

**ПРОБЛЕМИ  
МОНІТОРИНГУ,  
МОДЕЛЮВАННЯ ТА  
МЕНЕДЖМЕНТУ  
ЕМЕРДЖЕНТНОЇ  
ЕКОНОМІКИ**

МОНОГРАФІЯ

ЧЕРКАСИ – 2013

Міністерство освіти і науки України  
Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького (Україна)  
ДВНЗ «Національний гірничий університет» (Україна)  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет  
імені Вадима Гетьмана» (Україна)  
Одеський національний економічний університет (Україна)  
Черкаський державний технологічний університет (Україна)  
Ben-Gurion University of the Negev (Israel)  
Information Systems Management Institute (Latvia)

# **ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ ЕМЕРДЖЕНТНОЇ ЕКОНОМІКИ**

**МОНОГРАФІЯ**

**ЧЕРКАСИ – 2013**

УДК 330.368(447)

ББК 65.9 (4УКР)

М 77

Рекомендовано Вченою радою ННІ економіки і права Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 9 від 30.08.2013)

Рецензенти: *Іванов М.М.*, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту організацій Класичного приватного університету (м. Запоріжжя)

*Клебанова Т.С.*, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Харківського національного економічного університету (м. Харків)

*Черняк О.І.*, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ)

**Проблеми моніторингу, моделювання та менеджменту емерджентної економіки** : Монографія / За заг.ред. Соловйова В.М. - Черкаси: Брама, видавець Вовчок О.Ю., 2013. - 218 с. : Англ. мова, рос. мова, укр.. мова : іл.

В монографії розглянуто сучасні підходи до моніторингу, моделювання та управління складними системами з емерджентними (такими, що виникають) властивостями. Показано, що теорія складності може слугувати природною парадигмою створення надійних методів і продуктивних моделей. Автори акцентують увагу на той факт, що на шляху до побудови емерджентної економіки Україні необхідно стимулювати розвиток інноваційної складової економічних реформ.

УДК 330.368(447)  
ББК 65.9 (4УКР)

© В.М. Соловйов, 2013 р.  
© Автори статей, 2013 р.

## НАУКОВИЙ АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

Вітлінський В.В., д.е.н., професор (розділ 4.2), Курбанов К.Р., д.т.н., професор (розділ 2.2), Орлова Е.Р., д.э.н., професор, (розділ 1.4.), Пурський О.І., д.ф.-м.н., професор, (розділ 1.2), Соловійов В. М., д.ф.-м.н., професор (розділ 3.1, 3.2., 3.3), Точилин В.А., д.э.н., професор (розділ 4.1), Швець В.Я., д.э.н., професор (розділ 2.3).

Дроботова М.В., к.е.н., доцент, (розділ 1.3), Гриценко К.Г., к.т.н., доцент (розділ 4.3), Кібальник Л.О., к.е.н., доцент, (розділ 1.1.), Кондур О.С., к.ф.-м.н., доцент, (розділ 2.1), Пушкар О.І., к.е.н. (розділ 2.2), Скіцько В.І., к.е.н. (розділ 4.2), Тиховская Т.Н., к.е.н., доцент (розділ 2.4), Щур Р.І., к.е.н. (розділ 2.1).

Данильчук Г.Б. (розділ 3.3), Иванова А.Я. (розділ 1.4), Куреня С.В. (розділ 4.1), Куценко М.О. (розділ 1.3), Лук'янчук О.С. (розділ 3.3), Мороз І.О., (розділ 1.2.), Музычка А.Р. (розділ 2.3), Стратійчук І.О. (розділ 3.4), Тобілевич Ю.Є. (розділ 3.2), Тулякова А. Ш (розділ 3.1), Чабаненко Д.М. (розділ 3.5).

## ПЕРЕДМОВА

Феномен країн емерджентного типу досить пильно досліджується протягом останніх років з боку економічно розвинутих країн та провідних міжнародних організацій. Таку зацікавленість країнами емерджентного типу, звісно, неважко пояснити. По-перше, не є таємницею, що саме країни емерджентного типу виявились більш стійкими до наслідків світової фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. По-друге, вагомою є роль даних країн у сучасній світовій економічній системі.

Наявний рівень і потенційні можливості інноваційного розвитку є однією з основних характеристик країн з економіками емерджентного типу. Окрім зазначеного, до інших характерних рис країн емерджентного типу належать: наявність економік, що розвиваються, значна площа ефективної території, нестабільність політичної ситуації в країні, волатильність зовнішньоекономічної діяльності.

При всій зовнішній схожості з ознаками емерджентних економік, Україна, на жаль, не належить до групи країн з емерджентними ринками, а представляє собою країну з «граничним ринком» через наявність низького рівня ринкової капіталізації та ліквідності, надмірної економічної і політичної нестабільності.

Існування в Україні потенціалу офіційного набуття статусу країни з економікою емерджентного типу не викликає сумніву. Завдання полягає лише в активізації даного потенціалу. Для цього потрібно взяти курс на інноваційне економічне зростання, яке є основним засобом становлення економіки емерджентного типу. Підтримка інноваційних процесів може здійснюватись через створення об'єктів інноваційної інфраструктури.

В основу успіху економічної політики на сьогодні для України (і в цілому для світової економічної системи) має бути покладена синергія таких чинників - інформація, інвестиції та інновації. Поки що система державного управління в Україні виступає чинником,

що дезінтегрує ці компоненти та практично унеможлиблює інноваційний розвиток.

Більш обґрунтований та аргументований висновок може бути отриманий в результаті застосування математичних методів і моделей. Загальноприйнятною для емерджентних економік сьогодні є модель синергетичного ринку, якій притаманна нелінійність, багатоваріантність (альтернативність), здатність до якісних (фазових і структурних) переходів, що є властивостями і рушійними силами в розвитку ринків. В еволюційному розвитку ринків час грає системноформуючу роль. Ринки, як і всі економічні системи, в конкретному часовому форматі - не рівнозначні і біфуркаційні. На ринках можливі позитивні і негативні синергетичні ефекти (кризи, катастрофи тощо). Синергетичні ефекти в соціоекономічних системах, в тому числі на ринках, є результатом кооперативної (узгодженої або неузгодженої) дії різнорідних за природою сил (інновацій, інститутів, технологічних змін, екологічних катастроф і т.д.).

З проведеного математичного аналізу, на жаль, не слідує висновок щодо наявності в Україні економіки, подібної за рівнем емерджентного розвитку до економік Китаю чи Індії, які, безсумнівно, займають лідируючі позиції в групі даних економік.

Отже, для розбудови в Україні емерджентної економіки треба вирішити проблеми, які стають на заваді інноваційної активності вітчизняних підприємств, приділити особливу увагу факторам, які є джерелом волатильності зовнішньоекономічної діяльності та нестабільності політичної ситуації в Україні, а також активізувати зусилля держави, бізнесу, університетів (науково-учбових центрів) та більшості суб'єктів економічної діяльності для досягнення ефекту від запропонованих дій.

Саме розв'язанню вказаних проблем присвячена дана монографія.

Відповідальний редактор,  
проф. Соловйов В.М.  
Черкаси, вересень 2013 р.

## РОЗДІЛ 3

# ЕКОНОФІЗИЧНІ ТА ГРАФОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ З ЕМЕРДЖЕНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

### 3.1. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ СКЛАДНОСТІ ФОНДОВИХ РИНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕКУРЕНТНИХ МЕРЕЖ

*Анотація.* В роботі викладається концептуально нова методологія аналізу часових рядів, яку автори застосовують наряду з іншими для дослідження складності фінансових ринків. Суть цієї методології полягає в тому, що для побудови нових мір динамічної складності ринку часові послідовності фінансових даних перетворюються у складні мережі на основі ідеї рекурентності точок фазової траєкторії системи. Розроблено алгоритм дослідження для фондових ринків.

Протягом останніх років аналіз складних систем різної природи отримав новий імпульс завдяки переходу одномірних часових послідовностей, що генеруються системами у той чи інший спосіб, до мережних відображень часових рядів [7]. Реалізація алгоритму рухомого вікна дозволяє прослідкувати графодинаміку складної системи. Якщо та чи інша з визначених мір складності проявляє характерну поведінку у часі, яка збігається з певними критичними змінами на фінансових ринках, її можна використати у якості індикатора-передвісника таких змін.

Метою даної роботи є виклад алгоритму графо-динамічного методу дослідження та деяких попередніх результатів. В наступних роботах ми плануємо більш повно навести результати досліджень для широкого спектру фондових ринків, використовуючи також інші різновиди алгоритмів графодинаміки.

Вказаний алгоритм складається з наступних етапів.

Етап 1. Первинна обробка фінансових часових рядів.

Дослідження окремого фондового ринку проводимо на основі аналізу даних, що продукуються в результаті торгів на відповідній біржі. За певний період розглянемо часовий ряд значень біржового індексу  $I$ , а також часові ряди цін певного набору з  $K$  різних акцій -  $A_1, A_2, \dots, A_K$ , з однаковою дискретизацією (тобто, наприклад, якщо розглядаються денні значення цін закриття, то необхідно впевнитися, що часові ряди відповідають однакової послідовності дат - торгових днів, які занумеруємо в порядку зростання  $t = 1, \dots, M$ ):

$$\{I(t)\}_{t=1}^M,$$

$$\{A_k(t)\}_{t=1}^M, \text{ для } \forall k = 1, \dots, K.$$

Побудуємо ряди логарифмічних прибутковостей.

$$\left\{ I^*(t) = \ln \frac{I(t)}{I(t-1)} \right\}_{t=1}^M,$$

$$\left\{ A_k^*(t) = \ln \frac{A_k(t)}{A_k(t-1)} \right\}_{t=1}^M \quad \forall k = 1, \dots, K.$$

Будуємо суміщені графіки і проводимо візуальний аналіз, звертаючи увагу на розмежування на періоди різних типів динаміки, що є характерним для всіх часових рядів логарифмічних прибутковостей, а також виявляємо особливості у динаміці деяких окремих акцій, за необхідності вилучаємо випадкові випадки.

*Зауваження:* Якщо різні акції будуть мати серйозні відмінності у рівнях змінюваності, то при необхідності отриманні ряди можна «нормалізувати» шляхом віднімання середнього значення і потім ділення на середньоквадратичне відхилення. Перевагою такого кроку стане врівноваженість значущості коливань всіх акцій при їх сукупному розгляді, так як проводиться зведення всіх рядів до однакових одиниць вимірювання. Однак є і недолік - до такого ряду не можна буде додавати наступних значень коливань, бо нормалізація залежить від початково розглядуваного періоду. Для наших досліджень можливість побудови вхідного ряду і



відповідний швидкий розрахунок вихідних показників дуже важливий, тому цей крок по можливості зазвичай пропускаємо.

