

Збірник наукових праць

9. Internet live stats. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.internetlivestats.com/internet-users/>
10. Douglas Galbi (purple motes) and IAB Internet Advertising Revenue Report, FY 2015. [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.scribd.com/document/310075259/IAB-Internet-Advertising-Revenue-Report>
11. Что такое Real-Time Bidding. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://konverta.ru/how>
12. Канаракус, Крис. Машина Больших Данных. Сети, № 04, 2011. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.webcitation.org/6AOq8Azix>
13. Introduction to online machine learning: Simplified. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.analyticsvidhya.com/blog/2015/01/introduction-online-machine-learning-simplified-2/>
14. Riedman J. H. Regularization paths for generalized linear models via coordinate descent / Riedman J. H., Hastie T., Tibshirani R. / Journal of Statistical Software. 2010. Vol. 33, no. 1, pp. 1–22
15. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ / Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К./ 2-е издание, М.: Вильямс, 2005, с. 442-478.

УДК 330.4

О.І. Ляшенко, К.І. Крицун

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ФОНДОВОГО ІНДЕКСУ ПФТС НА ФІНАНСОВОМУ РИНКУ УКРАЇНИ НА РІЗНИХ ЧАСОВИХ ВІКНАХ З 2001 ПО 2016 РОКИ

У статті досліджено динаміку фондового індексу ПФТС з 2001 по 2016 роки. Застосовано мультифрактальний аналіз та R/S-аналіз, як інструменти аналізу динаміки фінансових часових рядів. Здійснено розрахунок індексу Херста за допомогою програмного пакету Gretl. Виявлено мультифрактальні властивості ряду за допомогою програми SpectrAnalyzer. Графічно

Збірник наукових праць

відображено розрахунки мультифрактального спектру сингулярності та флуктуаційних функцій за період з 2001 по 2016 роки.

Ключові слова: *мультифрактальний аналіз, фондовий ринок, фондові індекси, фінансовий ринок, нелінійні методи дослідження, динаміка фондових індексів, фінансові індикатори.*

В статье исследована динамика фондового индекса ПФТС с 2001 по 2016 годы. Используются мультифрактальный анализ и R/S-анализ как инструменты анализа динамики финансовых временных рядов. Произведен расчет индекса Херста с помощью программного пакета Gretl. Выявлены мультифрактальные свойства ряда с помощью SpectrAnalyzer. Графически отображены расчеты мультифрактального спектра сингулярности и флуктуационных функций за период с 2001 по 2016 годы.

Ключевые слова: *мультифрактальный анализ, фондовый рынок, фондовые индексы, финансовый рынок, нелинейные методы исследования, динамика фондовых индексов, финансовые индикаторы.*

The paper investigates the dynamics of PFTS stock index since 2006 to 2016 years. The study uses multifractal analysis and R/S-analysis as mathematical instrument of exploring financial time series dynamics. The Hurst coefficient was calculated for PFTS index using Gretl. The paper shows multifractal characteristics of the time series. The work calculates multifractal spectrum of singularity and shows with graphs fluctuation functions of the time series since 2001 to 2016 using program SpectrAnalyzer.

Keywords: *multifractal analysis, stock market, stock indexes, financial market, nonlinear methods, the dynamics of stock indexes, financial indicators.*

Актуальність

Фондовий ринок – це важлива підсистема економіки країни, завдяки якій полегшується забезпечення стійкого економічного зростання й стабільності за допомогою залучення інвестицій та перерозподілу їх у реальний сектор економіки країни.

Постійний розвиток та зростання і ефективне функціонування, стабільність в кризові періоди на фондовому ринку сприяють прискоренню обороту капіталу, прискоренню економічних процесів, розвитку національної економіки, зростанню обсягів ВВП. Тому дослідження динаміки такого фінансового індикатора, як фондовий індекс ПФТС є актуальним завданням.

Традиційними методами прогнозування динаміки фондового ринку є фундаментальний та технічний аналіз, проте вони не можуть бути застосовані в повному обсязі. Фундаментальний аналіз, який передбачає знання реальних значень всіх основних фінансових показників компаній-емітентів у випадку українського фондового ринку застосовувати складно через нестачу достовірної інформації.

