

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА  
ШЕВЧЕНКА

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДУ «ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ НАН  
УКРАЇНИ»

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В. ГЕТЬМАНА

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВІЛЬНЮСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ЛИТВА)

**ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ  
РОЗВИТКУ СКЛАДНИХ СОЦІАЛЬНО-  
ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ**

**Монографія**

Бердянськ – 2015

**УДК 330.46**  
**ББК 65в641**  
**П 75**

Рекомендовано вченою радою економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

*(протокол №9 від 16 червня 2015 р.)*

Рекомендовано вченою радою факультету економіки та управління Бердянського державного педагогічного університету

*(протокол №13 від 30 червня 2015 р.)*

**Рецензенти:** **Геєць В.М.** - академік НАН України, доктор економічних наук, професор, директор ДУ “Інститут економіки та прогнозування НАН України”;

**Ковальчук К.Ф.** - доктор економічних наук, професор, декан економічного факультету Національної металургійної академії (м. Дніпропетровськ)

**П 75      Прикладні аспекти прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем:** Монографія / За ред. О. І. Черняка, П. В. Захарченка. – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В, 2015. – 384 с. Англ. мова, рос. мова, укр. мова.  
ISBN 978-617-7291-24-3

У монографії розглядаються сучасні підходи до прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем, а також перспективні напрями досліджень таких систем. Обґрунтовуються методологічні та конструктивні принципи ведення прогнозних досліджень, а також математичні методи прогнозування соціально-економічних процесів, трендів економічного зростання в Україні, сучасні інформаційні технології в прогнозуванні економічної інформації. Окремо увагу приділено питанням економічного прогнозування та управління курортними рекреаціями і туризмом в регіонах України.

Для фахівців в області моделювання, прогнозування, та управління складними соціально-економічними системами, а також викладачів, аспірантів і студентів економічних спеціальностей.

**УДК 330.46**  
**ББК 65в641**

**ISBN 978-617-7291-24-3**

© Колектив авторів, 2015

© Видавець Ткачук О.В., 2015

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. МІКРОЕКОНОМІЧНЕ ТА МАКРОЕКОНОМІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОГНОЗУВАННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ</b> .....	8
1.1. Моделювання трендів економічного зростання в Україні ...	8
1.2. Матричне узагальнення класичної моделі Харрода-Домара	30
1.3. Прогнозування інвестиційної діяльності регіону на основі мультиплікативного методу .....	40
1.4. Моделі прогнозування в системі стратегічного управління фінансовою діяльністю підприємства .....	50
1.5. Економіко-математичні методи оцінювання та управління якістю послуг банківських установ .....	64
1.6. Врахування фактору компліментарності нематеріальних активів в процесах впровадження інформаційних систем управління ресурсами підприємств .....	77
1.7. Вплив ефективності інноваційної діяльності українських підприємств на економічний розвиток .....	86
1.8. Комплексний аналіз та прогнозування динаміки ціни на металопродукцію .....	99
1.9. Измерение доверия: сравнительный анализ методов .....	118
1.10. Аналіз економічної діяльності держави на основі оцінки його інтелектуального левериджу .....	131
1.11. Економіко-математичні методи в дослідженні соціально- економічних аспектів функціонування електронних торговельних ринків .....	139
1.12. Мультифрактальний аналіз кризових явищ на фондових ринках .....	148
1.13. Інформаційне забезпечення виробничого процесу на підприємстві, як системи масового обслуговування .....	165
1.14. Проблеми розвитку лізингу в Україні .....	175
1.15. Экономическая и социальная ценность высшего образования .....	186
1.16. Аналіз моделей фінансової стійкості страхових компаній	194
1.17. Системний аналіз динаміки розвитку Світ-системи .....	204
1.18. Макромоделі прогнозування економіки України .....	213
<b>РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ КУРОРТНИМИ РЕКРЕАЦІЯМИ І ТУРИЗМОМ В РЕГІОНАХ</b> .....	229
2.1. Інформаційно-технологічне забезпечення управління клієнтами у туризмі .....	229

2.2. Модель управління інноваційним розвитком національного курортно-рекреаційного комплексу .....	238
2.3. Прогнозування розвитку громади на базі моделі взаємодії органів самоврядування та самоорганізації населення .....	249
2.4. Управління розвитком готельної сфери курортного міста ..	255
2.5. Застосування гравітаційних моделей та моделей потенціалів в курортно – рекреаційної сфері .....	271
2.6. Інноваційні технології в просуванні туристичного продукту	277
2.7. Теоретичні засади трансмісійного механізму монетарної політики і особливості його функціонування в Україні .....	285
2.8. Моделі управління позиковими коштами для забезпечення інноваційної діяльності курортно-рекреаційного комплексу ....	299
2.9. Застосування маржинального аналізу в управлінні фінансовими результатами суб'єктів підприємництва соціальної сфери .....	309
2.10. Проблеми та перспективи соціально-економічного розвитку периферійних районів сходу Запорізької області .....	320
2.11. Дослідження динаміки туристичної галузі України .....	331
2.12. Формування стратегії управління іміджем підприємства ..	341
2.13. Моделі ефективного управління ресурсами курортно-рекреаційних систем .....	349
2.14. Територіальний характер адміністративного планування розвитку міста на основі маркетингу .....	358
<b>ВІДОМОСТІ ПРО НАУКОВИЙ АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ</b>	<b>368</b>
<b>ANNOTATION</b> .....	<b>373</b>

## ПЕРЕДМОВА

Сучасний розвиток національної економіки пов'язаний з глибокими структурними перетвореннями у всіх сферах суспільного життя, трансформацією господарського комплексу України, здійсненням ефективної регіональної політики. Одним з найважливіших завдань цього процесу залишається пошук раціональних методів і способів активізації розвитку всіх видів діяльності, для яких існують необхідні умови і які по своїй соціальній результативності та економічній віддачі можуть скласти гідну конкуренцію на світовому ринку.

За підсумками 2014-2015 років економіка України фактично знаходилась в стагнації. У Всесвітньому економічному прогнозі, який готується за участю Міжнародного валютного фонду та інших міжнародних фінансових організацій, зазначено, що падіння економіки України в 2015 році очікується на рівні 9%. Також МВФ прогнозує річну інфляцію на рівні 46%. Міжнародні експерти підкреслили, що нинішня економічна ситуація обумовлена торішнім падінням економіки, яке зробило вплив на всі сектори життєдіяльності України і, в першу чергу, на курс гривні та зростання інфляції. В той же час, українські тенденції повторюють ситуацію, яка характерна для всіх країн СНД. «Економічний прогноз для держав СНД ґрунтується на середньому показнику падіння економік до 2,6% і двозначних показниках інфляції», - підкреслюють експерти.

При цьому наголошується, що в останні місяці в Україні поступово з'являються ознаки економічної стабілізації. Міжнародний валютний фонд прогнозує зростання економіки України за підсумками 2016 року на рівні 2% при інфляції в 10,6%. Слід зазначити, прогноз МВФ відповідає оцінкам Кабінету Міністрів України, які були обнародовані в рамках формування Основних напрямів бюджетної політики на 2016 рік. Уряд чекає зростання української економіки в 2016 році на рівні 2%, а інфляцію - на рівні 9%.

Сучасний стан економіки України, реформування економічних відносин, перспективи та переваги процесу інтеграції України у

світове господарство потребує передбачення майбутнього, прогнозування перспектив розвитку. Всі ці та інші проблеми економіки України визначають необхідність розробки, обґрунтування та практичного застосування ефективних методів їх розв'язання як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Таким чином, ринкову орієнтацію національної економіки покликано забезпечити відповідні методології, засновані на сучасних концепціях дослідження складних економічних систем, і, перш за все, на методах системного дослідження і прогнозування соціально-економічних процесів.

У монографії розглядається сучасні підходи до прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем, а також перспективні напрями досліджень таких систем. Обґрунтовується системна методологічна концепція і конструктивні принципи ведення прогнозних досліджень, а також математичні методи прогнозування соціально-економічних процесів, сучасні інформаційні технології в прогнозуванні економічної інформації. Окремо приділено увагу питанням економічного прогнозування та управління курортними рекреаціями і туризмом в регіонах.

Перший розділ монографії присвячений дослідженням в області мікроекономічного та макроекономічного прогнозування, а також застосуванню інформаційних технологій в прогнозуванні економічної інформації. В ньому розглянуті питання, пов'язані з моделюванням трендів економічного зростання в Україні, прогнозуванням інвестиційної діяльності регіону на основі мультиплікативного методу, моделі прогнозування в системі стратегічного управління фінансовою діяльністю підприємства, економіко-математичні методи оцінювання та управління якістю послуг банківських установ, вплив ефективності інноваційної діяльності українських підприємств на економічний розвиток, комплексний аналіз та прогнозування динаміки ціни на металопродукцію та ін. Розроблено систему прогнозування економічної діяльності держави на основі оцінки його інтелектуального левериджу, запропоновано сучасні методи в дослідженні соціально-економічних аспектів функціонування електронних торговельних ринків, нові методи

мультифрактального аналізу кризових явищ на фондових ринках, розроблено комплекс моделей для аналізу фінансової стійкості страхових компаній, побудовано прогнози та виконано системний аналіз динаміки розвитку Світ-системи, прогнозування економічної та соціальної цінності вищої освіти тощо.