Етап 2. Фазовий простір системи, два варіанти побудови траєкторії.

Стан системи описується сукупністю із  $d$  істотних змінних стану  $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_d\}$ , впорядкований набір значень цих змінних у

певний момент часу  $t$  - вектор стану:  $\vec{V}(t) = (Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_d(t))$

є точкою в  $d$ -мірному фазовому просторі. Послідовність векторів

$\{\vec{V}(t)\}_{t=1}^M$  утворює дискретну траєкторію системи за

розглядуваний період часу. Еволюція траєкторії описує динаміку системи і її аттрактор. Форма траєкторії дозволяє судити про характер процесу [1].

В дослідженнях реальних складних систем буває так, що спостережуваної інформації недостатньо для побудови реальної фазової траєкторії системи: не всі змінні стану можна спостерігати або адекватно виміряти, або взагалі навіть невідомо скільки в системі таких істотних змінних стану, тобто невідомою є розмірність фазового простору  $d$ . Часто дослідник має у своєму розпорядженні інформацію про поведінку тільки однієї змінної стану - тобто одновимірний часовий ряд, що продукується системою. В таких випадках зазвичай застосовують теорему Такенса, що дозволяє з такого одновимірного часового ряду методом часових затримок побудувати фазову траєкторію, еквівалентну за своєю топологічною структурою оригінальній траєкторії системи. Для такої побудови, що часто називають «реконструкцією аттрактора», необхідно два вхідних параметри - розмірність вкладення  $q$  і часова затримка  $\tau$  [1].

Для визначення розмірності вкладення частіше всього використовують методи, що потребують побудови фазових просторів декількох різних розмірностей  $q$ , з наступним вибором однієї з цих розмірностей  $q^*$  - найкращої за деяким критерієм. Це

можна зробити, наприклад, з використанням концепції «помилкових сусідів».

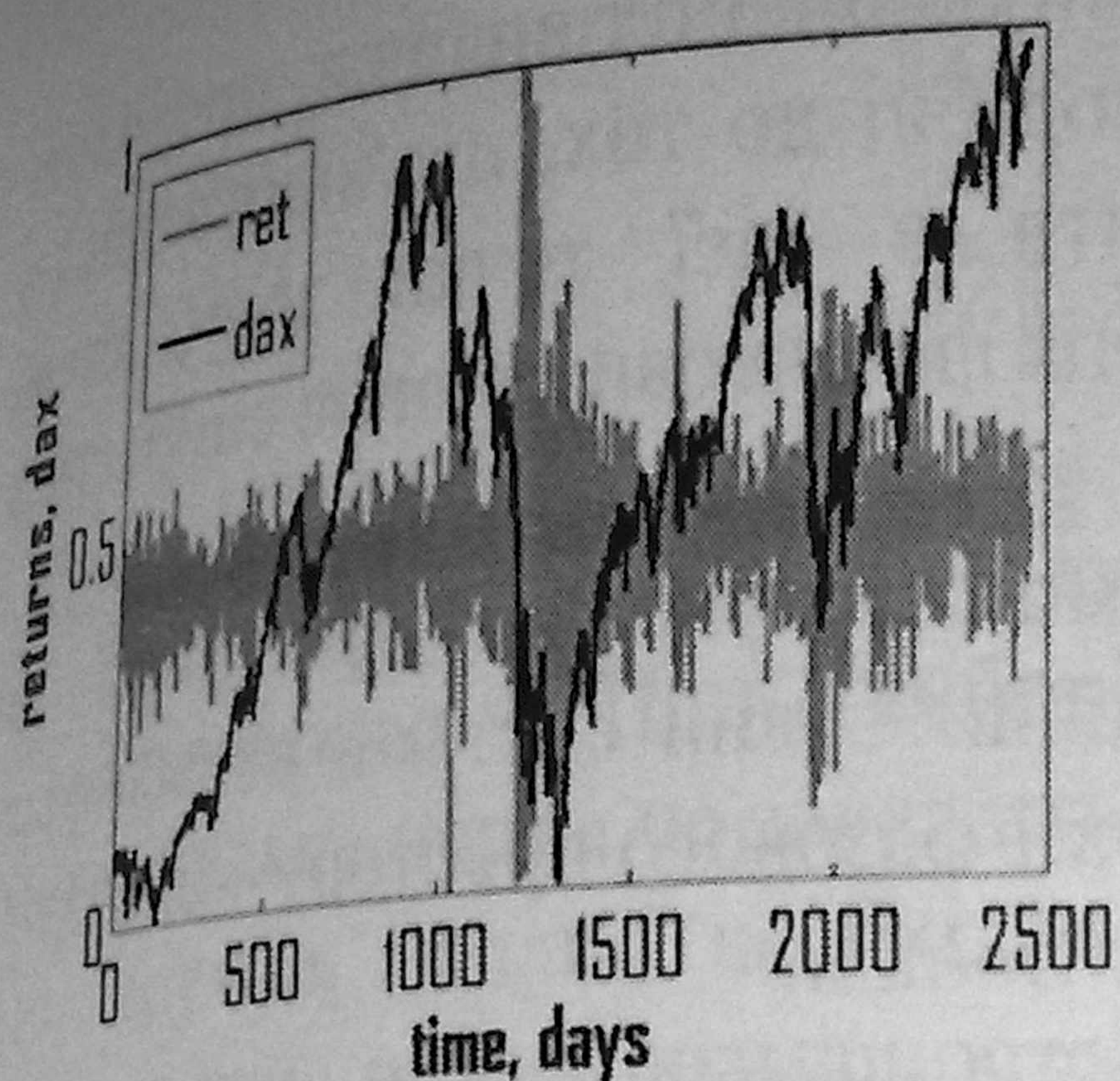
Часова затримка  $\tau$  визначається з урахуванням «довжини пам'яті», що закладена у часовому ряді. Традиційно її вибирають, як найменший часовий лаг, при якому автокореляційна функція дорівнює нулю, або як час першого мінімуму у взаємній інформації. В описуваному алгоритмі параметри  $(q; \tau)$  будемо вважати вхідними, які дослідник обирає з власних міркувань.

Враховуючи вище викладене, при дослідженнях фондового ринку, як складної динамічної системи, пропонуємо два варіанти побудови фазового простору і траєкторії системи, назвемо їх умовно: «реконструйована індексна траєкторія» і «реальна траєкторія набору акцій».

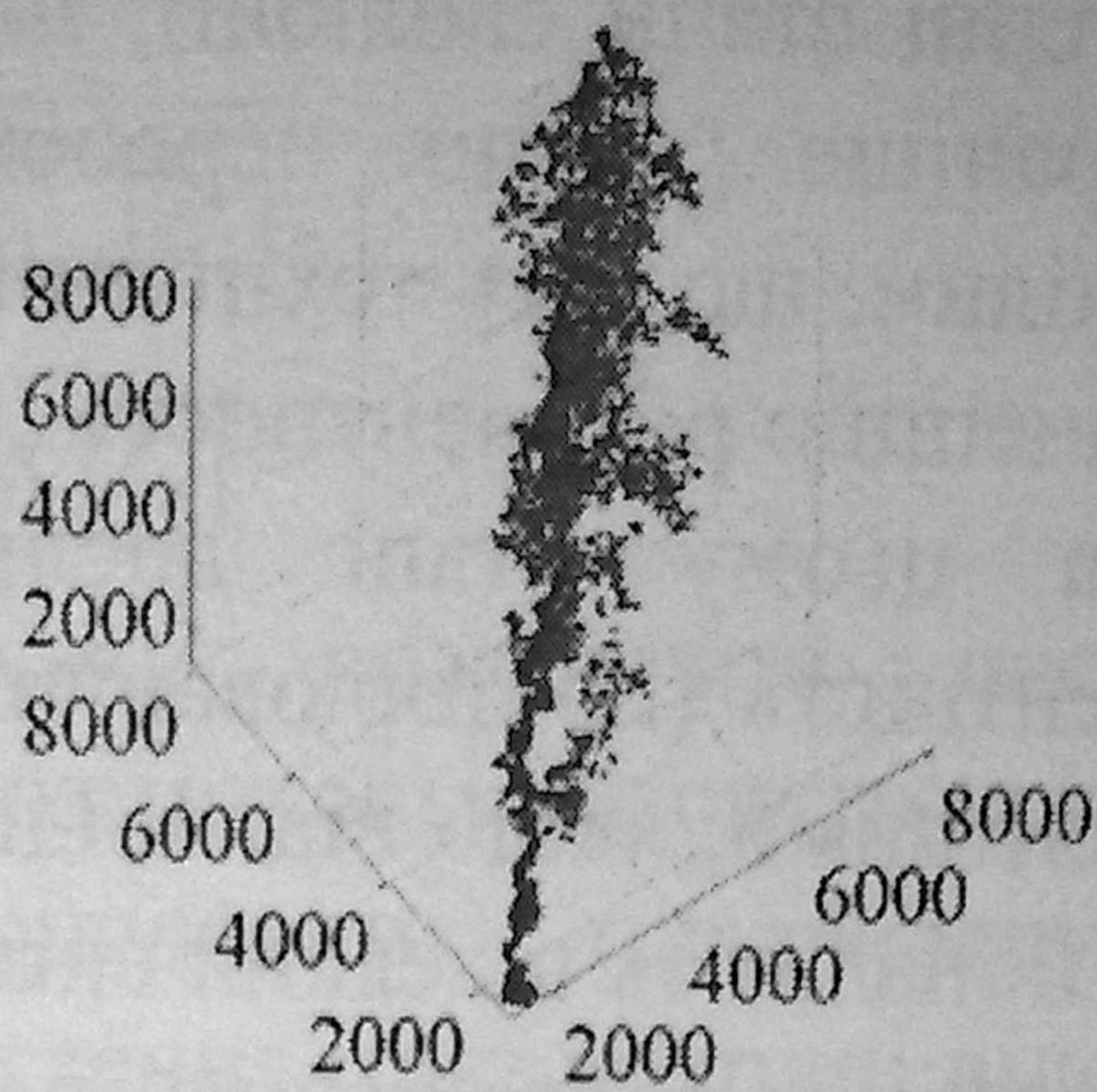
«Реконструйована індексна траєкторія». У  $q$ -мірному фазовому просторі ( $d = q$ ) будемо траєкторію  $\{\vec{V}_I(t)\}_{t=t_1}^M$  з часового ряду індексу за методом Такенса як послідовність точок вигляду:  $\vec{V}_I(t) = (I^*(t), I^*(t-\tau), \dots, I^*(t-(q-1)\tau))$ .