Технічний аналіз є інструментом, позитивні якості якого можуть реалізуватися тільки в розвинутій ринковій економіці.

Іншим методом дослідження є фрактальний аналіз.

Теорія фрактального ринку бере початок з теорії хаосу і трансформувалась у напрям «фрактальна динаміка», що досліджує динаміку цілісних структур та систем, які є самоподібними із зміною цих систем у часі, а структура та форма системи зберігаються [1]. Теорія фрактального ринку отримала наукове обґрунтування після опублікування праці Б.Мандельброта «Фрактальна геометрія природи» [2].

На сучасному етапі досліджень все частіше використовуються нелінійні методи та інструменти в прогнозуванні та аналізі фінансово-економічних систем. Дані системи є складними та мають такі властивості: синергія, емерджентність, хаотичність. Застосування нелінійних методів дослідження дозволяє на якісно іншому рівні інтерпретувати динаміку такої складної системи як фондовий ринок у зв'язку з тим, що більшість лінійних методів не враховують випадкову компоненту, яка є чи не найважливішою у дослідженні фінансових часових рядів.

Для дослідження динаміки фінансового індикатора, яким є фондовий індекс ПФТС, застосовується метод мультифрактального аналізу задля виявлення фрактальних властивостей на часовому проміжку з 2001 по 2016 роки.

Немало праць присвячено дослідженню фондових ринків. У роботах [3, 4] досліджено ефекти синхронізації часових рядів на фондових та валютних ринка за допомогою мультифрактального аналізу з вейвлет перетвореннями. У роботі [5] описано мультифрактальні методи досліджень складних соціально-економічних систем та динаміку часових рядів, а також інші методи нелінійного моделювання. У праці [6] застосовано мультифрактальний аналіз для дослідження фондових індексів США, Європи, Австралії та України.

Дослідженню фондових індексів, фондового ринку із застосуванням мультифрактального аналізу присвятили свої роботи такі вчені, як Е. Петерс [7], Я. Корбел та П. Джизба [8], М. Ауслус [9], П. Караіані [10], Л. Кириченко [11], М. Дубовиков [12], А. Марков, К. Кривоносова, А. Любушин [13], В. Романов, В. Слепов, М. Бадріна, А. Федеряков [14].

Результати попередніх досліджень та їх інтерпретація є невичерпними, крім того є необхідність у актуальній інформації.

Мета дослідження – виявити, що досліджуваний фінансовий індикатор має фрактальні властивості та з'ясувати їх характер.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі дослідження:

1. Виявити чи має часовий ряд фрактальні властивості за допомогою розрахунку індексу Херста у програмному середовищі Gretl.

2. Відповідно, якщо часовий ряд є фракталом, дослідити його на мультифрактальність за допомогою програмного пакету SpectrAnalyzer.

Виклад основного матеріалу

Для дослідження обрано часовий ряд, що являє собою значення фондового індексу ПФТС за період з 2001 по 2016 роки. Після перевірки досліджуваних даних на наявність одиничного кореня за критерієм Дікі-Фуллера було виявлено, що часовий ряд, що описує поведінку індекса ПФТС, є нестационарним рядом. Тому для аналізу динаміки фінансового індикатора, яким є індекс ПФТС, було вирішено досліджувати його дохідність.

Фінансові системи являють собою один із прикладів таких систем, в яких досліджувані дані не є нормально розподіленими, чи хоча б наближеними до нормального розподілу даних.

За критерієм Жака-Бера підтверджено, що фондовий індекс ПФТС, а саме його дохідність, не є нормально-розподіленою. Оскільки $p\text{-value} < 0,05$, то гіпотеза про те, що дані розподілені за нормальним законом відхиляється.

