

УДК 330.4

О. І. Ляшенко,
 д. е. н., проф. кафедри економічної кібернетики, економічного факультету,
 Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ
 К. І. Крижун,
 аспірант кафедри економічної кібернетики, економічного факультету,
 Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ФОНДОВИХ ІНДЕКСІВ США

O. Lyashenko,
 Doctor of economic sciences, Professor of Economic cybernetics department,
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv
 K. Krytsun,
 Phd student of Economic cybernetics department,
 Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

MULTIFRACTAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF US STOCK INDEXES

У статті досліджено динаміку фондових індексів Американського фондового ринку таких, як: Dow Jones, SP500, NASDAQ з 2006 по 2015 роки.

Використано такий інструмент дослідження, як мультифрактальний аналіз та R/S аналіз для аналізу та дослідження фрактальних властивостей фондових індексів. Розглянуто роботи науковців та дослідників, що використовують такий інструмент дослідження, як мультифрактальний аналіз. Для фінансових часових рядів було здійснено розрахунки коефіцієнту Херста. Встановлено, що часові ряди характеризуються такою властивістю, як персистентність. Досліджено мультифрактальні властивості фондових індексів, а також проведено розрахунки мультифрактального спектру сингулярності. Графічно зображено флуктуаційні функції індексів. Обґрунтовано доцільність застосування мультифрактального аналізу у дослідженні динаміки фондових індексів США. Окреслено подальші плани та ідеї у дослідженні фінансових індикаторів та їх взаємовпливу, синхронізації, а також взаємоз'язку з іншими фінансовими ринками.

The paper investigates the dynamics of the stock indexes such as Dow Jones, SP500, NASDAQ from 2006 to 2015 years. The study uses such mathematical instrument such as multifractal analysis and R/S analysis for investigate fractal properties of the stock indexes. The research highlights recent papers of the scientist and explorers which use in their studies instrument for discover such as multifractal analysis. The Herst coefficient was calculated for Dow Jones, SP500, NASDAQ stock indexes. The paper shows multifractal characteristics of the time series and that they have such property as persistence. The work studies multifractal spectrum of singularity. The research shows graphically the fluctuation functions of the time series. The perspective of using multifractal analysis in the exploring the US stock indexes was described in the research. Author outline further plans and ideas in the study of financial indicators and their interference, synchronization and correlation with other financial markets.

Ключові слова: фінансові індикатори, динаміка фондових індексів США, мультифрактальний аналіз, фондовий ринок, фондові індекси, індекс Херста.

Key words: financial indicators, the dynamics of the US stock indexes, multifractal analysis, stock market, stock index, the index of Herst.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні соціально-економічні системи характеризуються такими властивостями, як синергія, емергентність, хаотичність. Тому дослідження таких систем стає складним за допомогою лінійних методів. На сьогодні актуальними методами дослідження і моделюван-

ня фінансових ринків є методи нелінійної динаміки такі, як вейвлет аналіз та мультифрактальний аналіз. У даній роботі використовується мультифрактальний аналіз фондових індексів США. Отримавши результати за допомогою цього методу, можна побудувати модель еволюції системи та прогнозувати кризові стани. Надзви-

Таблиця 1. Індекс Херста для NASDAQ

Розмір	RS(avg)	log(Розмір)	log(RS)
511	31,508	8,9972	4,9776
255	19,093	7,9944	4,255
127	11,707	6,9887	3,5493
63	8,6944	5,9773	3,1201
31	5,9319	4,9542	2,5685
15	3,7408	3,9069	1,9033
Результати регресії (n = 6)			
	коєф.	Ст. похибка	
Константа	-0,39628	0,15342	
Кут. коєф.	0,5861	0,022902	
Оцінка моделі індекс Херста	0,586099		

чайно велика кількість робіт присвячено дослідженню фондових ринків, проте вибір напряму дослідження обумовлений недостатнім висвітленням результатів та їх інтерпретації, а також для отримання найактуальнішої інформації.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Мультифрактальний аналіз ще недосконало вивчений інструмент дослідження і сьогодні є актуальним. Дослідженню економічних явищ та процесів за допомогою мультифрактального аналізу фінансових ринків присвячено наукові роботи значної кількості як вітчизняних, так й іноземних вчених та науковців.