Зворотній порядок координат невинюватковий, це необхідно для зручності накладання динаміки індексу і обчислених показників, яке зробимо на сьомому останньому етапі алгоритму. При використанні такої реконструйованої траєкторії слід пам'ятати, що першою точкою першого вікна часового ряд індексу треба вважати  $t_1 = 1 + (q-1)\tau$ .

В якості прикладу на рис.1 наведено поведінку з часом щоденних значень фондового індексу Німеччини за період з 2004 року, нормалізованих прибутковостей та відповідний атрактор.



a)



b)

Рис. 1. а) Динаміка фондового індексу dax та нормалізованих прибутковостей ret; б) аттрактор фондового індексу dax ( $q = 1, \tau = 2$ )

«Реальна траєкторія набору акцій». З часових рядів акцій формуємо послідовність  $d$ -мірних векторів ( $d = K$ ):  $\{\vec{V}_A(t)\}_{t=1}^M$ , де вектори  $\vec{V}_A(t) = (A_1^*(t), A_2^*(t), \dots, A_K^*(t))$ , координати яких - змінні стану системи ринку - відповідають динаміці різних акцій, що торгуються на ринку, а саме є значеннями логарифмічних прибутковостей у певний момент часу. Ця послідовність задає  $K$ -мірну траєкторію станів системи.

Взагалі-то, можна побудувати декілька різних траєкторій різної розмірності  $K$ , все буде залежати від набору акцій, що вибираються дослідником для спостережень. З власних міркувань, можна обрати набір, що складається з усіх акцій індексного кошику, або сформувати самостійно набір фіксованої кількості  $K$ , що ключатиме акції з найбільшим денним обертом, або вибрані за апіталізацією компаній, або з урахуванням галузевої риналежності.

Етап 3. Дослідження рекурентності фазової траєкторії.

Дуже часто реальні економічні системи демонструють «рекурентну» поведінку, таку як періодичність або іррегулярну поведінку. Часто можна помітити, що економічна система,

зокрема фінансовий ринок, зазнаючи зовнішніх впливів, проходить характерні етапи еволюції, дещо подібні до тих, що відбувалися з нею раніше. Якщо переосмислити з цієї точки зору, стане зрозумілим, що весь технічний аналіз фінансових ринків спирається на концепцію рекурентності.

На цьому етапі досліджуємо побудовані траєкторії на рекурентність (повторюваність) станів. Стани системи вважаються рекурентними, якщо відповідні точки фазового простору «близькі», тобто попадають в деякий спільний  $\varepsilon$ -окіл.

Графічне зображення траєкторії в фазовому просторі могло б допомогти в дослідженні поведінки системи і в перевірці її на рекурентність. Проте, так як розмірність фазового простору складної системи, як правило, більше 3, зображення траєкторії на пряму незручне для аналізу, а зрозуміло візуалізувати рекурентність за допомогою двох- або трьох-вимірних проєкцій дуже складно. Тому потрібно вибрати інший спосіб, більш універсальний. Використаємо Рекурентну Діаграму [1].

Рекурентна Діаграма (рекурентна матриця) – є зручним і зрозумілим відображенням  $d$ -мірної фазової траєкторії станів системи завдовжки  $M$  на двовимірну матрицю  $M * M$ , де обидві координатні осі є осями часу, і будь-якій парі векторів станів  $(i, j)$  ставиться у відповідність елемент цієї матриці, парам рекурентних станів відповідають чорні точки (в матриці 1), нерекурентних – білі (в матриці 0). Таке представлення фіксує інформацію про рекурентну поведінку системи.

Спочатку обчислимо матрицю відстаней  $\{\rho_{i,j}\}_{i,j=1}^M$ , елементами якої будуть відстані між кожною парою  $(i, j)$  точок траєкторії:

$$\rho_{i,j} = \rho(\vec{V}(i), \vec{V}(j)) = \|\vec{V}(i) - \vec{V}(j)\|,$$

$$\vec{Z} = \vec{V}(i) - \vec{V}(j) = \left( \underbrace{Y_1(i) - Y_1(j)}_{z_1}, \underbrace{Y_2(i) - Y_2(j)}_{z_2}, \dots, \underbrace{Y_d(i) - Y_d(j)}_{z_d} \right).$$

Для обчислення відстані можна використовувати різні норми:

$$\|\bar{z}\|_1 = \sqrt{\sum_{k=1}^d (z_k)^2},$$

$$\|\bar{z}\|_2 = \sqrt{\sum_{k=1}^d |z_k|},$$

$$\|\bar{z}\|_3 = \max_{k=1, \dots, d} |z_k|.$$

*Зауваження:* При виборі норми враховуйте наступне. Максимальна норма не залежить від розмірності фазового простору. Це зручно, коли необхідно порівнювати «реконструйовані траєкторії» різних розмірностей вкладення, такі матриці відстаней можуть порівнюватися напряду, тоді як для решти норм необхідно провести масштабування. Але використання такої норми для «траєкторії набору акцій» може виявитися некоректним, якщо максимум буде знаходитися по одній і тій самій координаті, це нівелює значимість інших координат векторів станів. Таке може спостерігатися, якщо одна з акцій буде мати набагато більше середньоквадратичне відхилення у порівнянні з іншим, про що вже згадувалося у першому зауваженні.

Зрозуміло, що ця матриця відстаней симетрична, відносно головної діагоналі. Таку матрицю зручно візуалізувати у вигляді кольорової (або чорно-білої) карти взаємних відстаней.

Тепер за зовнішнім виглядом карти необхідно вибрати  $\varepsilon$ -поріг рекурентності.

Матриця відстаней  $\{\rho_{i,j}\}_{i,j=1}^M$  і обраний дослідником поріг рекурентності  $\varepsilon$  дозволяють легко побудувати матрицю рекурентності  $\{r_{i,j}\}_{i,j=1}^M$ :

$$r_{i,j} = \theta(\varepsilon - \rho_{i,j}), \text{ де } \theta(\cdot) \text{ - функція Хевісайда:}$$

$$\theta(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}.$$

Така матриця також симетрична. Побудуємо її чорно-білу візуалізацію – Рекурентну Діаграму. Всі подальші розрахунки будуть проводитися за матрицею рекурентності, яку очевидно дуже

легко продовжити при необхідності, додаючи нові точки часових рядів.

#### Етап 4. Віконна технологія розрахунку показників.

Як завжди в наших дослідженнях [1, 4] для аналізу часових рядів використовуємо «технологію ковзного вікна», що означає розрахунок будь-яких показників для вікна фіксованої ширини  $N$  (певного часового періоду такої тривалості), що нібито «ковзає» по часовому ряду з фіксованим кроком  $S$ . Це дозволяє на виході отримувати часові ряди показників і значить вивчати динаміку поведінки показників, в порівнянні з динамікою ринку (див. Етап 7).

На цьому етапі необхідно визначитися з значеннями, які ми присвоюємо параметрам  $N$  і  $S$ . Крок ні в якому разі не може перевищувати ширину вікна, це в багато разів менше число, зрозуміло, що чим воно менше, тим частіше дискретизовану у часі динаміку показників ми отримуємо, а значить більш плавну і деталізовану. Тому крок  $S$  вибираємо, як можна меншим але з урахуванням обчислювальних можливостей процесору, що використовує дослідник. Під час пробних розрахунків використовуємо великі кроки, потім при необхідності уточнюємо розрахунки з маленьким кроком. Зауважимо, що якщо ми розглядаємо денні коливання акцій, то 250 точок часового ряду – це приблизно рік, 5 точок – тиждень, 20 – місяць, 60 – майже квартал.

Зазвичай, параметри вікна визначаються до початку розрахунків, виходячи з різних внутрішніх міркувань дослідника, з урахуванням його особистих цілей аналізу і попереднього досвіду. Тільки потім розраховуємо показники для кожного окремого вікна – тобто певної вибірки часового ряду.

Підкреслимо, що в цьому алгоритмі, свідомо переносимо застосування ковзного вікна і вибір параметру  $N$  ширини вікна на етап, наступний після побудови Рекурентної Діаграми для повної часової послідовності з наступних міркувань.

По-перше, зовнішній вигляд Рекурентної Діаграми підказує досвідченому досліднику, яку необхідно вибрати ширину вікна, щоб найбільш ефективно використати закладену в діаграму

інформацію. Більш того, аналізуючи попередню кольорову карту взаємних відстаней, можна адекватно корегувати вибір тандему параметрів – (ширини вікна  $N$  і порогу рекурентності  $\varepsilon$ ). Зазначимо також, що ширина вікна повинна визначатися також з урахуванням «довжини пам'яті системи» про свою структуру.

По-друге, це прискорює розрахунки, так як по суті для кожного окремого вікна не треба проводити повний перерахунок матриць відстаней і рекурентності, необхідно просто прибрати зайві «застарілі»  $S$  рядків і стовбців у матрицях, і розрахувати додаткові нові рядки і стовбці, що відповідають новим  $S$  точкам фазової траєкторії. Тому зручно обчислити матриці для повної часової послідовності, а потім з неї вибирати підматриці, що відповідають вікнам. Отже, «одновимірному вікну» ширини  $N$ , кожному по вхідних часових рядах, тепер відповідає «насправді віконце двовимірне» – підматриця  $N * N$ , що ковзає вздовж діагоналі матриці. Такі підматриці можна розглядати, як окремі самостійні матриці відстаней і рекурентностей відповідних траєкторій довжини  $N$ , що є просто шматочками перед тим побудованої повної траєкторії. Саме всередині таких «віконць» будемо надалі проводити аналіз і розраховувати різні статистичні міри.

До того, як перейти до викладення наступного етапу нашого алгоритму, зробимо невеличкий відступ в розглянемо деякі корисні показники, які можна розрахувати з вище побудованих матриць відстаней і матриць рекурентностей з різними  $\varepsilon$ -порогами.