Збірник наукових праць

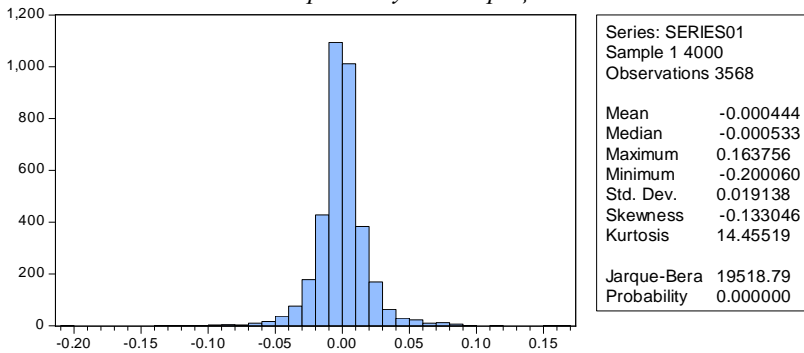


Рис. 1. Тест Жака-Бера на нормальність розподілу даних для доходності ПФТС

Джерело: Побудовано на основі розрахунків авторів

Тому для аналізу 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 наявність довгострокової пам'яті.

$$\frac{R}{S(x)} = an^H, \quad (1)$$

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. На рис.2 відображено результати розрахунків за формулою (1).

Можна побачити, що на більшості часових проміжків індекс Херста $H > 0,5$. Це свідчить про те, що у досліджуваного часового ряду наявна фрактальна структура та ряд є персистентним.

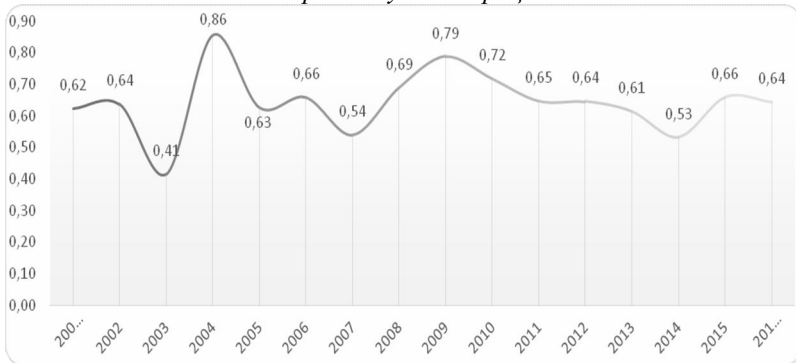


Рис. 2. Динаміка індексу Херста для дохідності ПФТС для монофрактальних часових рядів

Джерело: Побудовано на основі розрахунків авторів

Персистентність означає, що часові ряди характеризуються пам'яттю і будуть зберігати тенденцію.

Проте цікавим є те, що у 2007 та 2014 році значення індексу Херста ближче до 0,5, а це означає, що проявляються властивості броунівського руху. Якщо показник Херста на конкретному ринку дорівнює 0,5, то це підтверджує гіпотезу ефективного ринку, проте такі випадки є дуже рідкісними на практиці і швидше це є випадковістю, ніж закономірністю.

Цікавим також є те, що у 2003 році індекс Херста менший за 0,5, що свідчить про антиперсистентність, для такого ряду більш імовірна зміна попереднього напрямку (рис.3). Як бачимо, перед початком кризи значення індексу зростає, а з лагом в 1 рік починається різкий спад. Отже, отримані розрахунки індексу Херста для дохідності ПФТС є свого роду індикатором або передвісником кризи.



Рис. 3. Динаміка індексу ПФТС з 2007 по 2016 роки
Джерело: Отримано з сайту *Trading Economics* [16]

Часовий ряд може мати властивості монофрактала, або мультифрактала. Монофрактал – це часовий ряд який на різних проміжках характеризується однаковим коефіцієнтом масштабування. Мультифрактал – це комплекс фракталів, що змінюють один одного на різних проміжках із зміною скейлінгового параметру масштабування. [17]

За допомогою методу Мультифрактального аналізу детрендових флуктуацій можна визначити наявність мультискейлінга у рядів (у випадку його існування), що свідчить про використання для формування значень ряду композиції різних механізмів утворення цих значень.

Якщо узагальнений показник Херста $\alpha^* = const$, тоді можна говорити про те, що досліджуваний ряд є монофракталом на всіх або хоча б на деяких інтервалах часових вікон. Проте в нашому випадку значення α^* для індексу ПФТС змінюється на різних часових вікнах, отже, досліджуваний фінансовий індикатор проявляє властивості мультифрактального часового ряду. Висновок сформульований на основі рис. 4.