Т.В. Кравець [8] та О.І. Ляшенко [12] досліджують ефекти синхронізації на фондових ринках, валютного ринку за допомогою мультифрактального аналізу з вейвлет перетвореннями. В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловйов, О.Д. Шарапов[6] у своїй роботі описують мультифрактальні методи для досліджень складних соціально-економічних систем та їх динаміку, а також інші методи нелінійного моделювання. А.В. Сірош, Д.Є. Семьонов [9] 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 [5], Я. Корбел та П. Джизба [11], Л. Кириченко [10], М. Дубовиков [6], А. Марков, К. Кривоносова, А. Любушин [3].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Завдання дослідження полягає у дослідженні динаміки фондових індексів таких, як: Dow Jones IA, SP500, NASDAQ з 2006 по 2015 роки, використовуючи мультифрактальний аналіз. Виявити фрактальні властивості досліджуваних часових рядів. Здійснити розрахунки мультифрактального спектру сингулярності та індексу Херста. Обґрунтувати доцільність застосування мультифрактального аналізу у дослідженні динаміки фондових індексів США.

НЕВИРШЕНІ ЧАСТИНИ ПРОБЛЕМИ

Існує нечіткість у інтерпретації отриманих результатів досліджень у економічній сфері дослідження, хоч і на сьогодні є значна кількість досліджень. Це зумовлює проведення аналізу вже існуючих моделей та праць в цій сфері та їх вдосконалення, чи побудова нових моделей динаміки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Часові ряди, які добре описуються формулою Херста, характеризуються фрактальністю [1, с. 20].

Таблиця 2. Індекс Херста для DJIA

Розмір	RS(avg)	log(Розмір)	log(RS)
511	30,467	8,9972	4,9292
255	19,158	7,9944	4,2598
127	11,922	6,9887	3,5755
63	7,8213	5,9773	2,9674
31	5,5158	4,9542	2,4636
15	3,7697	3,9069	1,9144
Результати регресії (n = 6)			
	коєф.	Ст. похибка	
Константа	-0,47757	0,13333	
Кут. коєф.	0,59186	0,019904	
Оцінка моделі індекс Херста	0,591865		