По-перше, за матрицею відстаней, можна обчислити значення кореляційного інтегралу:

$$C(\varepsilon) = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{1}{M^2} \sum_{i,j=1}^M \theta(\varepsilon - \rho_{i,j}).$$

Він є основою для розрахунку кореляційної розмірності аттрактора  $D_{Corr}$  (відомо, що  $\ln C(\varepsilon) \propto D_{Corr} \ln \varepsilon$ ) і кореляційної ентропії аттрактора  $K_{Corr}$ , що є оцінками знизу для таких важливих характеристик аттрактора як Хаусдорфова розмірність і Колмогорівська ентропія відповідно.

По-друге, за підматрицями рекурентності можна провести класичний Візуальний Аналіз Діаграмм і Кількісний Аналіз Рекурентності [1, 4]. Візуальна оцінка діаграм може дати уявлення про поведінку траєкторії у певні періоди часу:

- при аналізі крупномасштабних структур досліджується *топология* діаграми, що дає загальне уявлення про характер процесу за цей період (стаціонарність, періодичність, і таке інше);
- при докладному аналізі дрібномасштабних структур досліджується *текстура* діаграми, що дає інформацію про існування локальних явищ – паралельних витків траєкторії, ламінарних станів та інших.

Комбінації вертикальних і горизонтальних ліній формують прямокутні *кластери точок*, саме ці комбінації використовуються для обчислення мір Кількісного Аналізу Рекурентних Діаграм. Обчислення цих мір в підматрицях рекурентної діаграми показує поведінку цих мір у часі. Ряд мір обчислюється на основі підрахунку *густини* рекурентних точок і побудови частотного розподілу довжин діагональних ліній: *RR* – коефіцієнт самоподібності, *DET* – показник передбачуваності, *DIV* – дивергенція, зворотна величина максимальної довжини діагональної лінії, *ENTR* – ентропія і *TREND* – тренд. Деякі дослідження даних мір показали, що їх застосування може сприяти виявленню точок біфуркації, переходів «хаос–порядок». Інші міри, що використовують густину вертикальних або горизонтальних структур: *LAM* – ламінарність, *TT* – показник затримки, дозволяють виявляти переходи «хаос–хаос». Слід зазначити також нечутливість цих мір до вимог стаціонарності і довжини досліджуваних часових рядів [1].

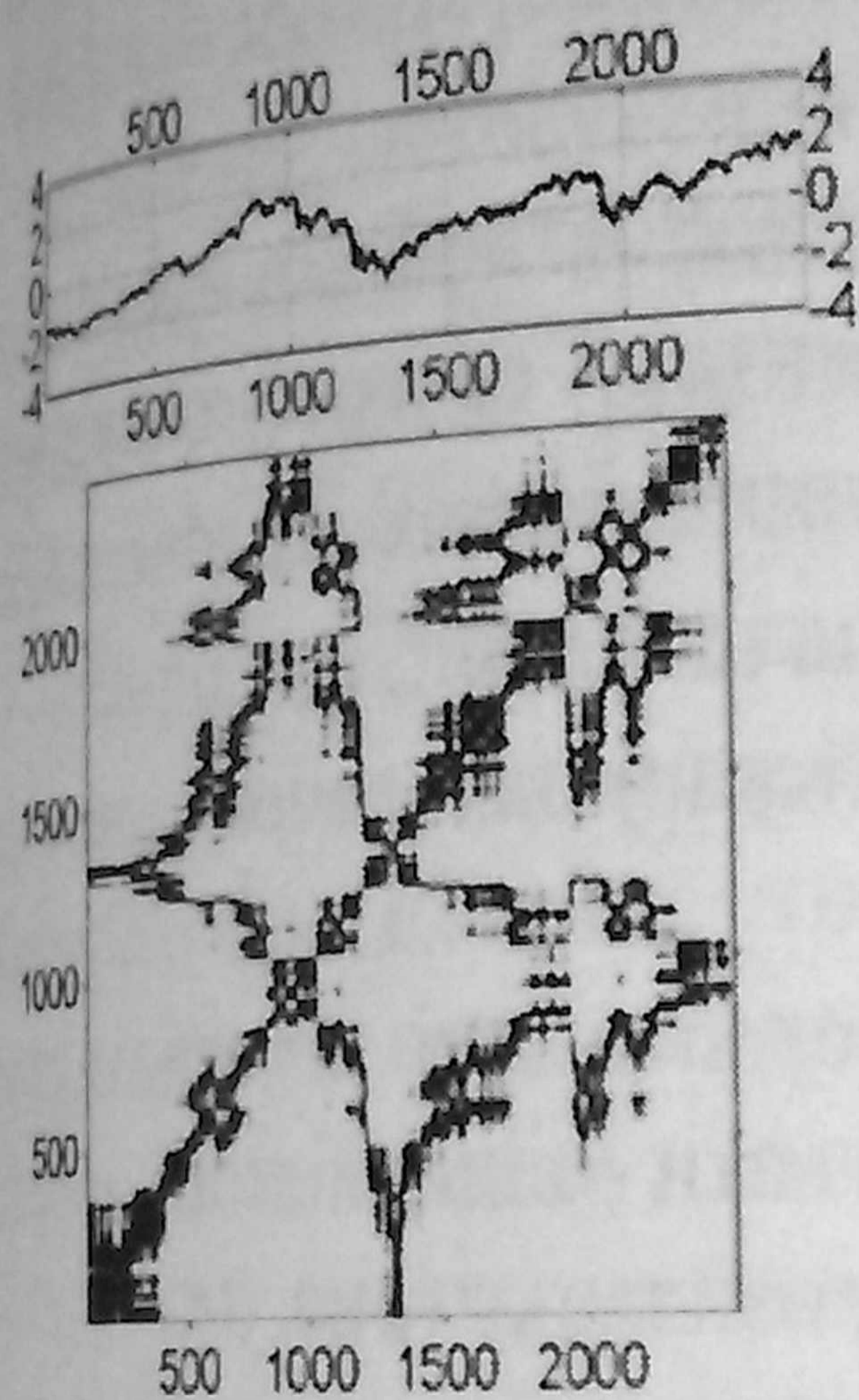
Рекурентна Діаграма для індексу фондового ринку Німеччини (dax) та одна з мір кількісного аналізу представлена на рис. 2.

Етап 5. Побудова мережі за матрицею рекурентності.

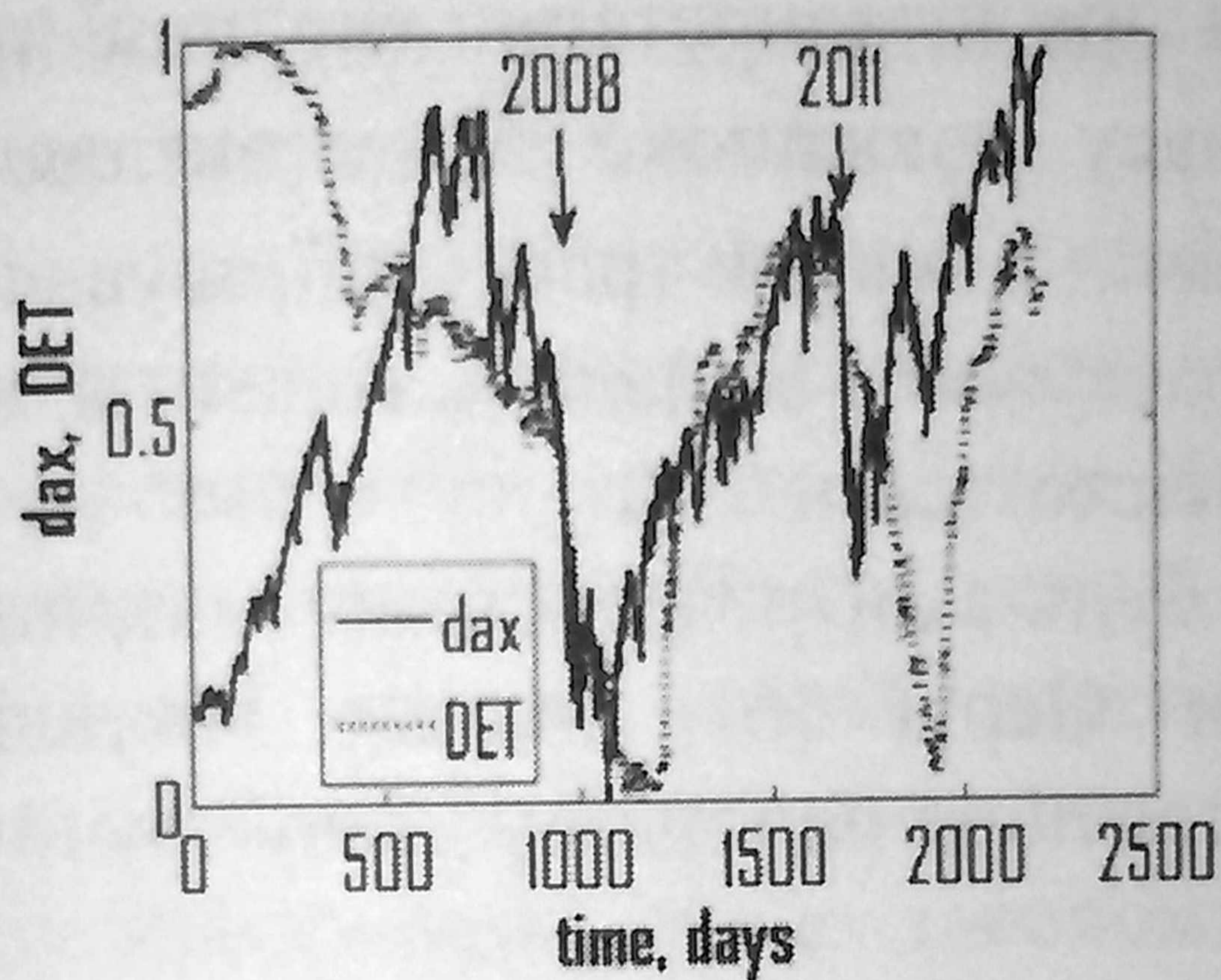
Граф складається з певного набору  $N$  вершин і ребер, що їх поєднують. Якщо пара вершин поєднані ребром, то вони називаються *суміжними*. Матриця суміжності графу – це матриця



розміром  $N \times N$ , в якій кожній парі вершин  $(i, j)$  ставиться у відповідність елемент  $i$ -ого рядка  $j$ -ого стовбця, що дорівнює одиниці, якщо між цими вершинами є ребро, і нулю – якщо немає ребра. В теорії мереж вершини називають вузлами, а ребра – зв'язками або дугами.



a)



b)

Рис. 2. а) Рекурентна діаграма для індексу dax ( $\varepsilon = 0.3$ ); б) співставлення індексу dax та міри детермінованості DET, розрахованої для  $N = 250, S = 1$

Для кожного окремого вікна побудуємо мережу наступним чином. Поставимо у відповідність кожній точці фазової траєкторії (стан системи в певний момент часу) – вузол мережі. Вузли з'єднаємо дугами, якщо відповідні стани рекурентні. Тобто матриця суміжності мережі дорівнює матриці рекурентності, тільки необхідно замінити діагональ, замість 1 поставити 0, щоб в графі не було петель. Така мережа називається  $\varepsilon$ -рекурентною [3].