У цьому розділі також представлені дослідження в області застосування інформаційних технологій в прогнозуванні економічної інформації. Зокрема, розглянуто питання врахування фактору компліментарності нематеріальних активів в процесах впровадження інформаційних систем управління ресурсами підприємств, інформаційне забезпечення виробничого процесу на підприємстві, як системи масового обслуговування, концепція використання аналітичних інформаційних систем в управлінні банківськими ризиками.

Другий розділ присвячений дослідженням в області економічного прогнозування та управління курортними рекреаціями і туризмом в регіонах. У ньому досліджуються питання, пов'язані з моделюванням управління інноваційним розвитком національного курортно-рекреаційного комплексу України, інформаційно-технологічним забезпеченням управління клієнтами у туризмі, застосуванням гравітаційних моделей та моделей потенціалів в курортно – рекреаційної сфері, управлінням розвитком готельної сфери курортного міста та інноваційними технологіями в просуванні туристичного продукту та інше.

Монографія є колективною науковою працею українських та закордонних вчених в області прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем.

25. Мартишюс С.И. Методологические проблемы построения и применения эконометрических моделей / С.И. Мартишюс - Вильнюс, Мокслас, 1979. – 172 с.

26. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф Хедоури. - М.: Вильямс, 2006. – 672 с.

27. Многомерный статистический анализ / Под ред. С.А. Айвазяна и С.Е. Кузнецова. - М.: ЦЭМИ, 1974. – 416 с.

## **1.12. Мультифрактальный анализ кризових явищ на фондових ринках**

Століття складності, як назвав ХХІ ст. геніальний британський астрофізик Стівен Хокінг ставить все більш грандіозні задачі на різних рівнях пізнання матерії: від бозона Хікса до таємниць чорних дір. Одним з таких свідчень є недавня стаття в найрейтинговому науковому виданні «Природа» (Nature), в якій фундаментальна проблема теоретичної фізики – створення єдиної теорії, яка б дала можливість узгодити квантову механіку з загальною теорією відносності – зводиться до обчислювальної складності [1]. Оскільки, на думку авторів, економічній науці на відміну від фундаментальних далеко до загальної теорії «всього», логічно ретельно вивчати різні прояви складності соціально-економічних систем, сміливо опираючись на «плечі гігантів» - фундаментальні науки.

Нами протягом останніх років створено комплекс мір складності, котрі засновані на вивченні характерних особливостей економічних систем: інформаційних [2], рекурентних [3, 4], хаос-динамічних [5], фрактальних [6], неекстенсивних [7], нереверсивних [8], ентропійних [7, 11, 12], мережних [9, 10, 13] та ін. Вказані міри розраховуються або для окремих часових рядів, що є найбільш поширеними вхідними параметрами економічних систем, або ж для їх альтернативної форми – складних мереж [9, 10].

Останнім часом спостерігається інтенсивне вивчення складних мереж завдяки їх відповідності багатьом реальним системам, таким як глобальні комп'ютерні мережі, Інтернет, енергетичні, біологічні,



соціальні системи тощо [14]. У багатьох дослідницьких роботах було показано, що реальні складні мережі мають різні властивості, які у багатьох випадках притаманні випадковим та регулярним мережам [15, 16]. Особливу увагу дослідників викликають три властивості: властивість малого світу [17, 18], властивість scale-free [19, 20] та властивість самоподібності [14]. Саме дослідженню останньої властивості присвячена дана робота. При цьому ми покажемо, що самоподібність притаманна як часовим рядам, так і їх мережним еквівалентам.

Наявність самоподібності, чи самоповторюваних шаблонів, у багатьох складних мережах була помічена багатьма дослідниками, зокрема, Ч. Зонгом та ін. [14]. У своїй роботі Ч. Зонг описує той факт, що складні мережі складаються з подібних шаблонів на усіх масштабах, на основі чого стверджує про наявність самоподібних структур. Для визначення наявності властивості самоподібності складних мереж Зонг та ін. пропонують обраховувати їх фрактальну розмірність [14], що є відомою загальноживаною характеристикою складних фрактальних множин та виявляє досить потужний механізм для проведення досліджень: алгоритм підрахунку покриття області. Однак, виявилось, що для дослідження складних мереж необхідна адаптація алгоритму внаслідок іншої структури об'єкта та вибору інших метрик, а сам підрахунок виявляється значно складнішим. Відповідні означення розмірності для опису фрактальних властивостей складних мереж були вперше запропоновані у 2003 р. у роботі [21]. Дещо пізніше Ч. Зонг зі співавторами запропонував більш гнучкий алгоритм для розрахунку фрактальної розмірності складних мереж [22]. Загалом, протягом останніх десятиліть було запропоновано кілька різних підходів до аналізу властивості самоподібності складних мереж: на основі розгляду та аналізу остівних дерев, на основі покриття області деяким ядром для проведення досліджень у кліткових мережах, на основі покриття гіперсферою та інші.

Економіка є одним із потужних джерел складних мережеподібних систем. Останніми роками спостерігається зростання кількості досліджень у цьому напрямку, при цьому значна увага приділяється поведінці економічних систем у критичні

періоди. Одним із суттєвих припущень є аналогія між крахами та фазовими переходами [23-25]. Так же, як і при землетрусах, перед багатьма крахами були знайдені логоперіодичні коливання [26, 27], в результаті чого було запропоновано припущення про збільшення економічних показників, зокрема, індексів, за степеневим законом. Ці роботи стали надзвичайно суттєвими для розуміння крахів з точки зору прогнозування, адже неможливо визначити бульбашку, що насувається, використовуючи стандартні економетричні моделі, навіть при невеликому горизонті прогнозу.

Особливості скейлінгу часової динаміки можуть вивчатись за допомогою різних підходів, починаючи з класичного кореляційного (або спектрального) аналізу. До числа очевидних недоліків класичних підходів слід віднести їх застосовність тільки до стаціонарних даних. Оскільки більшість процесів у природі являються сильно неоднорідними і нестационарними, привабливість вибору того чи іншого чисельного методу визначається його універсальністю і можливістю застосування до реальних процесів різної природи. Серед достатньо універсальних методів обробки як часових рядів так і складних мереж можна виділити методи мультифрактального аналізу.

Процедура мультифрактального аналізу часового ряду базується на процедурі аналізу детрендованих флуктуацій (АДФ), добре відомій з робіт Ш. Хевліна, Ю. Стенлі, Дж. Кантельхардта [28-30]. АДФ дозволяв визначати для часового ряду так званий узагальнений показник Херста, на основі якого ряд міг бути охарактеризованим з точки зору персистентності. Однак, аналіз реальних часових рядів засвідчив існування для часових рядів не одного, а кількох, у початкових роботах – переважно двох – показників Херста, що навело на думку про можливість існування більшої кількості таких показників для ряду і дозволило зробити припущення про відповідну мультифрактальну поведінку відповідної міри чи складної системи [29]. Внаслідок такого припущення з'явилась процедура мультифрактального АДФ (МФ-АДФ), що дозволила вже визначати для досліджуваного часового ряду цілий спектр відповідних показників.

Остаточню алгоритм АДФ був сформований та описаний у роботі [31] і є послідовністю наступних кроків.

1. Для вихідного часового ряду визначається профіль

$$y_i = \sum_{k=1}^i (x_k - \bar{x}), \quad (1)$$

де  $\bar{x}$  – середнє значення ряду. Побудова профілю є обов'язковою лише у випадку, коли дослідження проводиться для деякої похідної характеристики ряду, наприклад, прибутковостей, а при використанні вихідного ряду, як то: вартості цінних паперів, курсу валют або цей крок пропускається.

2. Отриманий ряд  $y_i$  розбивається на  $N_s = \text{int}(N/s)$  підрядів довжини  $s$ . Процедура розбиття ряду повторюється за умови відліку значень, починаючи з кінця, внаслідок чого загалом отримується  $2N_s$  підрядів, що будуть застосовуватись у подальшому.

3. Для кожного з підрядів методом найменших квадратів розраховується локальний тренд  $\hat{y}$  і визначається відхилення

$$F_i^2(s) = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s (y_k - \hat{y}_k)^2, \quad (2)$$

Вид тренду, що вилучається – лінійний, квадратичний, кубічний і т.д. – дає назву відповідному методу (МФ-)АДФ. Найпростішим і найчастіше використовуваним є метод (МФ-)АДФ з вилученням лінійного тренду.

4. Отримані відхилення усереднюються по всім вікнам для знаходження значення флуктуації  $q$ -го порядку:

$$F_q(s) = \left( \frac{1}{2N_s} \sum_{t=1}^{2N_s} (F_t^2(s))^{\frac{q}{2}} \right)^{\frac{1}{q}}, \quad (3)$$

де змінна  $q$  може набирати будь-якого значення, за виключенням  $q=0$ . При  $q=2$  маємо стандартну процедуру АДФ. У загальному випадку досліджується залежність  $F_q(s)$  від масштабу  $s$  при різних значеннях  $q$ , тому кроки 1)-4) повторюються для різних часових масштабів  $s$ . Зрозуміло, що значення  $F_q(s)$  зростатиме із зростанням масштабу  $s$  (рис. 1а).