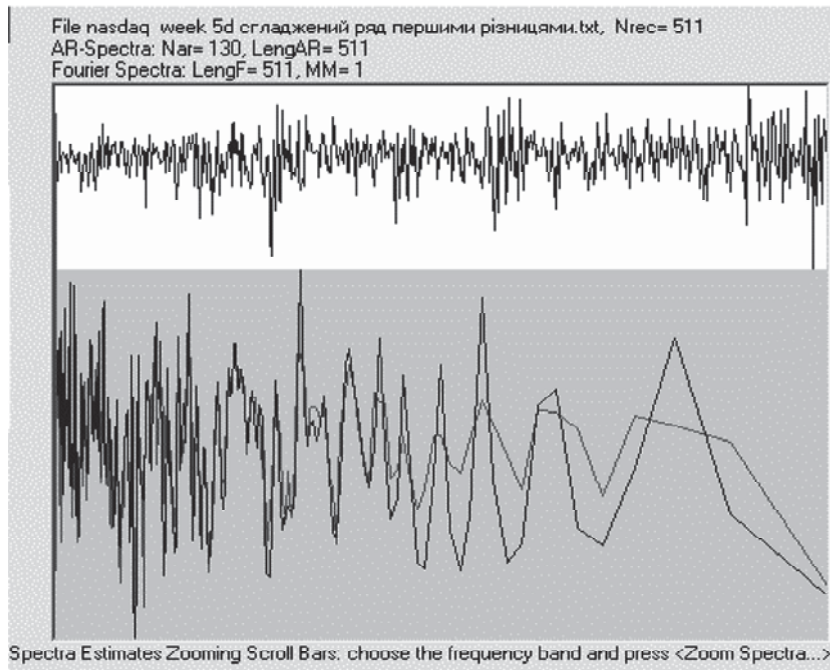


Рис. 1. Оцінка максимальної ентропії для NASDAQ

Фрактальна розмірність часових рядів відповідно: $D_{NASDAQ} = 1,413901$ та $D_{DJIA} = 1,408135$, якщо $D > 1$, то це свідчить про наявність фрактальної структури у досліджуваних часових рядах, вони є персистентними і будуть зберігати тенденцію.

На рисунках 1 та 2 графічно відображені: оцінка максимальної ентропії та допоміжна — Фур'є. Метод дозволяє отримати найбільш випадковий в заданих обмеженнях прогноз, який одночасно є й найбільш вірогідним.

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 [2].

На рисунках 3 та 4 побудовано мультифрактальні спектри сингулярності та динаміку зміни флуктуаційних функцій. Спектр сингулярності представляє інформативну статистику, що характеризує режим хаотичних флуктуацій досліджуваного часового ряду [3, с. 16].

Флуктуаційні функції мультифрактальних часових рядів не паралельні між собою, а коефіцієнт Херста — змінюється в значних межах, а спектр сингулярності має параболічний вигляд [4, с. 64].

Отже, в нашому випадку фондові індекси є мультифрактальними часовими рядами. Це означає, що часовий ряд містить у собі цілий комплекс фрактальних властивостей. Крім того, фондовий ринок не варто розглядати окремо від валютного та ринку, дорогоцінних металів, особливо значний вплив має ринок нафтопро-