Зауваження: Альтернативні підходи до принципу встановлення зв'язків між вузлами-станами дозволяють побудувати інші різновиди рекурентних мереж – мережу найближчих сусідів та адаптивну мережу [3]. З матриці відстаней можна побудувати матрицю найближчих сусідів, коли для з кожної вершини виходять

направлені ребра до фіксованої кількості найближчих сусідів. Така матриця суміжності, взагалі кажучи, не буде симетричною. Таким чином фіксовано розподіл вихідних ступенів вершин, а розподіл вхідних має деяку варіацію. Однак, слід зазначити, що інтерпретувати властивості направленої мережі складніше, ніж ненаправленої. Адаптивна мережа - ненаправлена, при цьому зберігається умова постійної кількості ребр для кожної вершини. Така мережа будується ітеративно.

Так як мережі будуються для послідовності вікон, то можна говорити про інтерпретацію еволюції траєкторії системи за певний період часу довжиною  $N$  у вигляді динамічного графу з  $N$  вершинами – точками траєкторії, зсув вікна на крок  $S$  додає нові  $S$  точок траєкторії і видаляє стільки ж найстаріших точок, що вже стають неістотними.

Для будь-якої розрахованої матриці суміжності за допомогою програми Gephi [6] можемо візуалізувати відповідний граф, використовуючи при цьому деяку зручну розкладку (рис. 3).

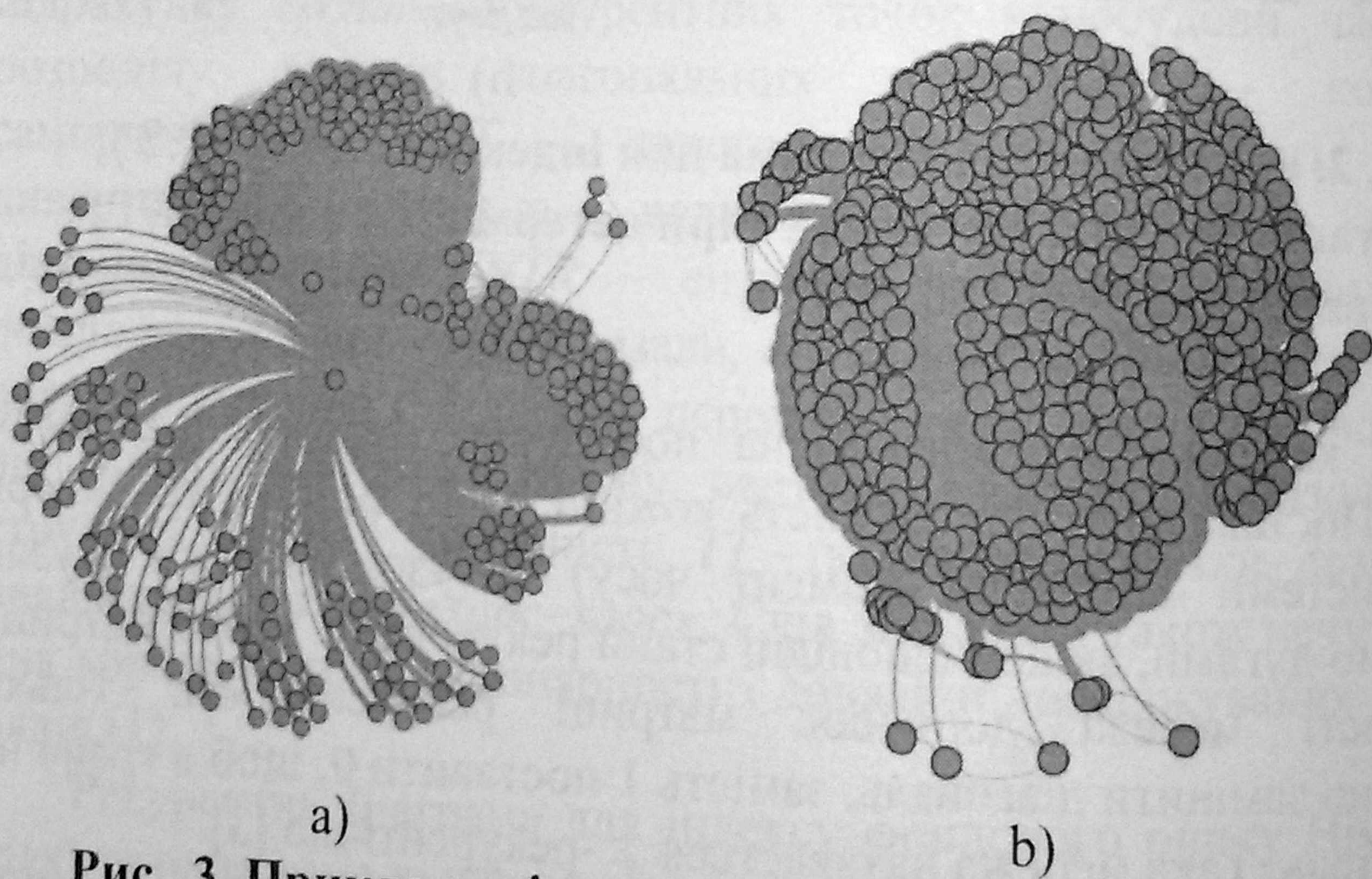


Рис. 3. Приклади візуалізації мереж, відновлених програмою Gephi для вікна часового ряду  $da_x$  у 250 (a) та 500 днів (b) відповідно

Але мережа – це не просто можливість красивої візуалізації рекурентності у системі. В даному випадку мережа – це інструмент представлення часової послідовності станів системи, що дозволяє дослідити структурну організацію часової послідовності в цілому, за допомогою спостереження топологічних властивостей відповідно побудованої мережі. Ефективність застосування такого підходу до аналізу часової послідовності (еволюції траєкторії) обумовлена можливістю застосування потужного математичного апарату, що вже розроблений в рамках теорії графів. Цей апарат включає багатий комплекс різноманітних мір, що дозволяють кількісно оцінити різноманітні властивості складних мереж.

Якщо порівнювати ці нові міри, розраховані для  $\varepsilon$ -рекурентної мережі з тими, що розраховуються в рамках Кількісного Аналізу Рекурентних Діаграм, то мережні міри дають більш детальний статистичний опис топологічних властивостей траєкторії системи. Тобто без сумніву, дослідники мають новий перспективний інструмент аналізу часових послідовностей, що дозволить отримати концептуально нову корисну інформацію, щодо закономірностей, закладених у високоорганізовані часові послідовності.

#### Етап 6. Розрахунок комплексу мережних характеристик.

Для кожного побудованого графу, що відповідає певному вікну з послідовності вікон, розрахуємо повний комплекс різноманітних мережних характеристик.

Для аналізу мережі досліджують характеристики окремих вузлів (локальні), характеристики мережі в цілому (глобальні), та характеристики мережних підструктур. Числові показники деяких глобальних характеристик мережі можуть бути представлені у вигляді аналітичних узагальнень її локальних характеристик (наприклад - найменше, найбільше, середнє значення локального показника, взяте по всім вузлам). Окрім того, що глобальна характеристика може бути представлена у формі одного числа, це також може бути представлення у вигляді розподілу значень локальної характеристики вузлів по усій мережі. Розглянемо основні мережні поняття і характеристики [2], які зазвичай використовуємо в наших дослідженнях.

Число вузлів у мережі  $N$  називається *розміром мережі*.

*Шлях* – це послідовність суміжних вузлів і зв'язків між ними, коли вузли не повторюються. *Цикл* – це шлях, в якому початковий і кінцевий вузол співпадають.

Довжина усіх зв'язків між суміжними вузлами (з'єднаними ребром) вважаються рівними одиниці. Відстанню  $\delta(i, j)$  між парою вузлів  $(i, j)$  є довжина найкоротшого шляху між ними у мережі (або шляхів, бо взагалі-то їх може бути і декілька), такий шлях називається *геодезичною лінією*.

**Середня відстань:**

$$\delta_{avg} = \langle \delta(i, j) \rangle_{i, j}$$

це середнє значення міжвузлової відстані по всім тим парам вузлів  $(i, j)$ , між якими існує хоча б один з'єднуючий їх шлях (адже мережа може мати і нез'єднані між собою вузли).

Максимальна міжвузлова відстань називається *діаметром мережі*:

$$diam_{network} = \delta_{max} = \max_{i, j} \delta(i, j).$$

Середня відстань і діаметр мережі є глобальними характеристиками мережі. Важливу інформацію про *архітектуру* мережі можна отримати шляхом вивчення залежностей середньої або максимальної міжвузлової відстані від розміру мережі.

Число зв'язків вузла називається *ступенем вузла*  $\alpha(i)$ . Поняття ступеня – локальна характеристика графа. З неї отримуємо наступні глобальні характеристики мережі.

**Середня ступінь вершин:**

$$\alpha_{avg} = \langle \alpha(i) \rangle_i.$$

**Максимальна ступінь вершин:**

$$\alpha_{max} = \max_i \alpha(i).$$

Розподіл ступенів вершин  $P_\alpha(x)$  показує ймовірність того, що навмання вибрана вершина буде мати ступінь  $x$

$$P_\alpha(x) = P\{\alpha(i) = x\} = \frac{\eta_x}{N},$$

де  $\eta_x$  - кількість вершин в мережі зі ступенем  $x$ .

Розподіл ступенів вершин є найпростішою статистичною характеристикою мережі, при цьому в багатьох випадках, вивчення саме цієї характеристики (зокрема, визначення виду розподілу ступенів вершин) є найбільш інформативним щодо розуміння фундаментальних властивостей мережі і процесів, що в ній відбуваються.