5. Для кожного значення  $q$  визначається масштабована поведінка функції флуктуацій  $F_q(s)$  від  $s$  у подвійному логарифмічному масштабі (рис. 1а). У випадку, якщо часовий ряд  $x_i$  містить довгочасові кореляції, функція флуктуацій буде зростати згідно зі степеневим законом

$$F_q(s) \sim s^{h(q)}. \quad (4)$$

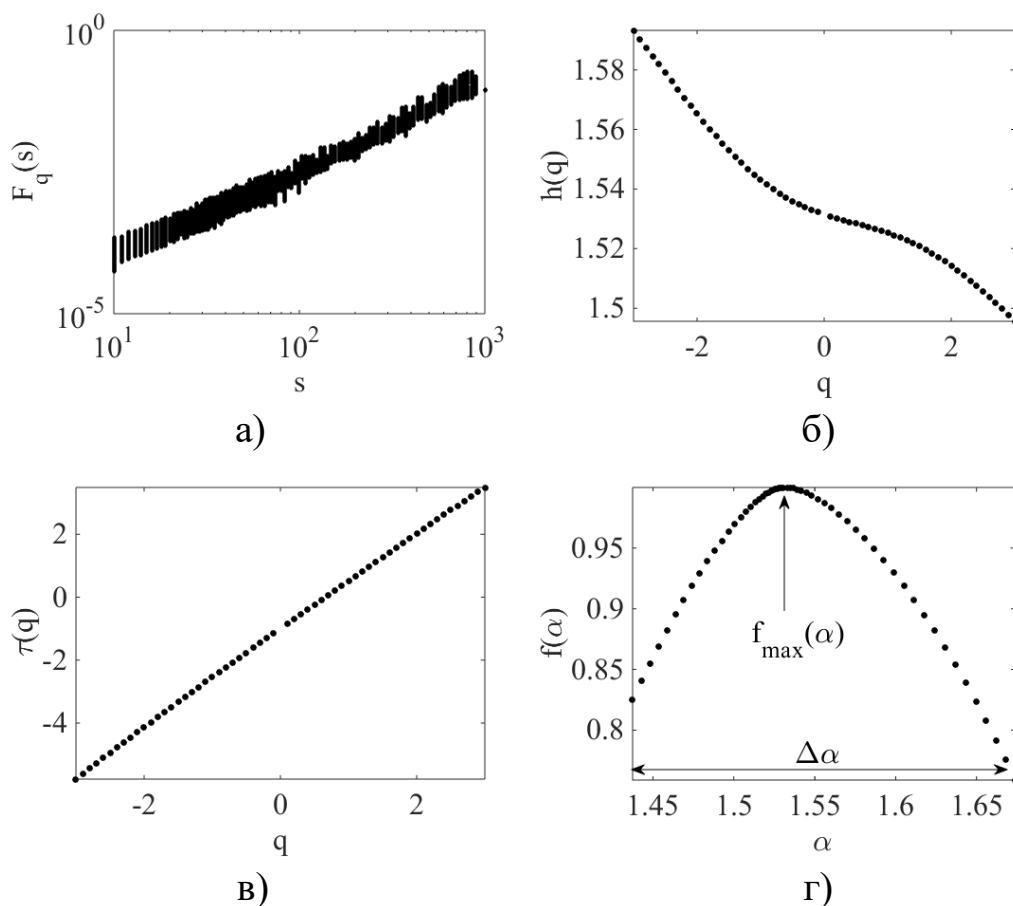


Рис. 1. Графіки, що отримуються на проміжних кроках процедури МФ-АДФ: а) набір залежностей  $F_q(s)$ ; б) графік функції  $h(q)$ ; в) графік функції  $\tau(q)$ ; г) графік спектру сингулярності  $f(\alpha)$

Загалом показник  $h(q)$  має залежати від  $q$  (рис. 1б). Оскільки для стаціонарних часових рядів  $h(2)$  ідентичний до показника Херста  $H$  (рис. 2), то  $h(q)$  називають узагальненим коефіцієнтом Херста [31]. Для монофрактальних часових рядів  $h(q)$  не буде залежати від  $q$ , тому поведінка відхилень  $F_i^2(s)$  буде ідентичною для усіх

підрядів і застосування узагальнюючої процедури (3) дозволить отримати однакові значення для усіх можливих значень  $q$ . Лише коли масштаби малих та великих флуктуацій відрізняються, буде помітною залежність  $h(q)$  від  $q$ . Якщо розглядати додатні значення  $q$ , то найбільший внесок в усереднене значення флуктуацій  $F_q(s)$  будуть робити підряди з великими значеннями  $F_i^2(s)$ , а тому показник  $h(q)$  описує масштабову поведінку підрядів з великими флуктуаціями. На противагу до вищесказаного для від'ємних значень  $q$  в усередненому значенні  $F_q(s)$  домінуватимуть підряди з малими флуктуаційними відхиленнями, а тому узагальнений коефіцієнт  $h(q)$  описуватиме саме масштабову поведінку таких підрядів.

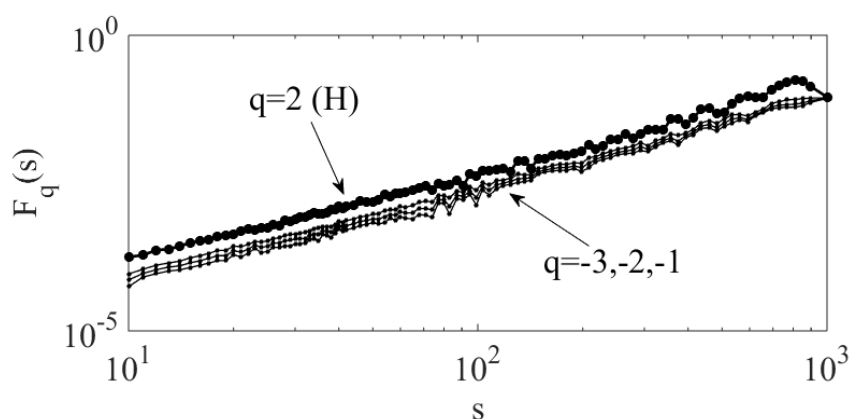


Рис. 2. Залежність  $F_q(s)$  при використанні значень  $q = -3, -2, -1, 2$ ; при значенні  $q = 2$  коефіцієнт нахилу  $F_2(s) = H$  (коефіцієнту Херста)

Практика використання мультифрактального аналізу до часових рядів засвідчує, що найбільш інформативним щодо динамічних процесів у системі, зокрема, і кризових, виявляється спектр сингулярності. Так, для валютних ринків в процесі кризи 2008р. виявлено зростання ширини спектру  $\Delta\alpha$  (рис. 1г). В даній роботі ми проведемо систематичне дослідження поведінки ширини спектру сингулярності для відомих кризових явищ 1929р. («Велика депресія»), 1987р. («Чорний понеділок») і 2008р. («Глобальна фінансова криза»). Розрахунки проводились в рамках алгоритму рухомого вікна. Для заданого часового ряду  $Y = y_1, y_2, y_3, \dots$

процедура аналізу полягала у розрахунку досліджуваних показників послідовності підрядів довжиною  $win$  (вікно), взятих з вихідного ряду шляхом послідовного зміщення вікна на деякий крок  $step$ . Тобто, наприклад, досліджувались підряди  $y_1, y_2, \dots, y_{win}$ , потім  $y_{1+step}, y_{2+step}, \dots, y_{win+step}$  і т.д., що можна описати загальною формулою

$$y_{1+k \cdot step}, y_{2+k \cdot step}, \dots, y_{win+k \cdot step}, k \in N, \quad (5)$$

де  $k = \overline{1, K}$ ,  $K = \left\lfloor \frac{N - win}{step} \right\rfloor$ . Значення ширини вікна  $win$  та кроку  $step$

дещо варіювались в залежності від використовуваної процедури. Типові параметри розрахунків:  $win = 500-1000$  днів,  $step = 1-5$  днів. На рис. 3 динаміка величини  $\Delta\alpha$  співставлена з динамікою вихідного часового ряду, який містить одне з вказаних кризових явищ.

