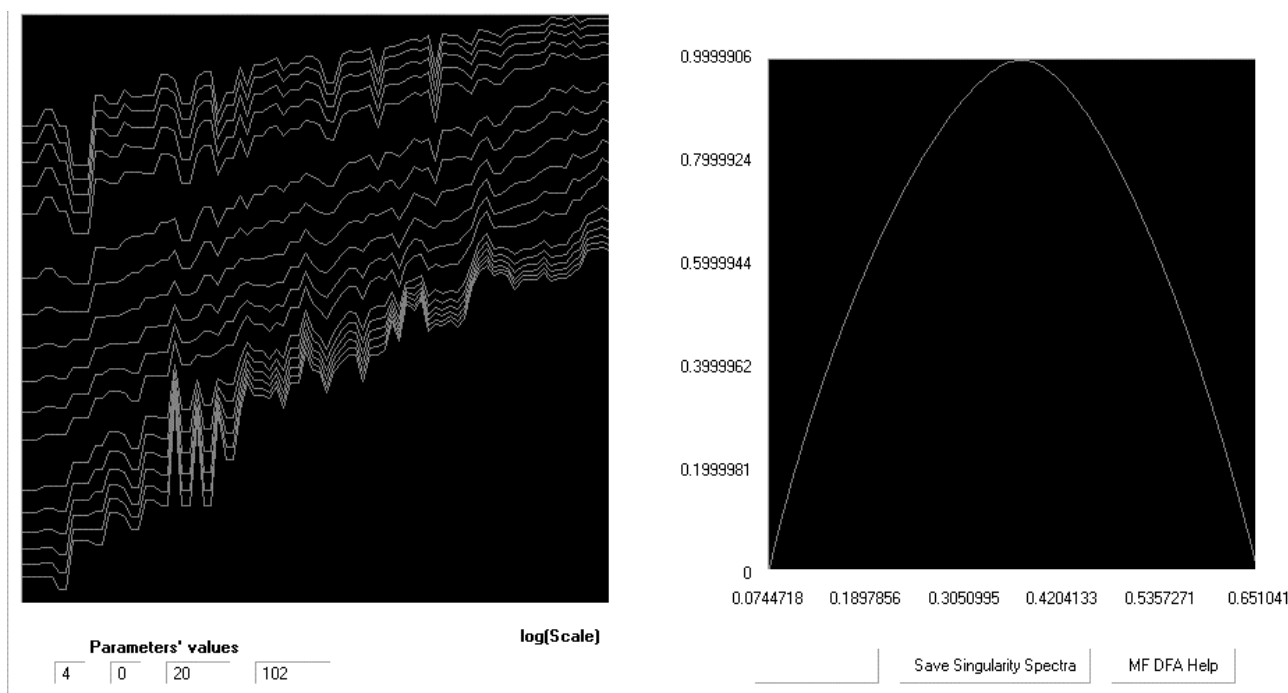


Рис. 1. Мультифрактальний спектр сингулярності індексу DAX за період 2014-2015
 Джерело: розраховано автором за допомогою програми SpectrAnalyzer на основі даних Yahoo Finance [7]