На рис. 4 представлені впорядковані за величиною ступені вершин графів для щоденних значень індексу dax з 2000 року (а) та відповідні степеневі розподіли (б) для вхідних (in) та вихідних (out) ступенів вершин.

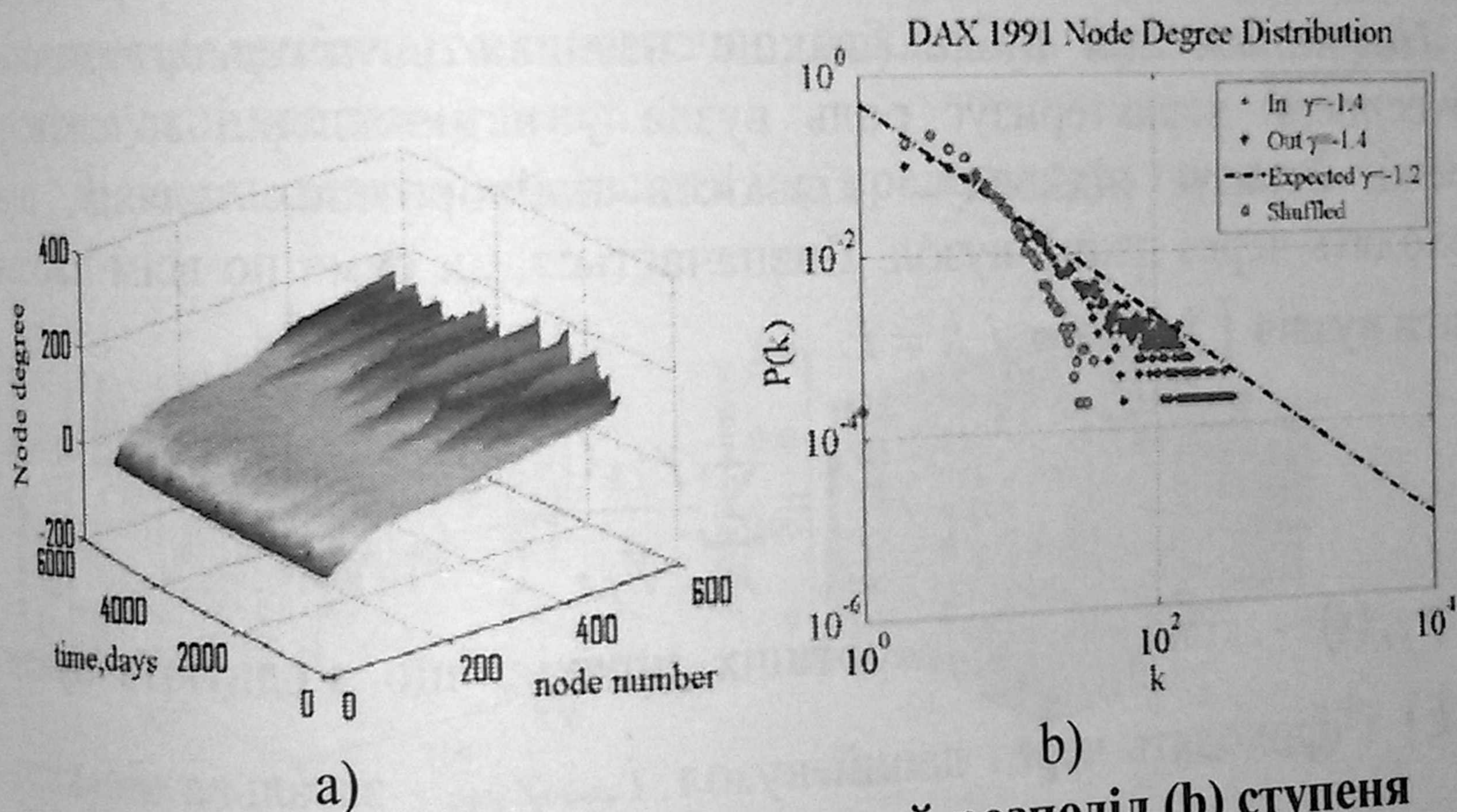


Рис. 4. Динаміка (а) та степеневий розподіл (б) ступеня вершин

**Кластеризація** – це локальна характеристика мережі. Вона характеризує ступінь взаємозв'язку між собою найближчих сусідів даного вузла. Коефіцієнт кластеризації (або кластерності) даного вузла показує ймовірність того, що навмання обрані два її

найближчих сусіда самі виявляються найближчими сусідами. Якщо усі найближчі сусіди вузла взаємопов'язані то коефіцієнт дорівнює 1, якщо ж зв'язків між ними немає, то дорівнює 0:

$$\lambda(i) = \frac{\Delta(i)}{\alpha(i)(\alpha(i)-1)/2}.$$

В чисельнику число  $\Delta(i)$  – реальна кількість трикутників (циклів довжини 3), приєднаних до цього вузла, а в знаменнику  $\alpha(i)(\alpha(i)-1)/2$  – їх максимально можлива кількість.

**Кластеризація мережі** визначається як середнє значення кластеризації по всіх вузлах:

$$\lambda_{network} = \lambda_{avg} = \langle \lambda(i) \rangle_i.$$

Таким чином, кластеризація мережі характеризує статистику циклів, а саме, трикутників в мережі. Це глобальна характеристика. Зазвичай реальні мережі характеризуються високою кластеризацією.

**Навантаження** вузла (інакше називають *посередництво* - betweenness) характеризує роль вузла у встановленні зв'язків у мережі, показує відносну кількість найкоротших шляхів, що проходять через даний вузол. Визначається, як сума по всіх парам решти вузлів  $(j, k)$ ,  $j \neq i, k \neq i$

$$\beta(i) = \sum_{j,k} \frac{\gamma_{j,k}(i)}{\gamma_{j,k}},$$

де  $\gamma_{j,k}(i)$  - кількість найкоротших шляхів, що з'єднують вузли  $(j, k)$  і проходять через даний вузол  $i$ ,  $\gamma_{j,k}$  - загальна кількість найкоротших шляхів, що з'єднують вузли  $(j, k)$ .

На відміну від ступеня вузла (що для окремої вершини враховує тільки її власні зв'язки з сусідніми вершинами) і кластеризації вузла (що для окремої вершини враховує взаємозв'язки тільки її найближчих сусідів), поняття посередництва вузла відбиває

топологию усієї мережі (тобто, для окремої вершини враховує всі шляхи взаємозв'язків між кожною парою вузлів).

Якщо граф зв'язний, то даний вузол поєднаний з усіма іншими вузлами і відстанями від вузла  $i$  до решти вузлів мережі  $\forall j \neq i$  будуть довжини найкоротших шляхів  $\delta(i, j)$ .

**Ексцентриситет** вузла – це максимальна з цих відстаней:

$$\chi(i) = \max_{j \neq i} \delta(i, j).$$

**Віддаленість** вузла – це сума всіх цих відстаней:

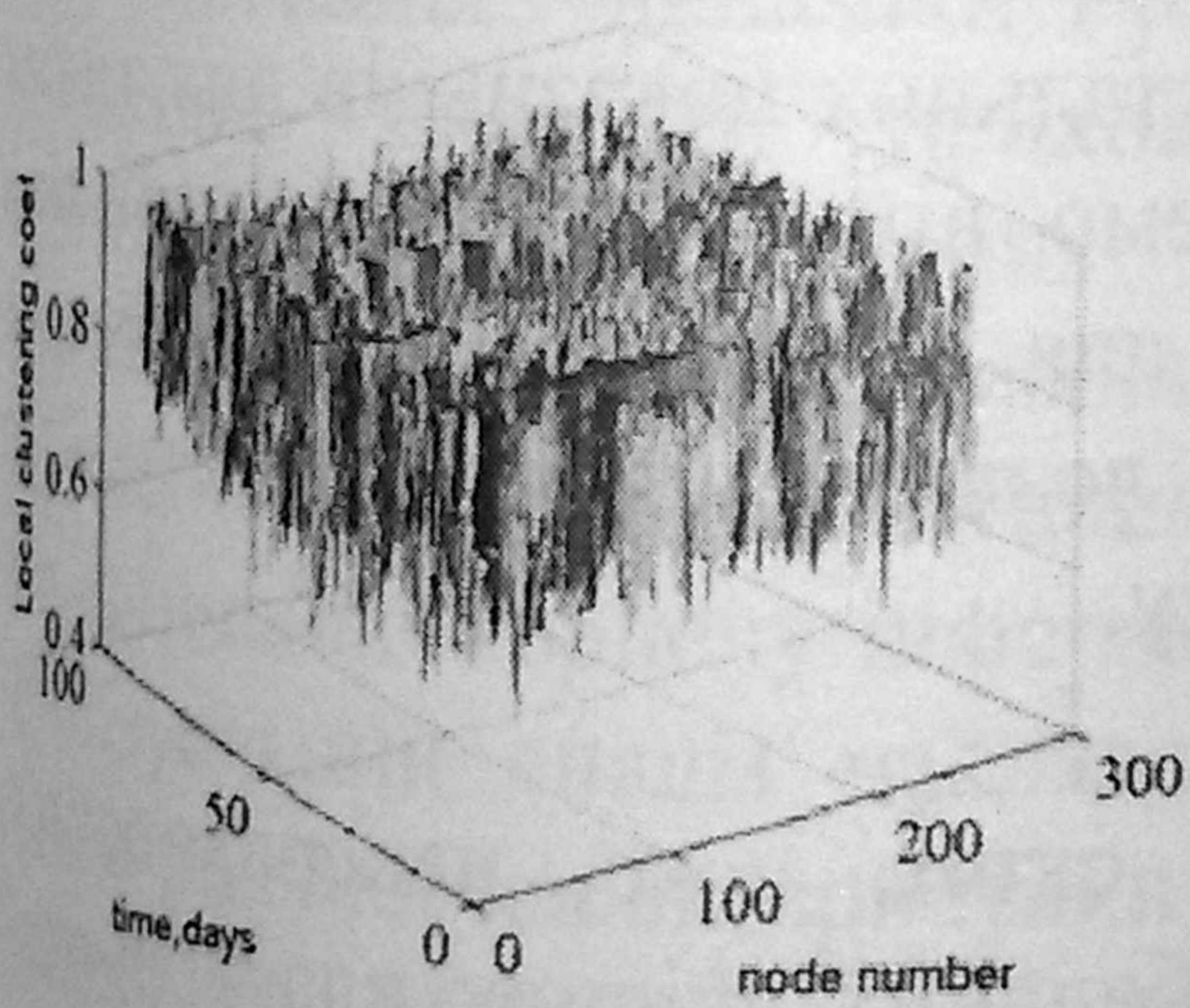
$$\varphi(i) = \sum_{j \neq i} \delta(i, j).$$