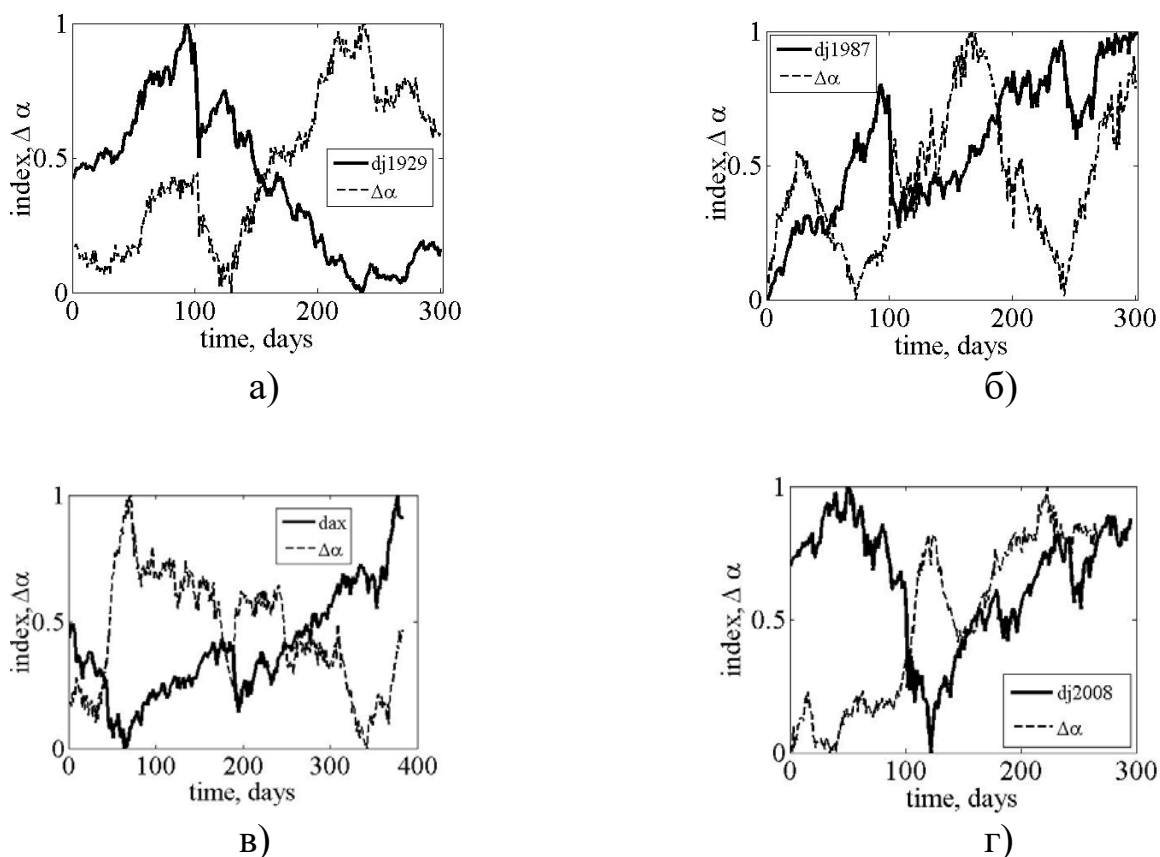


Рис. 3. Динаміка ширини спектру сингулярності для індексів Доу-Джонса (dj) для криз відповідно 1929 (а), 1987 (б) та 2008 (в)рр. Для порівняння на рис. г) показана криза 2008р. на фондовому ринку Німеччини (dax)

Очевидно, що в період кризи ширина спектру значно зростає, демонструючи зростання складності системи. Така ж поведінка спостерігається і для другої хвилі криз 1987 і 2008рр.

Перейдемо до вивчення мультифрактальних властивостей складних мереж. Застосування процедури МФ-АДФ до аналізу складних мережеподібних систем на основі часових рядів вимагає перетворення відповідного часового ряду у мережу, що найчастіше подається у вигляді графа. Для перетворення часового ряду у граф існує кілька різних методів: циклічні мережі, кореляційні мережі, рекурентні мережі, а також інші методи, такі як графи видимості та мережі переходів. Ми використовуємо три методи зі згаданих вище:

1. Побудова графа на основі крос-рекурентності.
2. Графи видимості (VG).
3. Графи горизонтальної видимості (HVG).

Процедури побудови графа на основі крос-рекурентності досить детально описана нами в роботах [9, 10, 13], тому ми не будемо на них детально зупинятись. Відмітимо тільки, що найкращих результатів вдалося досягти при аналізі рекурентних мереж [13].

Як було згадано раніше, найчастіше для проведення МФ-АДФ складної мережі використовується алгоритм підрахунку покриття області деякою підобластю (box-covering algorithm). Суть його полягає у наступному. У одновимірному випадку для деякої заданої міри  $0 \leq \mu \leq 1$ , визначеної на множині  $E \subset R$  у метричному просторі, розглядається сума розбиття

$$Z_\varepsilon(q) = \sum_{\mu(B) \neq 0} (\mu(B))^q, \quad (6)$$

де  $q \in R$ , а сума знаходиться по усім областям розміру  $\varepsilon$ , що не перекриваються і покривають множину  $E$ . Отримані результати є аналогом залежностей  $F_q(s)$  у стандартній процедурі МФ-АДФ. З (6)

слідуює, що

$$\begin{aligned} Z_\varepsilon(q) &\geq 0 \\ \text{і } Z_\varepsilon(0) &= 1. \end{aligned} \quad 7$$

На основі розрахованих значень визначається функції  $\tau(q)$  (рис. 1в):

$$\tau(q) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln Z_\varepsilon(q)}{\ln \varepsilon}. \quad (8)$$

Узагальнена фрактальна розмірність міри  $\mu$  визначається як

$$D_q = \frac{\tau(q)}{q-1} \text{ при } q \neq 1 \quad (9)$$

і

$$D_q = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{Z_{1,\varepsilon}}{\ln \varepsilon} \text{ при } q = 1, \quad (10)$$

де  $Z_{1,\varepsilon} = \sum_{\mu(B) \neq 0} \mu(B) \ln \mu(B)$ .

Узагальнена фрактальна розмірність знаходиться шляхом обрахунку параметрів лінійної регресії залежності  $(\ln Z_{1,\varepsilon})/(q-1)$  від  $\ln \varepsilon$  для значень  $q \neq 1$ .

Для чисельного знаходження узагальненої розмірності використовується так званий метод «пісочниці», що ґрунтується на наступному виразі:

$$D_q = \lim_{r \rightarrow 0} D_q \frac{r}{L} = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln \left\langle \left( \frac{M(r)}{M_0} \right)^{q-1} \right\rangle}{\ln \frac{r}{L}} \cdot \frac{1}{q-1}, \quad q \in \mathbb{R}. \quad (11)$$

Цей метод походить від методу розрахунку за допомогою покриття області, але краще сходиться. Основна ідея полягає в тому, що на області визначення досліджуваного об'єкта  $A$  випадково вибирається точка, навколо якої утворюється гіперсфера радіусом  $r$ , після чого підраховується кількість точок об'єкта  $A$ , які попали усередину гіперсфери, що й дає значення  $M(r)$  у виразі (11).  $L$  є лінійним розміром  $A$ ,  $M_0$  - загальною кількістю точок об'єкта  $A$ , а  $\langle \cdot \rangle$  означає розрахунок середнього значення для випадково вибраних центрів гіперсфер.

Узагальнена розмірність  $D_q$  є показником нахилу прямої, що апроксимує набір точок залежності логарифму  $\ln \langle (M(r)/M_0)^{q-1} \rangle$  від  $(q-1) \ln(r/L)$ . Для розрахунку спочатку встановлюється область визначення параметра  $r \in [r_{\min}, r_{\max}]$ , з якої й будуть вибиратись значення  $r$ . Для кожного вибраного значення  $r$  випадковим чином



на області визначення об'єкта  $A$  вибираються гіперсфери, для яких обчислюються числа  $(M(r)/M_0)^{q-1}$  і на їх основі знаходиться середнє. Таким чином, після виконання процедури отримується множина точок  $(\ln\langle(M(r)/M_0)^{q-1}\rangle, (q-1)\ln(r/L))$ , для яких і розраховуються параметри лінійної регресії.

У випадку, коли в якості вхідного об'єкта виступає граф, гіперсферою є підграф радіусом  $r_B$ , центр якого вибирається довільним чином. На кожному кроці випадково вибирається лише один центр і будується лише один підграф, незалежно від того, скільки вузлів початкового графу обраний підграф покриватиме. Таким чином, при використанні вказаної процедури у графі деякий вузол може обиратись багато разів, в той час як інший може не бути вибраним жодного разу.

Остаточний алгоритм розрахунку спектру мультифрактальності для заданого графа має наступний вигляд.

1. Для початкового графа розміром  $N$  будується матриця суміжності  $A_{N \times N}$ .

2. Для кожної пари вершин  $(v_i, v_j)$ ,  $1 \leq i, j \leq N$ , розраховується довжина шляху, яка записується у матрицю  $B_{N \times N}$ . Матриця  $B_{N \times N}$ , як і матриця  $A_{N \times N}$ , є симетричною. Розрахунок шляху між вершинами може проводитись довільним допустимим алгоритмом, однак, ми використовуємо алгоритм Дейкстри.

Отримана матриця  $B_{N \times N}$  є вихідною для наступної послідовності кроків.

3. Спочатку всі вузли графа маркуються як невикористані, і жодний вузол не є вибраним в якості центра підграфа.

4. У відповідності до кількості вузлів у графі встановлюється значення  $t = 1, 2, \dots, T$ . Вузли групуються у  $T$  послідовностей з довільним порядком вузлів у кожній. Значення  $T$  буде в подальшому використане для розрахунку середнього значення суми  $\overline{Z_r(q)}$ . Для досліджень доцільно вибрати  $T > 100$ .

5. Встановлюється радіус підграфа з діапазона  $r \in [1, d]$ , де  $d$  - діаметр вихідного графа. У граничному випадку, коли  $r = 1$ , вузли, що входять у підграф, повинні бути безпосередніми сусідами,

у іншому граничному випадку, коли  $r = d$ , підграфом є весь вихідний граф, при цьому неважливо, який з вузлів обрано в якості центра підграфа.

6. Для кожного центра підграфа шукаються всі його сусіди, що знаходяться на відстані, не більшій ніж  $r$ . Сусіди повинні обиратись лише з множини вузлів графа, які ще не ввійшли у жодний підграф.

7. Якщо нових вузлів не знайдено, поточний радіус відкидається.

8. Для знайдених підграфів  $G_i$  розраховується міра  $\mu(G_i) = N_{G_i} / N$ , де  $N_{G_i}$  - кількість вузлів у відповідному під графі, а  $N$  - загальна кількість вузлів у вихідному графі.

9. Крок 8 повторюється, доки не будуть використані усі підграфи.

10. Після закінчення підрахунку підграфів розраховується сума поділу  $Z_r(q) = \sum_{\mu(B) \neq 0} (\mu(B))^q$  для кожного значення  $r$ .