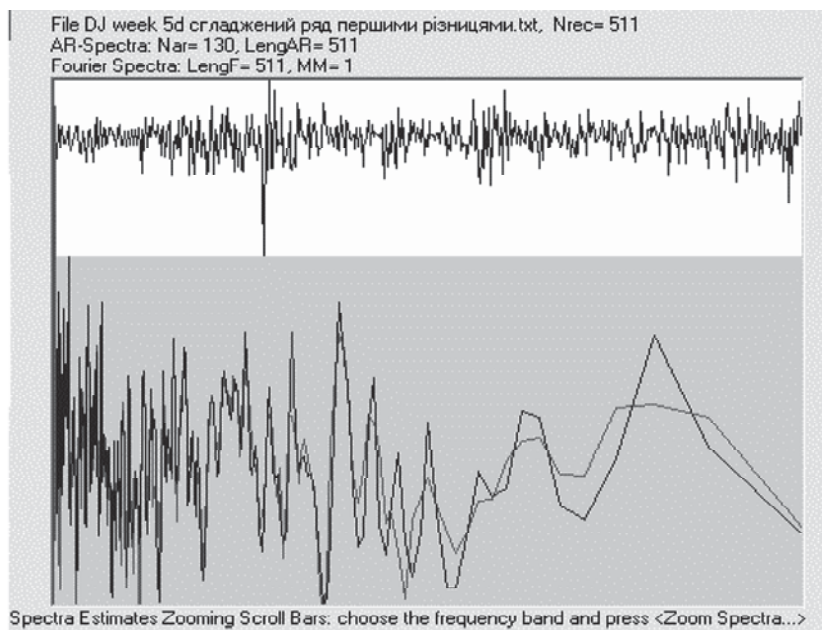


Рис. 2. Оцінка максимальної ентропії для DJIA

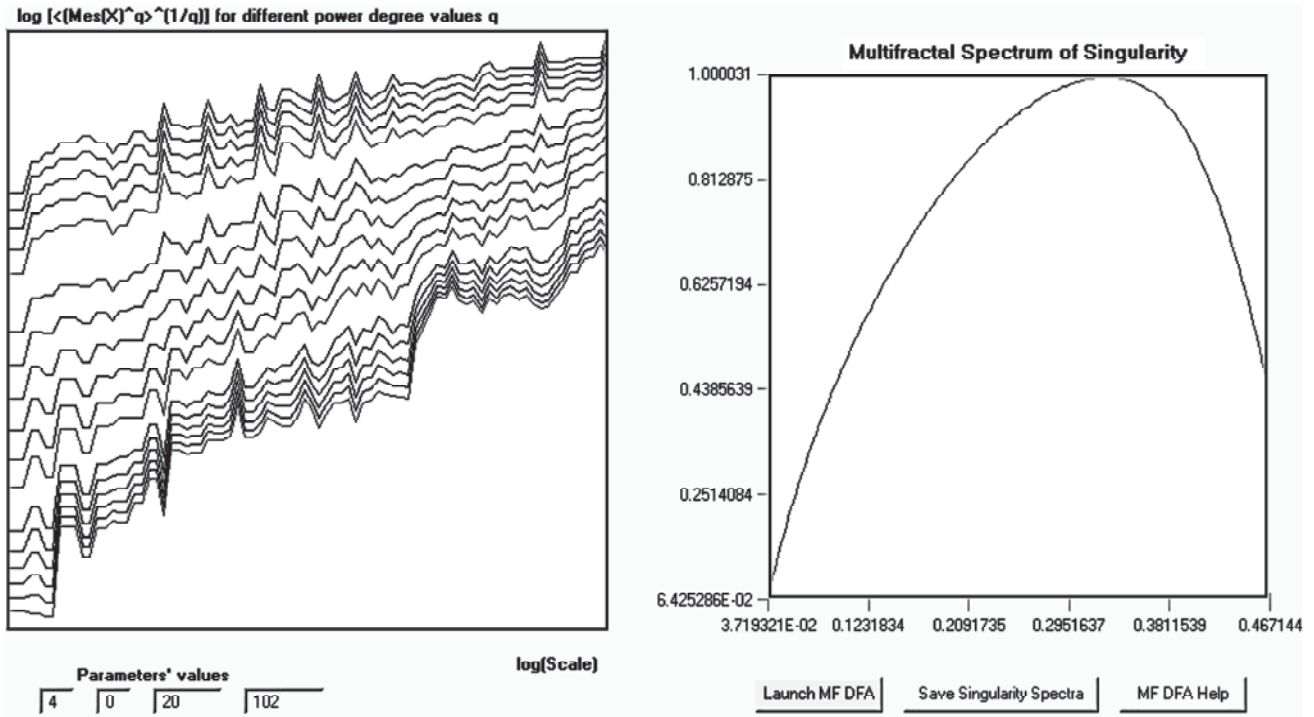


Рис. 3. Мультифрактальний спектр сингулярності індексу NASDAQ

дуктів на фондовий ринок США, адже ці ринки взаємопов'язані і зміни в одному з них спричинять зміни в іншому. А тому є потреба у дослідженні їх фрактальних властивостей на різних часових проміжках.

ВИСНОВКИ З ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОДАЛЬШІ ПЕРСПЕКТИВИ

Нелінійні методи аналізу і моделювання краще пояснюють динаміку і розвиток складних систем. Склад-

ною системою є фінансові ринки, економіка країни тощо. Тому актуальним є дослідження динаміки фондових індексів США за допомогою мультифрактального аналізу. В процесі дослідження було виявлено, що фондові індекси мають фрактальні властивості і є мультифракталами. Мультифрактали є складними для дослідження порівняно з монофракталами.