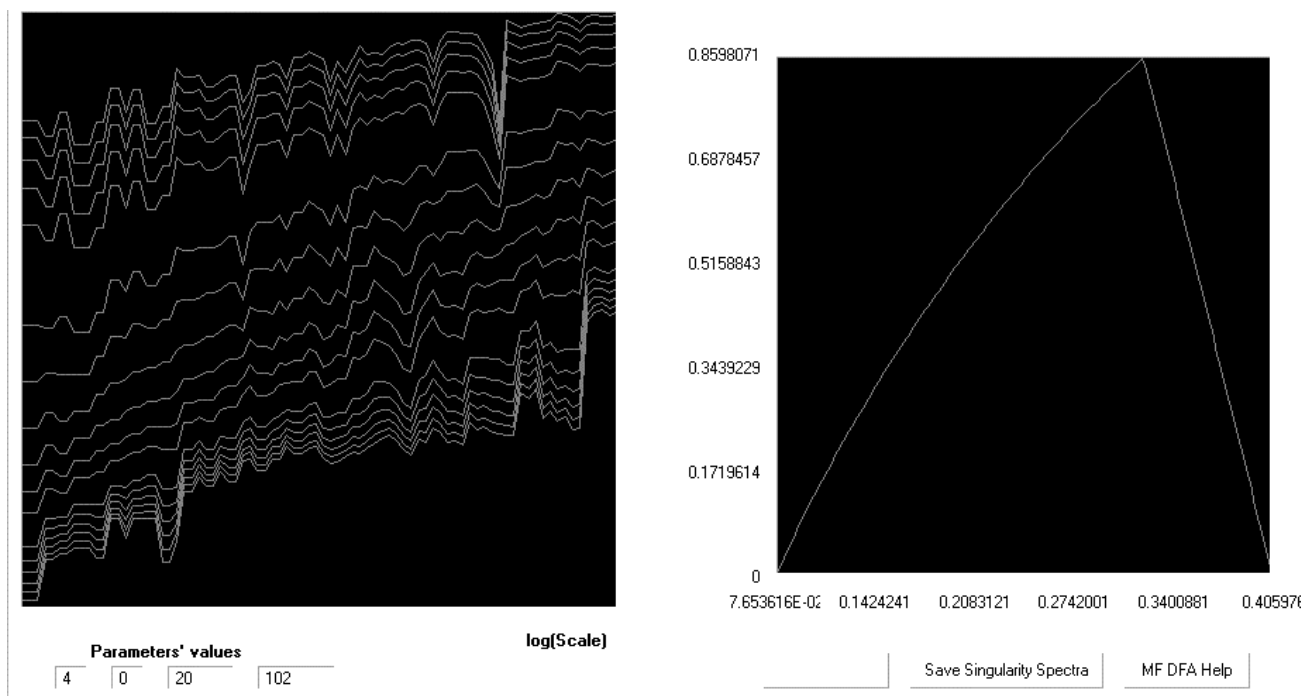


Рис. 2. Мультифрактальний спектр сингулярності індексу FTSE за період 2014-2015
 Джерело: розраховано автором за допомогою програми SpectrAnalyzer на основі даних Yahoo Finance [7]

Флуктуаційні функції мультифрактальних часових рядів не паралельні між собою, а коефіцієнт Херста – змінюється в значних межах, а спектр сингулярності має параболічний вигляд [1, с. 64].

Висновки та подальші дослідження. Нелінійні методи аналізу і моделювання краще пояснюють динаміку і розвиток складних систем. Складною системою є фінансові ринки, економіка країни тощо. Тому актуальним є дослідження динаміки фондових індексів Європи за допомогою мультифрактального аналізу. В процесі дослідження було виявлено, що фондові індекси мають фрактальні властивості і є мультифракталами.

У подальших дослідженнях планується розглядати фондовий ринок разом із валютним та ринком нафтопродуктів, дослідити їх взаємовплив та синхронізацію з іншими фінансовими ринками, як

в середині країни, так і на глобальному рівні. Також важливо дослідити динаміку часових рядів до кризи, в період кризи та після тому, що це може дати важливу інформацію щодо прогнозування майбутньої їх динаміки. А також поведінку часових рядів у різних часових вікнах.

Література

1. Дегтяренко І.В. Алгоритм поиска интервалов монофрактальности в неоднородных фрактальных процессах / И.В. Дегтяренко, А.М. Гарматенко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2014 – № 37. – С. 59-67.
2. Дубовиков М.М. О фрактальном анализе хаотических временных рядов / М.М. Дубовиков, Н.А. Старченко // Вестник РУДН, Серия Прикладная и компьютерная математика, Т. 3, № 1, 2004. – С. 30–44.
3. Кириченко Л.О. Исследование выборочных характеристик, полученных методом мультифрактального флуктуационного анализа / Л.О. Кириченко // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: зб. наук. пр. – 2011. – № 54. – С. 101–111.
4. Кравець Т.В. Моделювання доходностей фондових індексів методами вейвлет-аналізу / Т.В. Кравець // Бізнес Інформ. – 2013. – № 7. – С. 104–109.
5. Любушин А.А. Исследование случайных флуктуаций геофизических полей [Электронный ресурс] / А.А. Любушин. – Режим доступа: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/Lectons/Lyubushin.pdf
6. Николаева Е.В. Города как фрактальные перекрестки мира / Е.В. Николаева // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. – 2012. – № 3. – С. 92-106.
7. Офіційний сайт Yahoo! На якому відображається щоденний стан фінансових ринків провідних країн світу [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://finance.yahoo.com/>
8. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике / Э. Петерс. – М. : Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
9. Синергетичні та економічні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем [Електронний ресурс] / [В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловйов, О.Д. Шарапов]. – Ч. : Брама-Україна, 2010. – 287 с. – Режим доступа: <http://kafek.at.ua/Monogr.pdf>
10. Сірош А.В. Мультифрактальний аналіз фондового ринку / А.В. Сірош, Д.Є. Семьонов // Моделювання та інформаційні системи в економіці : зб. наук. праць, М-во освіти і науки, молоді та спорту України, ДВНЗ "Київський нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана"; відп. ред. В. К. Галіцин. – 2012. – № 87. – С. 201–210.
11. Старченко Н.В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов: дис. кандидата физ.-мат. наук: 01.01.03 / Старченко Николай Викторович. – Москва, 2005. – 122 с.
12. Jizba P. Methods and Techniques for Multifractal Spectrum Estimation in Financial Time Series May 2013. [Electronic resource] / P. Jizba, J. Korbel. – Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering Czech Technical University in Prague, 2013. – Mode of access: http://www.lorentzcenter.nl/lc/web/2013/566/presentations/Contributed%20talk_Korbel.pdf
13. Kravets T. The synchronization effects of stock indices dynamics in the multifractal analysis using the wavelet technology. 2014. [Electronic resource] / T. Kravets, O. Liashenko. – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, 2014 – Mode of access: <http://economice.ulbsibiu.ro/revista.economica/archive/66205kravets&liashenko.pdf>

