

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.2

Ю.І. Мінаєва

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

Розглянуто стратегію формування портфеля цінних паперів на основі структурної близькості (відповідності) ринку і портфелю цінних паперів. Використано методи кластерного і p -адичного аналізу. Наведено приклад.

Ключові слова: портфель цінних паперів, ринкова система, інтелектуальний кластерний аналіз, p -адичний аналіз, дендрограма

Вступ

Сучасний стан економіки, головним чином, залежить від тієї інформаційної підтримки, яку має економічна система, незалежно від її обсягу і розташування. Роль інформаційних технологій (ІТ) в розв'язанні задач управління економікою в таких умовах є винятково важливою, тому що значну частину рішень доводиться приймати в умовах невизначеності. Взагалі вся інформація в економічних системах є суперечливою, невизначеною і дуже часто напругу використовуватись не може. Але, як показує досвід, сучасні інформаційні системи і технології у переважній більшості обробляють явну інформацію, в той час як задача повинна стосуватись обробки прихованої інформації.

Слід зазначити також, що криза в економіці значною мірою посилена кризою в економічній теорії, сучасний стан якої не дозволив передбачити і пояснити причини багатьох економічних трансформацій останніх років.

Класична теорія управління портфелем цінних паперів (ПЦП) спирається на постулат про ефективність ринку, однак ні вітчизняний, ні світовий ринок не можуть відповідати цій вимозі, що практично виключає можливість застосування універсальних рекомендацій. Необхідні нові науково-практичні підходи, методи і моделі керування ПЦП в конкретних умовах сучасної України, дуже далеких від ідеальних.

Розробка правильних управлінських рішень у сучасних умовах вимагає використання ефективних методів виявлення прихованих знань, а також удосконалених способів узагальнення і

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ
ФОРМИРОВАНИЯ
ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ
БУМАГ**

Рассмотрены стратегию формирования портфеля ценных бумаг на основе структурной близости (соответствия) рынка и портфеля ценных па-перов. Использованы методы кластерного и p -адичного анализа. Приведен пример.

**INTELLIGENT
INFORMATION
TECHNOLOGY IN SOLVING
OF PORTFOLIO SELECTION
TASKS.**

Strategy of portfolio selection based on model of it's accordance to financial market is observed. This object is solved by using of cluster analysis and p -adic analysis. Example is brought.

представлення великих обсягів інформації. Для цього необхідно використовувати нові методи вилучення, узагальнення і представлення інформації, виявлення структур у масивах даних, а також вилучення нових знань з наявної інформації чи досвіду. Практика показує, що замість цього створюються нові інформаційні системи, багато з яких перетворюють явну інформацію в нові формати представлення. Об'єктивно існує розходження між *явним* знанням, тобто інформацією, яку можна знайти у звітності підприємств і інформаційних базах даних, і *прихованим* знанням, що набувають з досвіду і передають непрямим шляхом. Загальне завдання полягає в тому, щоб дати інструмент *перетворення* прихованого знання у явне.

Люди, які вважають себе експертами, дуже часто діють всупереч принципам ринкових відносин і отримують зиск саме в цьому випадку. Отже, коли ПЦП в певний спосіб сформований, то неминуче постає проблема управління портфелем. Навіть найобережніша стратегія роботи на ринку цінних паперів (ЦП) вимагає врахування ситуації на ринку.

Що означає врахування ситуації на ринку? Це означає, що стан ПЦП, визначений в координатах «вартість-прибуток-ризик», має відповідати певною мірою стану ринку ЦП, обчисленому в тих же координатах, на момент моніторингу ринку. Іншими словами, власник портфеля має чітко знати, чи відповідає його ПЦП тенденції на ринку, і мати можливість визначати у найближчий момент зміну тенденції.

Потрібно чітко усвідомити, що намагання спрогнозувати стан ринку, використовуючи

загальновідомі дані і принципи роботи з цими загальними даними, абсолютно нереально. Однак, деякі висновки нобелівських лауреатів в галузі економіки довели, що, якщо на ринку не можна гарантовано виграти, то можна гарантовано не програти, або програти мінімум. Зазначимо, що і відомий трейдер Б. Вільямс, і нобелівський лауреат Г. Саймон єдині в одному – для успішної роботи на ринку треба, щоб ПЦП був структурно близьким до ринку. Саме тому виникає потреба в такій ІТ, яка дозволить «витягати» і обробляти приховану інформацію, та визначати структуру ринку і ПЦП.