11. Кроки 4-8 повторюються для усіх  $T$  випадкових послідовностей, після чого знаходяться усереднені значення  $\overline{Z_r(q)} = \sum Z_r(q) / T$ , які й використовуються для лінійної регресії.

12. Найважливішим кроком для отримання узагальненої фрактальної розмірності є лінійна регресія. Будується вона для розрахованих значень з інтервалу  $r \in [r_{\min}, r_{\max}]$ . Лінійна регресія будується для залежності  $[\ln \overline{Z_r(q)}] / (q - 1)$  від  $\ln(r/d)$  при  $q \neq 1$  чи залежності  $\overline{Z_{1,r}}$  від  $\ln(r/d)$  при  $q = 1$ , де  $\overline{Z_{1,r}} = \sum_{\mu(B) \neq 0} \mu(B) \ln \mu(B)$ , а

$d$  - діаметр вихідного графа.

Проведений аналіз часових рядів за допомогою процедури мережного МФ-АДФ полягав у дослідженні динаміки ширини спектру мультифрактальності (рис. 1г), та, додатково, спектральної міри  $\lambda_2$  (алгебраїчної зв'язності) [13]. Зміна ширини спектру мультифрактальності може бути суттєвим джерелом інформації, оскільки дозволяє зробити висновок про зростання чи зменшення кількості масштабів, на яких складна система показує фрактальну поведінку. Практично для усіх складних мереж спектр мультифрактальності на області існування є не прямою лінією, а

параболою, яка свідчить про різну силу сингулярності на різних масштабах, а це дозволяє додатково зробити припущення про існування різних фракталів на різних масштабах, що свідчить про різні способи утворення часового ряду на короткочасових та довгочасових інтервалах. Алгебраїчна зв'язність є першим ненульовим значенням матриці Лапласа і характеризує, окрім іншого, процеси синхронізації у мережі. Іншими словами, алгебраїчна зв'язність може показувати, наскільки корельованою є поведінка агентів, з яких складається мережа. Для проведення аналізу було обрано  $win=500$ ,  $step=5$ .

Для дотримання вимоги ненульової алгебраїчної зв'язності та, таким чином, забезпечення отримання адекватних показників при застосуванні інших процедур, аналізований граф обов'язково повинен бути зв'язним. Ця умова виконується при використанні процедур VG та HVG. Однак, графи, побудовані за допомогою цих процедур, не дозволяють дослідити поведінку бажаних показників за рахунок однієї із своїх властивостей: у цих графах зв'язані лише вершини, що є сусідніми (більшою чи меншою мірою) точками, а тому сам граф являє собою щось схоже до стрічки, що, очевидно, є перепорою для дослідження довгочасових зв'язків і суттєво впливає на мультифрактальні властивості графа внаслідок втрати частини інформації, що міститься у вихідному часовому ряді. Суттєво іншим є граф, побудований з використанням алгоритму на основі крос-рекурентності, оскільки відображення ряду у інший простір зберігає всі його властивості, дозволяючи при цьому зосередитись на деяких з них, як-то: подібність точок ряду з точки зору локальності їх розміщення у гіперпросторі тощо. Умова обов'язкової зв'язності отриманого графа контролюється за допомогою параметра  $\varepsilon$ , що використовується у процедурі перетворення ряду. Результати розрахунків представлені на рис. 4-5.

На рис. 4 зображено динаміку поведінки досліджуваних показників для часових рядів, що містять кризи 1929 та 1987рр. Усі показники і вихідний часовий ряд нормалізовано за масштабом, щоб можна було їх порівнювати.

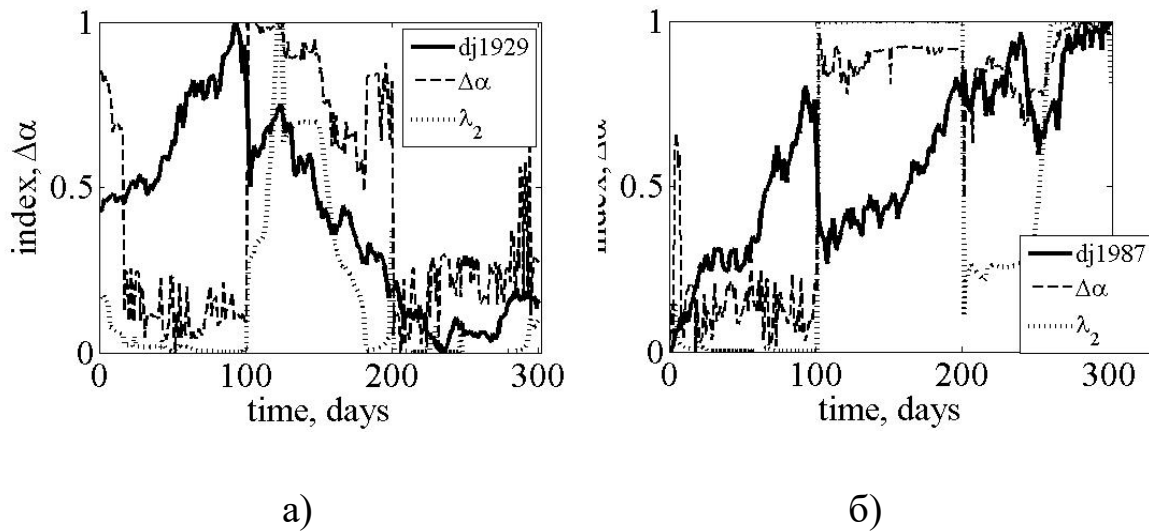


Рис. 4. Характеристика динаміки ширини спектру мультифрактальності та динаміки коефіцієнта алгебраїчної зв'язності (а) часового ряду  $dj$ , що містить кризу 1929 р., (б) часового ряду  $dj$ , що містить кризу 1987 р.

Для 1929 р. (рис. 4а) спостерігається падіння ширини спектру мультифрактальності, тобто, зменшення складності системи, перед початком кризи і його утримання на приблизно одному рівні аж до обвалу індексу Доу-Джонса. Після обвалу і майже до завершення кризи спостерігається різке зростання ширини спектру мультифрактальності, що свідчить про підвищення складності. Надзвичайно добре з поведінкою показника ширини спектру мультифрактальності узгоджується і динаміка синхронізації. Низьке значення синхронізації до обвалу та його різке зростання свідчать про корельовану поведінку агентів ринку (агентів системи) під час кризи. Перед закінченням кризи значення синхронізації знову повертається до попереднього рівня, причому, навіть раніше, за показник ширини спектру мультифрактальності.

Аналогічна ситуація спостерігається і для краху 1987 р. (рис. 4б). Можна добре бачити подібний до описаного раніше шаблон: низьке значення показників до обвалу, різке зростання і підтримання високого значення протягом першої частини кризи, повернення до попереднього значення. Зауважимо, однак, особливість поведінки спектру мультифрактальності, який не повернувся до докризового

стану, а зберіг високе значення навіть після повернення вихідного індексу до передкризової динаміки зростання. На рис. 5 зображено результати дослідження кризи 2008 р. Знову ж таки, спостерігаються збільшення ширини спектру мультифрактальності та алгебраїчної зв'язності під час суттєвих обвалів індексу dj. Варто зауважити, що на рис. 5 видно кілька обвалів, які чітко відслідковують обидва показники. Це свідчить про можливість їх застосування в якості індикаторів внутрішнього стану економічної системи.

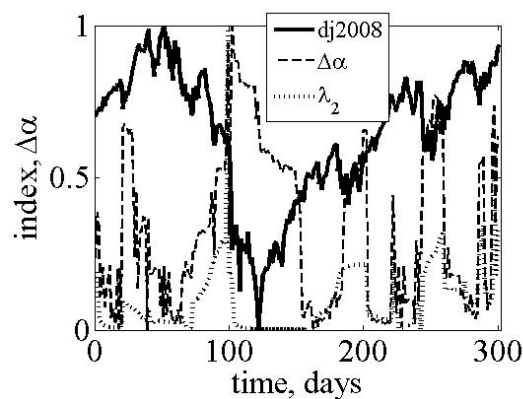


Рис. 5. Характеристика динаміки ширини спектру мультифрактальності та динаміки коефіцієнта алгебраїчної зв'язності часового ряду DJ, що містить кризу 2008 р.

Таким чином, нами показано, що мультифрактальність є важливою характеристикою складних соціально-економічних систем. Вона характерна як для часових рядів, так і для їх еквівалентних представлень – складних мереж. Встановлено, що ширина спектру сингулярності  $\Delta\alpha$  є мірою складності системи. В період кризи  $\Delta\alpha$  помітно зростає, вказуючи на зростання складності системи. Таку поведінку можна використати при побудові індикаторів-передвісників критичних та кризових явищ на фондових ринках.

### Література

1. Gefter A. Theoretical physics: Complexity on the horizon / Amanda Gefter // Nature. -2014.-V.509.-P.552-553.
2. Соловійов В.М. Складність соціально-економічних систем / Ю.Лега, В.Мельник, В.Соловійов // Збірник наукових праць

Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки), 2012, №2(18).-С.85-99.

3. Соловійов В.М. Рекурентні міри як метод кількісної оцінки складності / А.Батир, В.Соловійов // Вісник КНУТД. - 2012, №5, с.254-257.