**Близькість** вузла визначається як обернена віддаленість:

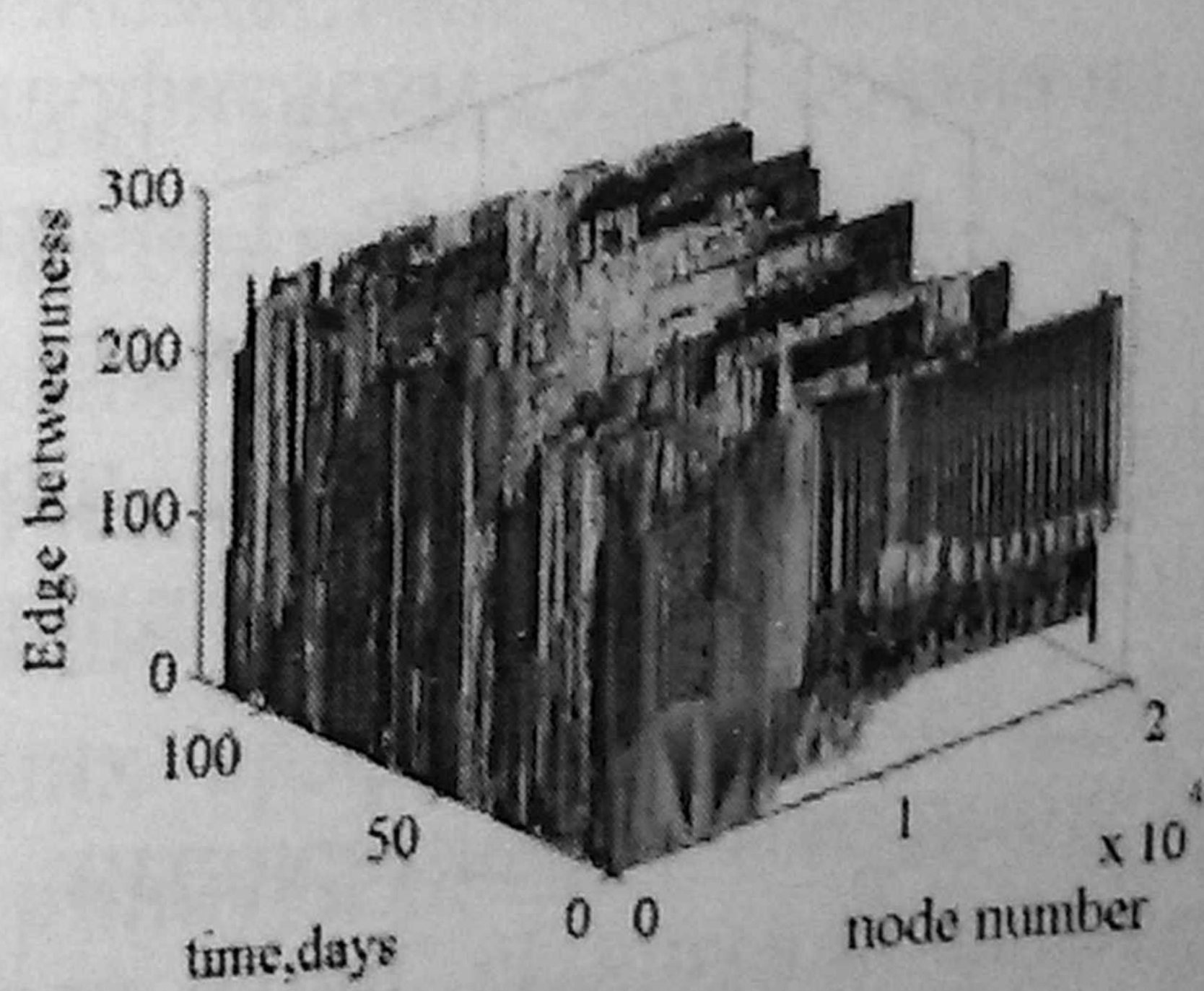
$$\psi(i) = 1 / \varphi(i).$$

Показник ступеня вершини, показник близькості вершини до всіх інших вершин, і показник посередництва вершини у поєднанні всіх пар решти вершин – є різновидами такої характеристики вузла як **центральність**, що означає важливість вузла в мережі в деякому конкретному сенсі.

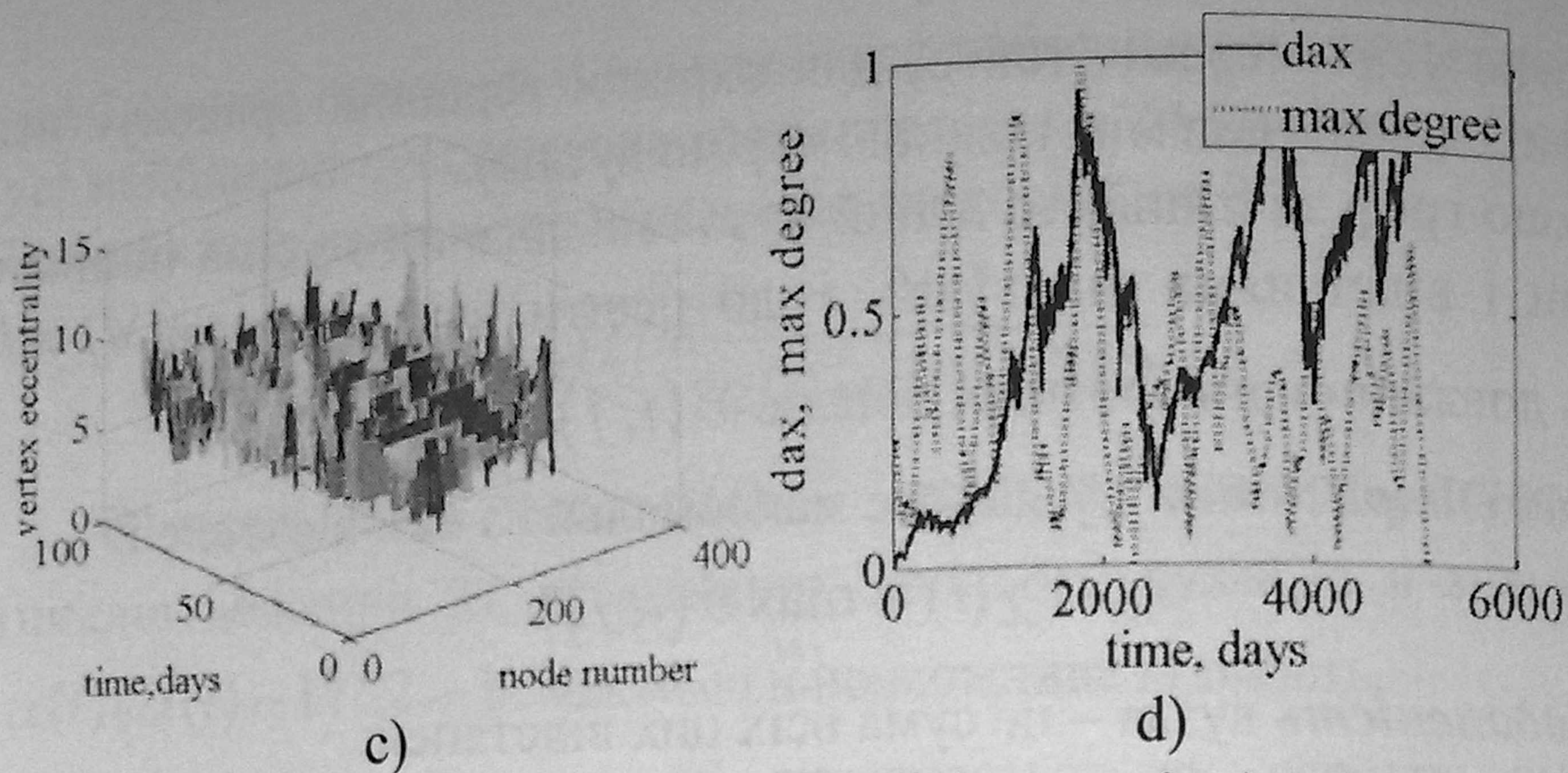
Динаміка деяких з вказаних мір представлена на рис. 5.



a)



b)



**Рис. 5.** Віконна динаміка мір складності; а) кластеризації; б) посередництва вершин; с) центральності вершин; д) співставлення часових змін вихідного ряду та міри складності (максимального ступеня вершини)

Це найважливіші локальні характеристики мережі, зрозуміло, існують і інші.

Сукупність значень будь-якої локальної характеристики, впорядкована так само як вершини мережі, що відображають стани системи у часі, представляє собою дуже цікаву структуру, що потребує окремих досліджень. Зокрема, нами проводилися розрахунки ентропійних і мультифрактальних показників для таких сукупностей ступенів вузлів, і можемо відзначити, що динаміка подібних показників, розрахованих для ковзних вікон, теж має певні специфічні закономірності, що дозволяє інтерпретувати їх в якості мір динамічної складності ринку.

Цей комплекс характеристик, окрім вже перерахованих, включає набір показників, щодо глобальних якісних властивостей графу. Вони дорівнюють одиниці, якщо цьому графові притаманна така властивість, і нулю в протилежному випадку:

- Простий граф – граф, що не містить кратних дуг і петель. За способом побудови використовувані рекурентні мережі завжди виявляються простими.



- Зв'язний граф - граф що містить одну компоненту зв'язності, тобто між будь-якою парою вершин існує хоча б один шлях.
- Регулярний граф – граф, ступені вершин якого рівні.
- Повний граф – простий граф, в якому кожна пара вершин суміжна.
- Ейлеровий граф – граф, що містить ейлеровий цикл (замкнутий шлях, що проходить по всім ребрам графа і тільки один раз).
- Дерево – зв'язний ациклічний граф. Число вузлів  $N$  і число зв'язків  $L$  просто співвідносяться  $N = L - 1$ .

Описаний комплекс мережних характеристик планується й надалі розвивати.