У подальших дослідженнях планується розглядати фондовий ринок разом із валютним та ринком нафто-

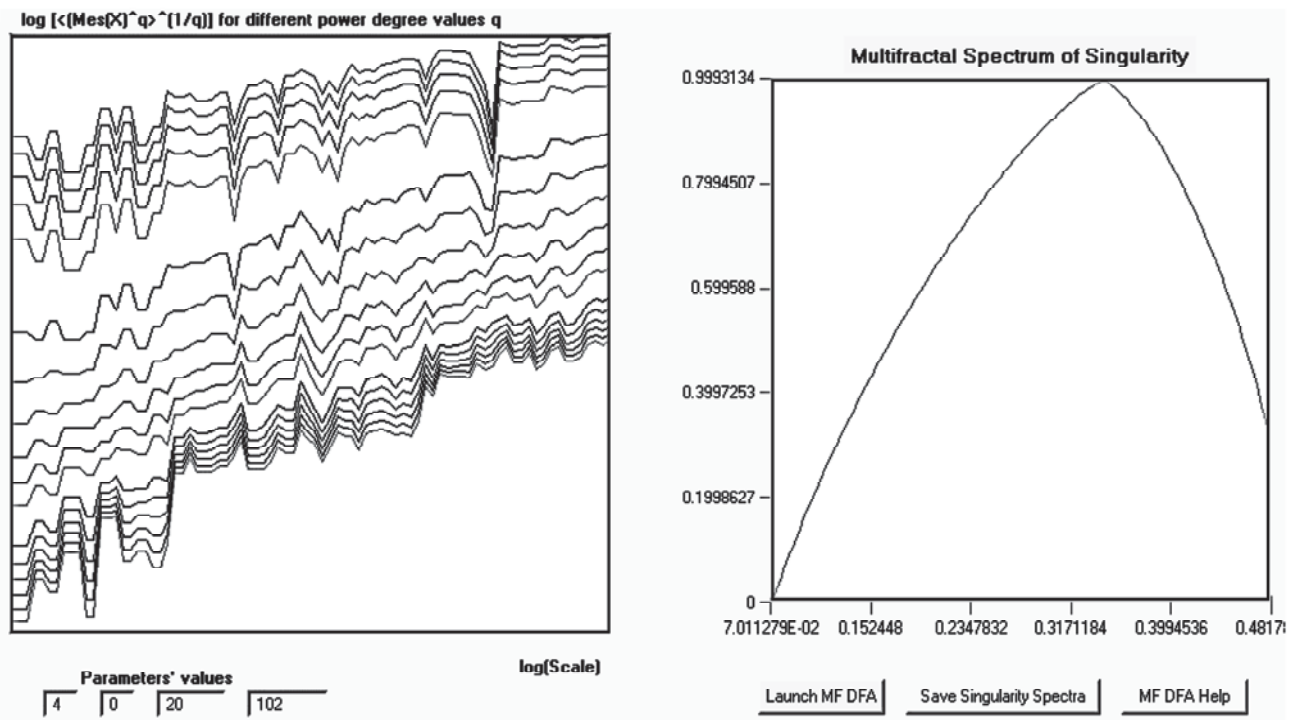


Рис. 4. Мультифрактальний спектр сингулярності індексу DJIA

продуктів, дослідити їх взаємовплив та синхронізацію з іншими фінансовими ринками. 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.

Література:

1. 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.
2. Николаева Е.В. Города как фрактальные перекрестки мира / Е.В. Николаева // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований: Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. — 2012. — №3. — С. 92—106.
3. Любушин А.А. Исследование случайных флуктуаций геофизических полей — [Электронный ресурс] — режим доступа: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/Lectons/Lyubushin.pdf
4. Дегтяренко И.В., Гарматенко А.М. Алгоритм поиска интервалов монофрактальности в неоднородных фрактальных процессах / И.В. Дегтяренко, А.М. Гарматенко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. — 2014. — № 37. — С. 59—67.
5. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике / Э. Петерс. — М.: Интернет-трейдинг, 2004. — 304 с.
6. 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.
7. Дербенцев В.Д. Синергетичні та економічні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем / [В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловйов, О.Д. Шарапов]. — Черкаси: Брама-Україна, 2010. — 287 с.
8. Кравець Т.В. Моделювання доходностей фондових індексів методами вейвлет-аналізу / Т.В. Кравець // Бізнес Ін-форм. — 2013. — № 7. — С. 104—109.
9. 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.
10. Кириченко Л.О. Исследование выборочных характеристик, полученных методом мультифрактального флуктуационного анализа // Вісник НТУУ "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка: зб. наук. пр. — 2011. — № 54. — С. 101—111.
11. Jizba P., Korbek J. Methods and Techniques for Multifractal Spectrum Estimation in Financial Time Series May 2013. [Electronic resource] — [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_Korbek.pdf
12. Kravets T., Liashenko O. The synchronization effects of stock indices dynamics in the multifractal

analysis using the wavelet technology. 2014. [Electronic resource] — [Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, 2014]. — Mode of access: <http://economics.ulbsibiu.ro/revista.economica/archive/66205-kravets&liashenko.pdf>

References:

1. Starchenko, N.V. (2005), "Indeks fractalnosti i lokalnyi analiz haoticheskikh vremennykh ryadov", Abstract of Ph.D. dissertation, mathematical physics, Engineering-physics institute of Moscow, Moscow, Russia.
2. Nikolaeva, E.V. (2012), Goroda kak fraktal'nye perekrestki mira / Nikolaeva E.V. // Labirint. Zhurnal socialno-gumanitarnykh issledovaniy, vol. №3, Ivanovo, Russia, pp. 92—106.
3. Lyubushin, A. Issledovanie sluchaynykh fluktuacij geofizicheskikh polej. [Electronic resource] — mode access: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/Lectons/Lyubushin.pdf
4. Dehtiarenko, I.V. Garmatenko, A.M. (2014), Algoritm poiska intervalov monofraktalnosti v neodnorodnykh fraktalnih processah. Zbirnyk naukovykh prac DonIzT, vol. № 37, pp. 59—67.
5. Peters, E. (2004), Fraktalnyj analiz finansovykh rinkov: priminenie teorii haosa v investiciyah i v ekonomike. Internet trading, Moscow, p. 304.
6. Dybovnikov, M. M. (2004), O fraktalnom analize haoticheskikh vremennykh ryadov. Vestnik RUDN. Seria Prikladnaya i kompjuternaia matematika, vol. 3, № 1, pp. 30—44.
7. Derbencev, V.D. (2010), Synergetychni ta ekonomichni metody doslidzhennia dunamichnykh ta strukturnykh harakterystyk ekonomichnykh system, Brama-Ukraina, Cherkassy, p. 287.
8. Kravets, T.V. (2013), Modelyvannia dohodnostei fondovykh indeksiv metodamu veivlet-analizu, Biznesinform, Kyiv, vol. 7, pp. 104—109.
9. Sirosh, A.V. (2012), Mulytfrachtalniy analiz fondovogo rynku. Modeluvannia ta informacijni system v ekonomici. Zbiryk naukovykh prats, Kyiv, vol. № 87, pp. 201—210.
10. Kyrychenko, L.O. (2011), Issledovanie viborochnykh harakteristik, poluchenim metodom myltifrachtalnogo fluktuacionnogo analiza. Visnyk NTUU "KPI", Kyiv, vol. № 54, pp. 101—111.
11. Jizba, P. Korbek, J. Methods and Techniques for Multifractal Spectrum Estimation in Financial Time Series May 2013 [Electronic resource]. — [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_Korbek.pdf
12. Kravets, T. Liashenko, O. The synchronization effects of stock indices dynamics in the multifractal analysis using the wavelet technology, 2014 [Electronic resource]. — [Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, 2014]. — Mode of access: <http://economics.ulbsibiu.ro/revista.economica/archive/66205kravets&liashenko.pdf>

Стаття надійшла до редакції 29.02.2016 р.