References

1. Degtiarenko, I.V. and Garmatenko, A.M. (2014), "The algorithm of search heterogeneous intervals monofractal fractal processes", *Zbirnyk naukovykh prats DonIzt*, no. 37, pp. 59-67.
2. Dybovnikov, M.M. (2004), "About fractal analysis of chaotic time series", *Vestnik RUDN, seria Prikladnaia i kompiuternaia matematika*, vol. 3, no. 1, pp. 30–44.
3. Kyrychenko, L.O. (2011), "Study sample characteristics obtained by using multifractal fluctuation analysis method", *Visnyk NTUU KPI*, no. 54, pp. 101–111.
4. Kravets, T.V. (2013), "Modeling of stock indexes using wavelet-analisis methods", *Biznes inform*, no. 7, pp. 104-109.
5. Lyubushin, A. (2015), "The study of random fluctuations of geophysical fields", available at: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/Lectons/Lyubushin.pdf (access date February 20, 2016).
6. Nikolaeva, E.V. (2012), "Cities like fractal corners of the world", *Labirint. Zhurnal sotsialno-gumanitarnykh issledovaniy*, no. 3, pp. 92-106.
7. The official website for Yahoo! which displays daily state of financial markets leading countries, available at: <https://finance.yahoo.com/> (access date February 22, 2016).
8. Peters, E. (2004), *Fraktalnyy analiz finansovykh rynkov: Primeneniye teorii Khaosa v investitsiyakh i ekonomike* [Fractal analysis of financial markets: the application of chaos theory in the investment and the economy], Internet-treyding, Moscow, Russia, 304 p.
9. Derbentsev, V.D., Serdiuk, O.A., Soloviov, V.M. and Sharapov, O.D. (2010), *Synerhetychni ta ekonomichnykh metody doslidzhennia dynamichnykh ta strukturnykh kharakterystyk ekonomichnykh system* [Synergistic and econophysics research methods of dynamic and structural characteristics of economic systems], Brahma-Ukraina, Cherkassy, Ukraine, 287 p., available at: <http://kafek.at.ua/Monogr.pdf> (access date 22 February 2016).
10. Sirosh, A.V. and Semonov, D.Ye. (2012), "Multifractal analysis of stock market", *Modeliuvannia ta informacii ni systemy v ekonomitsi*, no. 87, pp. 201–210.
11. Starchenko, N.V. (2005), "The index of the fractal and local analysis of chaotic time series", *Ph.D. dissertation, Mathematical physics, Engineering-physics institute of Moscow*, Moscow, Russia.

12. Jizba, P. and Korbel, J. (2013), "Methods and Techniques for Multifractal Spectrum Estimation in Financial Time Series", available at: http://www.lorentzcenter.nl/lc/web/2013/566/presentations/Contributed%20talk_Korbel.pdf (access date February 22, 2016).

13. Kravets, T. and Liashenko, O. (2014), "The synchronization effects of stock indices dynamics in the multifractal analysis using the wavelet technology", available at: <http://economice.ulbsibiu.ro/revista.economica/archive/66205kravets&liashenko.pdf> (access date February 22, 2016).

*Рецензент: д.е.н., професор Київського національного
університету імені Тараса Шевченка О.І. Ляшенко*