Етап 7. *Візуалізація накладання динаміки розрахованих показників і динаміки індексу. Пошук індикаторів, передвістників.*

В результаті виконання попередніх етапів алгоритму отримуємо часові ряди різноманітних мережних показників, одна точка такого часового ряду відповідає окремому вікну. Довжина таких рядів (дорівнює кількості вікон) залежить від довжини початкового ряду  $M$ , ширини вікна  $N$  і кроку  $S$ :  $W = [(M - N) / S] + 1$ .

Вивчення динаміки різноманітних мережних показників дозволяє виявляти приховані закономірності в структурній організації досліджуваних часових послідовностей, відповідно виносити судження про еволюцію поведінки системи, що продукує ці часові послідовності. Таким чином, технологія ковзного вікна дає надзвичайно корисну інформацію для аналізу. Особливо важливим є візуальний аналіз накладених графіків динаміки ряду індексу (інтегральної характеристики ринку) і динаміки побудованих рядів мережних показників, обчислюваних для вікон. Для цього ряд індексу необхідно попередньо перетворити, зі зрозумілих причин обрізати попереду  $N - 1$  точку з першого вікна, і потім прорідити, взявши тільки кожну  $S$ -у точку ряду.

При такому візуальному аналізі необхідно звертати увагу на характерні особливості поведінки досліджуваної мережної характеристики, стежачи за динамікою показника з урахуванням

ситуацій, що складаються на ринку, які видно з динаміки індексу. Наприклад, можна помітити реакції показника на кризи або підйоми, причому ці реакції можуть бути не тільки з деякою затримкою у часі або своєчасними, а й випереджаючими (див, наприклад, рис. 5d). Виявлена закономірність в реакції показника дозволяє вже розглядати його як *індикатор* відповідної ситуації на ринку, а в разі випереджаючої реакції як *передвісник* [4, 5].

Виявлені закономірності поведінки показника для деяких ринків дають можливість сформулювати гіпотезу про універсальний характер такої закономірності. При перевірці гіпотези для інших ринків слід враховувати можливу необхідність коригування вхідних параметрів для розрахунку показників, в тому числі параметрів ширини вікна і кроку, адже ринки різного рівня розвитку демонструють «різний плин часу». Те ж саме слід відзначити і для перевірки гіпотези на більш ранніх етапах існування розглянутого ринку.

В заключення, акцентуємо увагу на концептуальній подібності між, з одного боку - реконструкцією мережної топологічної структури з високоорганізованих часових послідовностей, і з іншого боку - дослідженням властивостей фазового простору динамічної системи, що базуються на вивченні сукупності окремих часових рядів [3]. Реконструкція мереж з часових рядів з подальшим розрахунком комплексу специфічних топологічних властивостей динамічних мереж — є новим перспективним напрямком в аналізі часових рядів. В той же час можна вважати вже традиційним дослідження фундаментальних характеристик складної динамічної системи за допомогою аналізу часових рядів, що продукуються цією системою. Найважливішим в цьому виявляється належна побудова моделі досліджуваної складної системи навколо спостережуваних часових рядів. Ідея інтерпретації [3] матриці рекурентності фазового простору системи фондового ринку як матриці суміжності для побудови складної динамічної мережі з часових рядів коливань курсів акцій, виявилася дуже продуктивною для пошуку нових адекватних мір динамічної складності ринку, що по суті є показниками різних проявів високої структурної організації фінансових часових рядів.

## Література:

1. Дербенцев В.Д., Сердюк О.А., Соловйов В.М., Шарапов О.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем. Монографія. – Черкаси: Брама-Україна, 2010.-300с.
2. Евин И.А. Введение в теорию сложных сетей. / Е.И.Евин // Математические основы и численные методы моделирования. – 2010. –Т.2, №2. – С.121-141.
3. Donner R. V. Recurrence-based time series analysis by means of complex network methods / Donner R. V., Small M., Donges J.F., Marwan N., Zou Y., Xiang R., Kurths J.// [Електронний ресурс] – Режим доступу: ArXiv:1010.6032v1.
4. Соловйов В.М. Рекурентні міри як метод кількісної оцінки складності / В.М.Соловйов, А.В.Батир // Вісник КНУТД, 2012, №5, с.254-257.
5. Соловьева В.В. Использование мультифракталов в анализе фондовых рынков / Соловьева В.В., Тулякова А.Ш. // «Інформаційні технології та моделювання в економіці: на шляху до міждисциплінарності: монографія. - Черкаси: Брама-Україна. - 2013. – С.116-130.
6. Система візуалізації графів Гефі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://gephi.org/>
7. Соловйов В.М. Прогнозування кризових явищ в складних мережах / Соловйов В.М., Соловйова В.В., Чабаненко Д.М. // – В кол.мон. «Сучасні концепції прогнозування розвитку складних соціально-економічних систем». – Бердянськ. – 2013. – С.190-206.

indicators of social and economic development are defined. The study presents seven strategic principles for indicators system forming of socio-economic development at regional level and draws the attention of managers to the development purpose of regional governance.

**Shchvets V.Ya, Muzichka A.R. Possibilities of application of methods of control over projects as mechanism of introduction of organizational changes**

Possibility of application of methods of management by projects for organizational development is considered. The system of organizational changes in quality of creation of rational system of resource use of the enterprise is presented. Introduction of system of rational resource use as project is proved. Characteristics and project tasks are defined.

**Soloviev V., Tobilevich Yu. Spectral analysis of stock market**

This article discusses the possible application of spectral analysis to the study of stock indices' time series, presented in the form of graphs. Certain spectral characteristics of stock indices have been produced based on the various types of spectra. The article studies and analyses the dynamics of changes in generated graphs' characteristics. The possibility of applying the spectral analysis to the investigation and forecast of stock market's behavior is considered.

**Soloviev V., Tuliakova A. Recurrence networks based methodology of dynamical complexity of stock markets research**

The new concept of «time series analysis» methodology is being discussed in this article. The authors use it together with other methodologies to investigate complexity of the financial markets. The principle of this method indicates how to construct new measures of dynamical complexity of the market; financial time series are being transformed into complex networks based on idea of recurrence of states in system's phase trajectory. The algorithm for stock market has been worked out.

**Stratiychuk I.O. Evaluation of stock market efficiency by using index of fractality**

The method of calculation index of fractality based on scale-dependent Lyapunov exponent for evaluation of complex and economic efficiency, results of experimental work of stock market indices efficiency ranking were shown in this paper. Shown that the highest efficiency have ftse

(England), aex (Netherlands), dax (Germany), lowest - iseq (Ireland), jkse (Indonesia), bvsp (Brazil) among the shown stock market indices.

**Tochilin V. A., Kureni S. V. Simulation of manufacturing systems under unstable market conditions**

Based on the production type models – modifications of the Kantorovich model, this paper presents a final output production program sustainability analysis under unstable external environment conditions, including market conditions change – demand, supply and prices. Marginal or optimal estimates serve as an analysis tool. A necessary condition of such an analysis effectiveness is fulfillment of the mathematical and economical (content-related) consistency criteria for the mathematical economic model construction.

**Tyhovskaia T. The use of artificial neural networks in the project analysis**

This article proved relevance finding new methods of project analysis and an improved project performance monitoring model using neural networks to determine the reliability of risk taking low-quality solutions for continuing the project. Exposed applied aspects of the application of improved methods of design analysis.

**Vitlinskiy V.V., Skitsko V.I. SIMULATION OF CHOICE purchasing goods in online store WITH reflexivity**

This paper describes and analyzes the current situation of e-commerce in Ukraine. One of the main tasks of commerce is selling products so that the buyer and seller are satisfied. Thus, there is a need to influence the decision to implement such a buyer purchases. Purchase - a primarily choice buyer. Should make every effort to make it really did. Therefore there is a need to influence the decision to implement such a buyer purchases. Shown that online shopping can carry reflexive management actions buyer.

Shows the model that describes the willingness of the buyer reflection before making a purchase. We describe the components of this model. A fuzzy model of consumer willingness to choose a specific product and approach to solve this problem using fuzzy inference.

The results can be the starting point of a variety of theoretical and applied research on the choice of the buyer of the goods.

ПЕРЕДМОВА.....	4
<b>РОЗДІЛ 1. МОНІТОРИНГ ГЕОЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО РОЗВИТКУ КРАЇН З ЕМЕРДЖЕНТНОЮ ЕКОНОМІКОЮ</b>	
1.1. Світові фінансові кризи та геоекономічна стратегія України.....	6
1.2. Принципи формування системи показників соціально-економічного розвитку регіонів .....	19
1.3. Рекреаційна складова туристського кластеру Черкащини і розвиток її інфраструктури.....	29
1.4. Американские кампусы против провинциальных российских университетов.....	38
<b>РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИМИ ПРОЕКТАМИ</b>	
2.1. Оптимізація структури фінансування інвестиційного проекту.....	48
2.2. Фінансово-інвестиційний потенціал України та комплексний підхід до управління ним на державному та регіональному рівні.....	65
2.3. Возможности применения методов управления проектами как механизма внедрения организационных изменений .....	74
2.4. Применение искусственных нейронных сетей в проектном анализе.....	82
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКОНОФІЗИЧНІ ТА ГРАФОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ З ЕМЕРДЖЕНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ</b>	
3.1. Методологія дослідження динамічної складності фондових ринків з використанням рекурентних мереж.....	91

3.2. Спектральний аналіз фондових ринків.....	112
3.3. Ентропійний аналіз стану світової банківської системи.....	122
3.4. Оцінка ефективності фондових ринків за індексом фрактальності.....	154
3.5. Методи прогнозування часових рядів та проблема складності .....	161
 <b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ</b>	
4.1. Моделирование производственных систем для условий неустойчивой конъюнктуры.....	173
4.2. Моделювання вибору покупцем товару в інтернет- магазині з урахуванням рефлексивності.....	181
4.3. Оцінка ефективності витрат вітчизняних страхових компаній на основі методу стохастичної границі .....	198
 <b>ANNOTATION.....</b>	 211

Наукове видання

**ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ,  
МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ  
ЕМЕРДЖЕНТНОЇ ЕКОНОМІКИ**

Монографія

За ред. В.М. Соловйова

Підп. до друку 2.09.2013. Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Гарнітура Таймс.

Умовн. друк. арк. 20,7. Тираж 300 прим.

«БРАМА-УКРАЇНА». Видавництво.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців.

Серія ДК № 1996 від 28.10.2004 р.

Україна, 18000, м. Черкаси, вул. Слави, 1.

Тел: 8/0472/50-35-86, 8/067/470-13-14.

E-mail: book\_brama@ukr.net