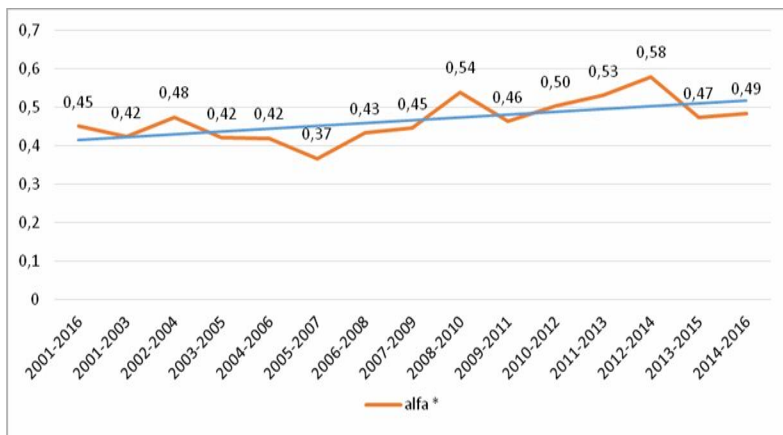


Рис. 4. Узагальнений показник Херста індексу ПФТС
Джерело: Побудовано на основі розрахунків авторів

При розрахунку спектру сингулярності отримано мінімальне та максимальне значення узагальненого індексу Херста, що відображено на рис. 5.

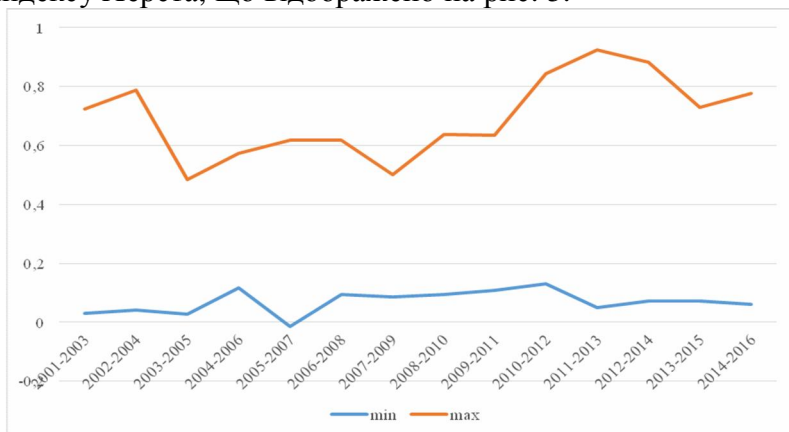


Рис. 5. Динаміка мінімальних та максимальних значень узагальненого індексу Херста для дохідності ПФТС
Джерело: Побудовано на основі розрахунків авторів

На рис. 5 видно, що під час кризових станів на фондовому ринку помітне звуження між мінімальним та максимальним значенням узагальненого індексу Херста та розширення в період поживлення на фондовому ринку з 2011 року, це підтверджує звіт Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку за 2011 рік. Так, обсяг торгів на ринку цінних паперів зріс у 1,5 рази у порівнянні з 2010 роком і становив 2 171,10 млрд грн, перевищивши таким чином обсяг ВВП країни на 854,50 млрд грн. Висока активність на біржовому ринку у 2011 році призвела до збільшення майже у 2 рази обсягу організованого фондового ринку, частка якого становила 13,16 % усіх операцій з цінними паперами в країні. За результатами торгів на організаторах торгівлі обсяг біржових контрактів з цінними паперами протягом 2011 року сягнув 235,44 млрд грн, тоді як у 2010 році цей показник становив 131,20 млрд грн [19].

Спектр сингулярності – це інформативна статистика, що характеризує режим хаотичних флуктуацій фінансового часового ряду.[12].