4. Соловійов В.М. Порівняльний аналіз рекурентних мір та методу Лемпеля-Зіва як засобів оцінки складності фінансово-економічних систем / А.Батир, В.Соловійов // Наука і економіка, науково-теоретичний журнал Хмельницького економічного університету.- 2012.-Т.1, №4 (28). -С.91-94.

5. Соловійов В.М. Використання масштабно-залежних показників Ляпунова для дослідження складності фінансово-економічних систем / В.Соловійов, І.Стратійчук // Наука і економіка, науково-теоретичний журнал Хмельницького економічного університету. - 2012.-Т.1, №4 (28). -С.88-93.

6. Соловійов В.М. Порівняльний аналіз динаміки фондового ринку України з використанням фрактальних мір складності / В.Соловійов, В.Соловійова, К.Соловійова // Вісник Черкаського університету, сер. «економічні науки», 2012. №33 (246). - С.51-58.

7. Сердюк А.А. Энтропия Тсаллиса и неэкстенсивные меры сложности экономических систем / А.Сердюк, В.Соловьёв // В монографии «Модели оценки и анализа сложных социально-экономических систем».-Х.: ИД «ИНЖЕК», 2013.- С. 146-157.

8. Соловійов В.М. Неревверсивні міри складності / О.Рибчинська, В.Соловійов, Д.Чабаненко // В монографії «Інформаційні технології та моделювання в економіці: на шляху до міждисциплінарності».- Черкаси: Брама-Україна, 2013. – С. 100-108.

9. Соловійов В.М. Прогнозування кризових явищ в складних мережах / В.Соловійов, В.Соловійова, Д.Чабаненко // В монографії «Сучасні концепції прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем». Бердянськ- 2013. - С.190-206.

10. Соловійов В.М. Дослідження топологічних та спектральних властивостей фондових індексів засобами аналізу складних мереж / В.Соловійов, К.Соловійова // В монографії «Моделирование и информационные технологии в исследовании социально-

економических систем: теория и практика.- Бердянск-Харьков, 2014. -С.469-487.

11. Данильчук Г.Б. Ентропійний аналіз і моделювання складних соціально-економічних систем / Автореф.дис.канд.ек.н. - Черкаси, СУЕМ, 2015.-20с.

12. Danilchuk G.B. Dynamics of graph spectral entropy in financial crisis / G.Danilchuk, V.Soloviev // Dynamics of graph spectral entropy in financial crisis/ Socio-economic aspects of economics and management.- Taunton, MA, USA.-2015.-V.2.-P.227-234.

13. Сердюк О.А. Фінансова криза як процес аномальної синхронізації / О.Сердюк, В.Соловійов // В монографії «Моделювання складних систем».-Черкаси, 2015.- С.52-62.

14. Song C. Self-similarity of complex networks / C. Song, S. Havlin, H.A. Maks // Nature. - 2005. –V.433. – P. 392-395.

15. Lee C.-Y. Statistical self-similar properties of complex networks / C.-Y. Lee, S. Jung // [Електронний ресурс] – Режим доступу: arXiv: physics/0605205v1 [physics.soc-ph] 23 May 2006.

16. Guo L. The Fractal Dimensions of Complex Networks / L. Guo, X. Cai // Chin. Phys. Lett. – 2009. -V. 26, No. 8. – P. 088901-1 - 088901-4.

17. Erdős P. On the evolution of random graphs / P. Erdős, A. Rényi // Publ. Math. Inst. Hung. Acad. Sci. -1960. - Ser. A5. – P. 17-61.

18. Milgram S. The Small World Problem / S. Milgram // Psychology Today. – 1967. - V. 2. – P. 60-67.

19. Albert R. Statistical mechanics of complex networks / R. Albert, A.-L. Barabasi // Review of Modern Physics. – 2002. - V. 74. – P. 47-97.

20. Faloutsos M. On power-law relationships of the internet topology / M. Faloutsos, P. Faloutsos, C. Faloutsos // ACM SIGCOMM Computer Communication Review. – 1999. – V. 29 (4). – P. 251-262.

21. Eguíluz V.M. Effective dimensions and percolation in hierarchically structured scale-free networks / V.M. Eguíluz, E. Hernández-García, O. Piro, K. Klemm // [Електронний ресурс] – Режим доступу: arXiv:cond-mat/0302515v1 25 Feb 2003.

22. Gallos L.K. Scaling theory of transport in complex biological networks / L.K. Gallos, C. Song, S. Havlin, H.A. Makse // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. – 2007. - V.104. – P. 7746-7751.

23. Сорнетте Д. Как предсказывать крахи финансовых рынков. Критические события в комплексных финансовых системах / Д. Сорнетте // Пер.с англ. – М.: Смартбук, 2008. – 400с.

24. Johansen A. Financial anti-bubbles: log periodicity in gold and Nikkei collapses / A. Johansen, D. Sornette // Int. J. Mod. Phys. – 1999. – V.C 10. – P. 563-575.

25. Vandewalle N. The crash of October 1987 seen as a phase transition / N. Vandewalle, P. Boveroux, A. Minguet, M. Ausloos // J.Phys. A. – 1998. – V.255. – P.201-210.

26. Sornette D. Crashes as critical points / D. Sornette // Int. J. Theor. Appl. Finance. – 1996. – V. B 10. – P. 3737-3745.

27. Johansen A. The Nasdaq crash of April 2000: yet another example of logperiodicity in a speculative bubble ending in a crash / A. Johansen, D. Sornette // Eur. Phys. J. – 2000. – V.B 17. – P. 319-328.

28. Peng C.-K. Mosaic organization of DNA nucleotides / C.-K. Peng, S.V. Buldyrev, S. Havlin, M. Simons, H.E. Stanley, A.L. Goldberger // Physical Review E. – 1994. –V. 49(2). – P. 1685-1689.

29. Peng C.-K. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series / C.-K. Peng, S. Havlin, H.E. Stanley, A.L. Goldberger // Chaos. – 1995. – V.5 (1).– P. 82-87.

30. Bashan A. Comparison of detrending methods for fluctuation analysis / A. Bashan, R. Bartsch, J.W. Kantelhardt, S. Havlin // [Электронный ресурс] – Режим доступа: arXiv:0804.4081v1 [q-fin.ST] 25 Apr 2008.

31. Kantelhardt J.W. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series / J.W. Kantelhardt, S.A. Zschiegner, E. Koscielny-Bunde, A. Bunde, S. Havlin, H.E. Stanley // [Электронный ресурс] – Режим доступа: arXiv:physics/0202070 v1 27 Feb 2002.



## ВІДОМОСТІ ПРО НАУКОВИЙ АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

### РОЗДІЛ 1. МІКРОЕКОНОМІЧНЕ ТА МАКРОЕКОНОМІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОГНОЗУВАННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

- 1.1 **Черняк О.І.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики, Заслужений працівник освіти України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,  
**Баженова О.В.**, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики,  
**Савченко А.О.**, аспірант кафедри економічної кібернетики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ
- 1.2 **Вітлінський В.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економіко-математичного моделювання,  
**Коляда О.С.**, к.т.н., доцент кафедри економіко-математичного моделювання,  
**Бондар В.А.**, ДВНЗ “Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана”, м. Київ
- 1.3 **Гудзь П.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту, Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя
- 1.4 **Гур’янова Л.С.**, д.е.н., доцент, професор кафедри економічної кібернетики,  
**Прокопович С.В.**, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики,  
**Трунова Т.М.**, викладач кафедри економічної кібернетики, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків
- 1.5 **Іванов М.М.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту організацій та зовнішньоекономічної діяльності,  
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя,

- Синявська О.О.**, асистент кафедри економічної кібернетики,  
ДВНЗ «Українська академія банківської справи  
Національного банку України»
- 1.6 **Клебанова Т.С.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики,  
Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця, м. Харків,  
**Полуектова Н.Р.**, к.е.н., професор кафедри економічної кібернетики,  
Інститут економіки та інформаційних технологій, м. Запоріжжя
- 1.7 **Лук'яненко І.Г.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри фінансів,  
Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ
- 1.8 **Макшишко Н.К.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики,  
**Чеверда С.С.**, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики, **Шаповалова В.О.**, к.е.н., асистент кафедри економічної кібернетики,  
ДВНЗ «Запорізький національний університет», м. Запоріжжя
- 1.9 **Меркулова Т.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
- 1.10 **Порохня В.М.**, д.е.н., професор кафедри економічної кібернетики,  
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя
- 1.11 **Пурський О.І.**, д.ф-м.н., професор, професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем,  
**Жарій І.О.**, аспірант кафедри економічної кібернетики,  
**Гринюк Б.В.**, аспірант кафедри економічної кібернетики,  
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

- 1.12 **Соловійов В.М.**, д.ф-м.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики,  
**Сердюк О.А.**, викладач кафедри прикладної математики,  
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси
- 1.13 **Бирський В.В.**, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики та статистики,  
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя
- 1.14 **Ладунка І.С.**, к.е.н., доцент кафедри економіки підприємств та економічної теорії,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 1.15 **Несторенко Т.П.**, к.е.н., доцент кафедри економіки підприємств та економічної теорії,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 1.16 **Олійник В.М.**, к.ф-м.н., доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики,  
ДВНЗ «Українська академія банківської справи» НБУ, м. Суми
- 1.17 **Дербенцев В.Д.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри інформатики,  
**Тішков Б.О.**, к.е.н., доцент, заступник завідувача кафедри інформаційних систем в економіці,  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», м. Київ,  
**Грабарєв А.В.**, к.е.н., декан факультету інформаційних систем і технологій,  
ПВНЗ «Європейський університет», м. Київ
- 1.18 **Скрипниченко М.І.**, д.е.н., професор, член-кореспондент НАНУ, завідувача відділом Інституту економіки та прогнозування НАН України

## РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ КУРОРТНИМИ РЕКРЕАЦІЯМИ І ТУРИЗМОМ В РЕГІОНАХ

- 2.1 **Гудзь М.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.2 **Захарченко П.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики і фінансів,  
**Жваненко С.А.**, старший викладач кафедри економічної кібернетики та фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.3 **Макшишко Н.К.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики,  
ДВНЗ «Запорізький національний університет», м. Запоріжжя,  
**Глазова Я.В.**, старший викладач кафедри економічної кібернетики та фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.4 **Захарченко П.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики і фінансів,  
**Бабіна Н.І.**, старший викладач кафедри економіки і менеджменту, Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.5 **Гриценко М.П.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ.
- 2.6 **Казачковська Г.В.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки і менеджменту,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.7 **Кардашова Т.М.**, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і фінансів,  
**Гладка М.Є.**, старший викладач кафедри економічної кібернетики і фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.8 **Кіркova Н.П.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і фінансів,

- Мараховський О.В.**, Державний педагогічний університет,  
м. Бердянськ
- 2.9 **Костенко Г.П.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної  
кібернетики і фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.10 **Кучер С.Ф.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки  
підприємства та економічної теорії,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.11 **Кіркова Н.П.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної  
кібернетики і фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.12 **Леміш К.М.**, к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки і  
менеджменту,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ
- 2.13 **Захарченко П.В.**, д.е.н., професор, завідувач кафедри  
економічної кібернетики і фінансів,  
**Поданьова С.Ю.**, асистент кафедри економічної  
кібернетики і фінансів,  
Державний педагогічний університет, м. Бердянськ.
- 2.14 **Черемісіна Т.В.**, к.е.н., доцент кафедри економіки і  
менеджменту, Державний педагогічний університет, м.  
Бердянськ

## ANNOTATION

### **Chernyak O., Bazhenova O., Savchenko A. Modeling of economic growth trends in Ukraine.**

The paper explores the international experience of econometric modeling of economic growth trends. It was identified four areas of modeling trends of economic growth. The models of macroeconomic dynamics by Prescott and Kydland, by Samuelson and Hicks and by Tevez were constructed for Ukraine's economy.

### **Vitlinskyi V., Kolyada Yu., Bondar V. The matrix generalization of Harrod-Domar classic model.**

The article deals with modeling based on means of the classical dynamic model of Harrod-Domar that is often used in economic modeling. Unlike the appliance of orthodox one-dimensional Harrod-Domar model, in this article the matrix generalization of the model has been developed, where the gross national product of Ukraine and the revenues of Government budget of Ukraine are coordinates. The Lag of the effect of the amounts of tax revenues to national economy has also been taken into account. Eventually the quantitative forecast of values of the given indicators has been accomplished with the computer modeling instruments. However, one of the common problems of linear models is lack of consideration of the economic system's lag as a response to disturbance. Therefore, the accuracy of the resulting forecast is not high, but the values of modeled indicators can serve to distinguish the structural features of Ukrainian economy. The two-dimensional matrix generalization of the classical model of Harrod-Domar with the particular consideration of the lag of the relationship between the numeric values of the given indicators is the final result of the research.

### **Gudz' P. Forecasting of investment activity in the region based on the multiplier method.**

Active regional development is possible only if the relevant stakeholders infrastructure. In this regard is justified identify the most significant participants and the nature of their impact on the overall efficiency of investment processes. In this paper, the model of investment processes,

including peer assessment index change infrastructure. It can solve the existing problems of infrastructure software investment through the introduction of strategic planning and forecasting of investment development.

**Guryanova L., Trunova T., Prokopovich S. Forecasting models in strategic financial management of enterprise.**

One of the main problems of Ukrainian enterprises is a weak adaptation of their financial systems to new economic conditions, characterized by a large number of financial risks. The direction of solving this problem is to develop a new conceptual approach to the substantiation of enterprises financial strategy. The models relationship diagram of enterprises financial strategy formation and one of its composes unit which is prediction models of enterprise financial environment are considered. Vector autoregression technology, ECM-models and method of panel data are used to implement these models. Implementation of the proposed approaches in financial activity can improve the quality of forecasts in the strategic management in the evaluation of strategic financial position.

**Ivanov N., Syniavska O. Economic-mathematical methods assessment and quality management services banking institutions.**

Nowadays, the success of the bank and its competitiveness are determined, first of all, not pricing, but quality characteristics, one of which is the quality of customer service banking. Given the saturation of the market, creating new services will not be an effective way to attract customers. Therefore, there is a need to improve existing, improving their quality. The methods for evaluating and managing the quality of banking services were formed. Consumers, to compare similar services, provided by various banks, to compare their level of quality and select the best bank, can use build quality evaluation method of banking services.

**Klebanova T., Poluektova N. Accounting factor complementarity immaterial assets in the process of implementation of information systems by management the resources of enterprises.**

This paper considers the approach to assessing the efficiency of resource management information systems for large and medium enterprises through the use of system-dynamic model. The model takes into account the critical factors of implementation project and complimentarily computer, organizational and humanitarian capital.

## **Lukianenko I. The impact of Ukrainian enterprises innovation activity on economic development.**

The aim of the research paper is to provide a complex analysis and estimation of the relationship between Ukrainian enterprises innovation activity and country economic development, which is based on the economical and mathematical methods and models. The using of these methods helps to find the risks and the most significant factors of innovations, which influence on stabilization of economic development, and to select the main direction for the improvement of innovation activity in Ukraine.

The general scientific methods of analysis and synthesis, fundamentals of innovation theory, statistical, economical and mathematical methods were used for the research.

The methodological approaches to estimation of innovation improvement were investigated in the paper. On the base of the component analysis the key indicators of the efficiency of Ukrainian enterprises innovation activity were signed out and aggregated in three main components, which simplified the procedure of rankings and process of building the econometric model of quantitative evaluation of the relationship between the efficiency of Ukrainian enterprises innovation activity and country economic development. On the base of empirical analysis the main factors of innovations, which influence on stabilization of economic development and the main directions for the improvement of the efficiency of innovation activity in Ukraine, were found.

The analysis showed that the main obstacle for the improvement of the quantity and efficiency of Ukrainian innovative enterprises is a lack of financial resources. The main funding source of innovative activity during the last 10 years were the enterprises own funds. The money of foreign investors is a most unstable source, which means that innovation climate in Ukraine is very weak, which should be taken into account during the formation of the state innovation strategy.



**Maksishko N., Cheverda S., Shapovalova V. Comprehensive analysis and forecasting of the dynamics of prices for metal.**

It is held before forecasting analysis of the steel products prices, namely hot-rolled coil (HRC). It is done cross-correlation analysis of prices depending on the gold, oil and raw materials prices. It is got determining parameters multifactor model through regression analysis depends HRC prices from affecting its price. It is powered forecast prices for HRC methods short and medium-term forecasting and determined the accuracy of the forecast. In the course of further study investigated the predictability of time series was decided to test them for the presence of long-term memory and fractal structures. To test this relation HRC, iron ore (iron ore), scrap steel and oil prices it is applied method of complex fractal analysis. It is found that the time series that are investigated are persistent and long-term memory. Powered forecast prices for HRC based on the model of homogeneous structure, and accuracy of the specified forecast.

**Merkulova T. Measuring trust: comparative analysis of methods.**

The paper deals with problems of measuring trust. Experimental and sociological methods and their impotent issues are discussed. The laboratory experiments intended for study of a trust level in people cooperation are examined, their outcomes are reviewed. The outcomes of Public good game conducted in Ukraine demonstrate a substantial level of “trust in strangers” and “trust in known others” and correspond with the results of sociological surveys.

**Porohnya V. Analysis of the economic activity of the state on evaluation its intellectual leverages.**

In this study proved the dependence of economic processes of the state of dynamic macroeconomic indicators, GDP and mutual intellectual capital and his intellectual leverage.

**Pursky O., Zharij I., Grynjuk B. Economic-mathematical methods in research of socio-economic aspects of functioning of the e-trading markets.**

The work presents results of the analysis of influence of the electronic trading markets on social and economic development of a society. The basic directions of the use economic-mathematical methods for research and forecasting of a condition and development of electronic trade are

defined. For efficient management development of the electronic trading markets and informational economy, it is necessary the complex research of indicators of social and economic development.

**Soloviev V., Serdyuk O. Multifractal analysis of the crisis in the stock markets.**

The work carried out multifractal analysis of the crisis on the stock markets today. It is shown that in the case of time series analysis and complex networks that are obtained by their special converting multifractal analysis indicates a marked increase in the complexity of the system during the crisis. This is evident through the expansion of singularity and growth collective and synchronization modes.

**Byrskyi V. Information support of the production process as a queuing system.**

In terms of small business the process of economic activities in a market economy is a reflection of the system queuing. Directly small business is servicing a device whose input is submitted orders from end users that are random. Depending on the speed of service and quality of the products and services, customer or application is satisfied or not. In terms of the theory of queuing systems (QS) of the process can be classified as single-channel QS with expectations. Medium and large businesses in this case have their respective specificity, namely orders from end-users are not random, because more or less large enterprises are not in direct with end users and integrated into the distribution system of inventory flows, therefore, working on contractual obligations.