Для монофрактальних часових рядів флуктуаційні функції є паралельними між собою, а інтервал зміни коефіцієнта Херста наближається до нуля, спектр сингулярності наближається до ідеального у вигляді точки. Щодо мультифрактальних часових рядів, то їх флуктуаційні функції непаралельні між собою, коефіцієнт Херста коливається в значних межах, а спектр сингулярності має параболічний вигляд.[18].

Отже, дохідність фондового індексу ПФТС є часовими рядом, що має мультифрактальну структуру. Тобто, часовий ряд має цілий комплекс фрактальних властивостей (рис.6).

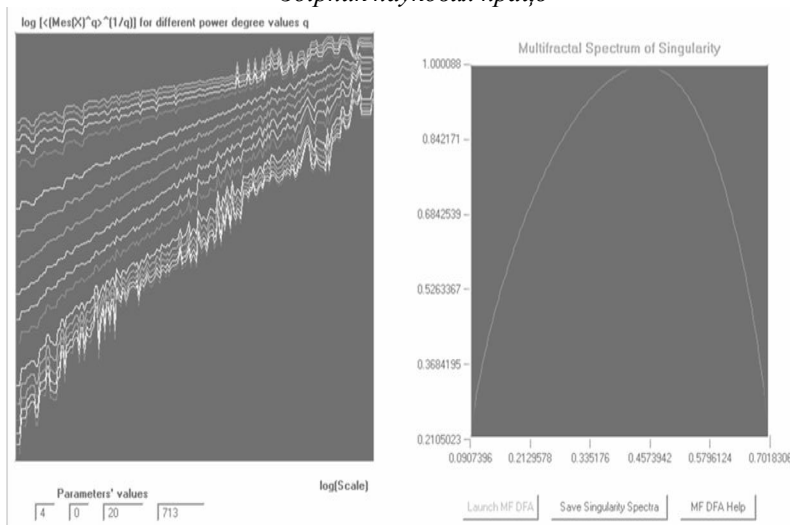


Рис.6. Мультифрактальний спектр сингулярності динаміки доходності індексу ПФТС

Джерело: Побудовано на основі розрахунків авторів

Також важливим моментом є те, що фондовий ринок варто розглядати у поєднанні з валютним ринком, ринком дорогоцінних металів, а також ринками тих товарів, якими торгує на фондовому ринку Україна. Це пояснюється тим, що наведені ринки взаємопов'язані між собою і взаємовпливають один на одного. Тому є потреба у дослідженні їх фрактальних властивостей на різних часових проміжках та явища когерентності між іншими фінансовими ринками України.

Висновок

Усі фінансові, соціально-економічні системи – це складні системи. Для дослідження динаміки складних систем нелінійні методи та інструменти аналізу та моделювання є більш потужними у порівнянні із лінійними, оскільки нелінійні методи краще пояснюють

динаміку складних систем. Було досліджено динаміку фондових індексів України за допомогою мультифрактального аналізу. В результаті дослідження виявлено, що фондові індекси мають фрактальні властивості, а також є мультифракталами. Крім того, індекс Херста можна використовувати як індикатор передкризового стану, що підтвердилось у 2007 та 2014 роках, після чого з лагом приблизно у рік на фондовому ринку України почалась криза. А фондовий індекс – це своєрідний барометр стану як фінансового ринку, так і економіки країни загалом.

Список використаних джерел

1. Фрактальний аналіз фінансових ринків [Електронний ресурс] / Нечітка логіка – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/ne4itkalogika/fraktalniy-analiz-finansovih-rinkiv/gipoteza-fraktalnogo-rinku>
2. Мендельброт, Б. Фрактальная геометрия природы [Текст] / Б. Мендельброт. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
3. Кравець, Т. В. Моделювання доходностей фондових індексів методами вейвлет-аналізу [Текст] / Т. В. Кравець // Бізнес Інформ. – 2013. – № 7. – С. 104-109.
4. Kravets T., Liashenko O. The synchronization effects of stock indices dynamics in the multifractal analysis using the wavelet technology [Текст] / T. Kravets, O. Liashenko // Revista Economica. – 2014. – Vol. 66, Is. 2. – P. 41-57.
5. Дубовиков, М. М. О фрактальном анализе хаотических временных рядов [Текст] / М.М. Дубовиков, Н.А. Старченко // Вестник РУДН, Серия Прикладная и компьютерная математика, Т. 3, № 1, 2004. – С. 30-44.
6. Сірош, А. В. Мультифрактальний аналіз фондового ринку [Текст] / А.В. Сірош, Д.Є. Семьонов // Моделювання та інформаційні системи в економіці : зб. наук. праць. — 2012. — № 87. — С. 201–210.
7. Петерс, Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике [Текст] / Э. Петерс. – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.