Thus, the study of aspects of the use of information and analytical environments for solving simulation of queuing systems in business entities is relevant and timely.

**Ladunka I. Problems of development of leasing in Ukraine.**

The problems that hinder the development and effective use of leasing activity in Ukraine and the ways of solving these problems. The analysis of contemporary issues of leasing market, proposed measures for its revitalization. Proved that the introduction of leasing forms of financing helps stimulate investment processes in the real economy.

**Nestorenko T. Economic and social value of higher education.**

Higher education is a critical factor in innovation and human capital development. It plays a central role in the development of the knowledge economy.

Based on the proposed model, the authors demonstrated that the presence of external effects leads to strengthening the relationship between wages and education at the firm level to a greater extent than on the individual level. Studies show that higher education provides significant benefits for both the individual and for the economy of the country, where educated people live and work, and for society as a whole.

**Oleinik V. Analysis models of financial stability of insurance companies.**

On the basis of the existing approaches of domestic and foreign scientists, is the definition of the financial stability of the insurance company. We consider the economic and mathematical models of financial stability of insurance companies. It makes the analysis of the models.

**Derbentsev V., Hrabaryev A., Tyshkov B. System analysis of World-systems dynamics.**

This paper is devoted to the system analysis of the World System dynamics. Aggregated Cognitive Model has been constructed and scenario model calculations of possible trajectories of the global system as a whole has been carried out.

**Skrypnychenko M. Macromodels for Ukraine's economy forecasting.**

In the article, the system macro-models forecasting the economy of Ukraine as a methodological framework software and analytical tools support the budget process "Macroeconomic forecasting for Ukraine's economy" developed at the Institute of Economics and Forecasting of NAS of Ukraine. The system includes integrated macro-models forecasting model of Ukraine's economy, a model of balancing the real and financial flows by sector and focused on the practical implementation in a volatile economic conditions. The content and the possibility of the model tools for forecasting macro-economic development of Ukraine are disclosed.

### **Gudz' M. Information technology management software customers in tourism.**

One of the objectives of enterprise management is management clients. Effective customer management contributes to the implementation of marketing strategy firm in the market and provides a competitive advantage through faster response to changing consumer demand. The main scientific approaches can be identified principles of production management, the introduction of an effective logistics system enterprise management system means clients CRM.

The paper describes the use of CRM systems in the travel company. It is shown that CRM enable effective customer relationship management, provided that the company has correctly weighed objectives, strategy and culture.

### **Zakharchenko P., Zhvanenko S. The model of innovative development of national resort and recreational complex.**

The article is devoted to solving of actual problem the forming of effective mechanism of management innovative activity national resort-recreation to the complex. It is offered and in theory grounded conception of innovative development on the basis of model analysis of influence of innovations on development resort-tourist spheres in the conditions of transformation economy. On its basis the model of passing is built to the innovative product resort-recreation complex at existing at the market traditional products. Built and investigational model of receipt of discounted profit in the conditions of innovative activity taking into account a competition, the scenario of innovative development is got.

### **Maksishko N., Glazova I. Forecasting of development society on the basis models of interaction self-governments and community organizations**

To solve the problem of forecasting the territorial community described cognitive model of interaction of citizens with governments' territory with the principle of transparency in governance. The model takes into account the mechanisms of self-organization and complex nature of social and economic relations that arise in such processes. The model can be used to predict problematic situations that arise in local communities and to find solutions to address them.

**Zakharchenko P., Babina N. Development management hotel industry the resort town.**

Hotel industry - an important component of tourism infrastructure, plays a leading role in the presentation of the national tourist product. Development areas of the hotel are in close correlation with external global processes occurring in the global economy that requires constant monitoring. The results of the study are practical recommendations for long-term development possibilities areas of hotel development strategy based in Berdyansk for the period until 2017.

**Gritsenko M. Application of gravity models and models of potential in the resort-recreation area.**

In the study of the resort - recreational sector is very important point is the examination of the geography of residence of tourists. In studies of spatial systems, the most common model, there is gravity models, models of potential and models of building and spatial interaction. The paper considers the nature of gravity models and models of potential by the example of Berdyansk the possibility of their use in the resort and recreation industry.

**Kazachkovskaya G. Innovative technologies in promoting the tourist product.**

In the article the role of innovative technologies promote the tourism product in the tourism market of Ukraine; Existing and new possibilities of using mobile Internet technologies in tourism business.

**Kardashova T., Gladkaj M. Theoretical foundations transmission mechanism of monetary policy and especially its functioning in Ukraine.**

One of the main factors increasing the economic activity of any country is an effective monetary policy. In turn, it depends on the proper construction purposes on account of the relationship between finance and the real economy. In the paper, the transmission mechanism of transmission pulses changes made monetary authorities based on communication channels within the monetary policy.

**Kirkova N. Marakhovskiy A. Management models by debt funds for providing of innovative activity of resort-recreation complex.**

The article is devoted to solving of actual problem the construction and research of management models by debt funds for providing of innovative development national resort-recreation complex in the conditions of transformation economy. It is offered and in theory grounded conception of the financial providing the innovative processes, which allows adequately reacting on the dynamics of change of economic environment. On its basis, the management model by bank loans is built taking into account limiting factors and scenarios of origin of chaotic dynamics.

**Kostenko G. The use of marginal analysis in managing the financial results of social entrepreneurship.**

Presence of critical moments in the spa facilities makes the application of the efficiency and manageability of such institutions and improving the financial performance of their activities. One such tool is a margin analysis that provides an objective assessment of the financial performance of business entities and enables effective planning, forecasting, adjustment costs and performance, improve the efficiency of decision-making. The use of marginal analysis in the development of alternative management solutions to spa facilities revealed relevant advantages for the implementation of services at different times of the year when setting prices for basic services and their rational interval fluctuations.

**Kucher S. Problems and prospects of socio-economic development periphery east Zaporizhia region.**

The features of the socio-economic development of the eastern region of Zaporozhye region as a peripheral area. Specificity of demographic and economic sectors, highlighted the problems and perspectives of economic development of the peripheral areas of Zaporozhye region.

**Kirkova N. Prediction of major trends of the tourism industry developments in Ukraine.**

The article defines the role of the tourism industry, which is not only a financial contribution to the economic development of the country but also in stimulating other related industries that function as supporting as independent ones. The resulting ranking is explained by special treatment and granting

This paper analyzes the position of world regions in the tourism industry for the income indicators special status to the tourism industry by appropriate countries-leaders. Of course the highest indexes have regions with rich natural, historical and cultural resources, with convenient geographic location, with appropriate funding, with the constant improvement of the system approach to tourism industry management of the public authorities, scientists - economists, analysts and the business elite, the maintenance of a positive investment climate and so on.

It is proved that tourism industry is a leader in the global market, that investment flow in its development is constantly increasing. An interesting question is the peculiarities of tourism industry existence in Ukraine.

This paper presents an analysis of the tourist flows' dynamics during 2000-2013 years, with the separately paid attention to trends in the number of tourist arrivals in general and foreign - in particular. The report states the level of problems which originate from the economic and political consequences of destabilizing the country in 2013-2014 years, imperfect mechanism of management by the state.

There were singled out all the potential possibilities of Ukraine for tourism industry development in the direction of rest and recovery as well as in the direction of increasing intellectual capacity and cultural level of the person. All this can be provided by unique climatic, historical, cultural and ethnographic resources. The regions of Northern Azov, Carpathian Mountains have important contribution, with great faith for reunion must be called the Crimea, and Ukrainian cities rich in historical monuments and cultural heritage and so on.

There were made the conclusions about the directions of development, which will lead to the integration of Ukrainian tourism market into the international tourism industry and will take a worthy competitive position in the global market.

### **Lemish K. Formation of strategy management company image.**

One of the strategic factors of the company is its positive image, which ensures competitiveness, increases its value, and creates appeal of the company. At work the process model. Process model of effective image management sanatorium has a high organizational and methodical potential and aims to analyze the effectiveness of the system of

interrelated processes image management, its optimization, planning and implementation of activities to improve image management focused resort.

**Zakharchenko P., Podanjova S. The models of the optimization of resort-recreation potential.**

There is offered the methodology of creation of adaptive management models of resort-recreation spheres. The models are presented as a spectrum of dynamic models of the optimum programs construction of resort-recreation products production. They allow to react on changing materially - streams of raw materials and to expect the optimum load of medical base.

**Cheremisina T. The territorial nature of administrative planning of cities based marketing.**

Certain aspects of the administrative management of the city-based marketing. Consider the views of foreign scholars on the marketing concept of the city and implementation periods marketing tools American and European countries, Russia and Ukraine. The comparative characteristic types of city-based marketing.



Наукове видання

**ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ  
РОЗВИТКУ СКЛАДНИХ СОЦІАЛЬНО-  
ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ**

Монографія

*Друкується в авторській редакції*

Підписано до друку 18.08.2015 р.  
Гарнітура «Times New Roman». Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Друк – цифровий. Ум. - друк. арк.23,3. Обл. - вид. арк. 24,0  
Наклад 300 прим. Зам. № 142

---

Видавництво та друк ФО-П Ткачук О.В.  
71100, Запорізька обл., м. Бердянськ, вул. Кірова, 52/49, 53  
Тел. (097) 918-66-41, (066) 106-29-93; e-mail: Tizdat@gmail.com  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи  
ДК № 3377 від 29.01.2009 р.