Збірник наукових праць

8. Jizba P., Korbel J. Techniques for Multifractal Spectrum Estimation in Financial Time Series [Текст] / P. Jizba, J. Korbel // *Int. J. of Design&Nature and Ecodynamics*. – 2015. – Vol. 10, No. 3. – P. 261-266.
9. Ausloos M. Statistical physics in foreign exchange currency and stock markets [Текст] / M. Ausloos // *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. – 2000. – Vol. 285, Is. 1-2. – P. 48-65.
10. Caraiani P. Evidence of Multifractality from Emerging European Stock Markets [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0040693> – 11.07.2012 – Загол. з екрана.
11. Кириченко, Л. О. Исследование выборочных характеристик, полученных методом мультифрактального флуктуационного анализа [Текст] / Л. О. Кириченко // *Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: зб. наук. пр.* – 2011. – № 54. – С.101–111.
12. Любушин А.А. Исследование случайных флуктуаций геофизических полей [Електронний ресурс] / Институт физики Земли РАН им. О.Ю.Шмидта. – Режим доступу: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/Lectons/Lyubushin.pdf – 2015 – Загол. з екрана.
13. Romanov V., Slepov V., Badrina M., Federyakov A. Multifractal Analysis And Multiagent Simulation For Market Crash Prediction [Електронний ресурс] / *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*. – Режим доступу: <http://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-information-and-communication-technologies/41/18898> – 2008.
14. Старченко, Н.В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов [Текст]: дис. кандидата фیز.-мат. наук: 01.01.03/ Н. В. Старченко; [Московский инженерно-физический ин-т] – М., 2005. – 122 с.
15. Park C., Hernandez-Campos F., Varron J.S., Donelson E. Long-Range Dependence in a Changing Internet Traffic Mix Prediction [Текст] / *Journal Computer Network/* - 2005. – Vol. 48, Is. 3. – P. 401-422.
16. Trading Economics [Електронний ресурс] /. – Режим доступу: <http://www.tradingeconomics.com/ukraine/stock-market>
17. Николаева, Е.В. Города как фрактальные перекрестки мира [Текст] / Е. В. Николаева // *Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований: Лабиринт*. – 2012. – №3. – С.92-106.

34 *Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем*

Збірник наукових праць

18. Дегтяренко, И. В. Алгоритм поиска интервалов монофрактальности в неоднородных фрактальных процессах [Текст] / И. В. Дегтяренко, А. М. Гарматенко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2014 – №37. – С.59-67.
19. Український фондовий ринок: впевненість, стійкість та зростання [Електронний ресурс] / Звіт НКЦПФР // № 468 від 03 квітня 2012 р. – Режим доступу: \www/: URL: http://www.nssmc.gov.ua/user_files/content/58/1340015412.pdf

УДК 338.26: 004.738.5(075)

М.В. Макарова

РОЗВИТОК СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОННОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ

У статті описано теоретико-методичні підходи до вирішення завдань розвитку систем електронної комерції (СЕК) та електронного бізнесу (СЕБ) в умовах невизначеності та ризику.

Ключові слова: Системи електронної комерції, системи електронного бізнесу, ризику розвитку систем електронної комерції і електронного бізнесу, стратегічні ризику, репутаційні ризику, ризику інформаційної безпеки.

В статье описаны теоретико-методические подходы к решению задач развития систем электронной коммерции (СЭК) и электронного бизнеса (СЭБ) в условиях неопределенности и риска.

Ключевые слова. Системы электронной коммерции, системы электронного бизнеса, риски развития систем электронной коммерции и электронного бизнеса, стратегические риски, репутационные риски, риски информационной безопасности.