Запропонована інтелектуальна ІТ, орієнтована на формування і управління ПЦП, яка полягає у визначенні структурного співпадіння ринку і ПЦП. При цьому у разі неспівпадіння ринку і ПЦП задачею розробленої ІТ є вироблення рекомендацій з метою усунення неспівпадіння. В даному випадку приховану інформацію про структуру ринку запропоновано визначати за допомогою інтелектуальних ІТ, зокрема, інтелектуального аналізу даних, заснованому на методах та моделях ієрархічної кластеризації.

Аналіз останніх публікацій

На підставі аналізу основних постулатів класичної теорії портфельних інвестицій та існуючих підходів до розв'язку даної задачі за реальних умов сучасного ринку визначені недоліки, притаманні існуючим методам і моделям, та сформульована сукупність питань і проблем, недосліджених або недостатньо досліджених і таких, що не розв'язуються за допомогою існуючих методів і моделей.

Постулат ефективності ринку, на який спирається сучасна теорія формування та управління ПЦП, ні в даний час, ні в найближчому майбутньому не буде актуальним на вітчизняному ринку, що практично виключає можливість застосування універсальних рекомендацій.

Непередбачуваність, несподівані стрибки цін, малозрозумілі тренди, раптові падіння, пережиті економікою як важкі кризи - ці характеристики сучасних *ринків капіталу* (РК) привели до думки використовувати фізичні методи і моделі для розв'язання суто економічних задач і спонукали до виникнення нової науки - еконофізики. Її безумовна необхідність після робіт Р. Кроновера [1], Е. Петерса [2], Б. Вільямса [3;4] і ін. учених вважається абсолютно доведеною. Сучасна математика стверджує, що в теоретичному і практичному плані обґрунтовані прогнози на РК можливі, і вони є потужним засобом підвищення ефективності інвестиційного процесу шляхом управління вільними ринковими флуктуаціями.

Роботи видатних математиків А. М. Колмогорова, Н. Вінера, К. Шеннона доводять, що завжди в будь-якому реальному процесі можна знайти певні закономірності. Такі закономірності

можна, напевно, знайти і на РК, що функціонують в умовах невизначеності. Необхідність роботи з надвеликими базами економічних даних пов'язана з аналізом великих масивів емпіричних даних, наприклад, цінами акцій, функціонування окремих секторів фінансового ринку. Визначення ранніх симптомів обвалу ринку вимагає, принаймні, виявлення трендів, що виявилось можливим на основі мультифрактального аналізу.

Серйозним поштовхом для розробки запропонованої автором стратегії формування ПЦП на основі визначення структурної близькості портфеля та ринку цінних паперів стали тези Нобелівського лауреата Г. Саймона та трейдера, доктора економіки Б. Вільямса.

Зміст цієї стратегії полягає в розробці методів, моделей та алгоритмів, які складають інтелектуальну інформаційну технологію (ІТ) для визначення структурної близькості ПЦП та ринку, їх формального представлення на підставі фрактальної вимірності, як міри визначення структурної близькості ринку і ПЦП, та подальшого формування ПЦП, структурно близького до ринку ЦП.

Слід нагадати, що гіпотеза про те, що економічні об'єкти мають ієрархічну структуру, була висловлена Нобелівським лауреатом Г. Саймоном. На жаль, дана парадигма не знайшла відображення ані в його роботах, ані в роботах його учнів.

Необхідну увагу цьому недостатньо розкритому питанню повною мірою приділив Б. Вільямс, який досліджував ієрархічну структуру економічних об'єктів і показав на прикладах раціональність такого підходу. За Вільямсом, прийняття теорії хаосу як головної парадигми функціонування ринку припускає врахування непередбачуваності ринку ЦП, отже, необхідно підійти до аналізу ринкових систем за допомогою методів, які не ґрунтуються на прогнозах.

Вільямс сформулював принципи нової стратегії роботи на ринку у вигляді сукупності аксіом, відповідно до яких:

- траєкторія поведінки (руху) ринку завжди відбувається шляхом *найменшого* опору;
- шлях найменшого опору *завжди* визначається *основною і звичайно невидимою* структурою, що може бути розкрита і може бути змінена;
- з двох аксіом випливає третя: знайти, розкрити і використовувати структуру, що визначає поведінку ринку.

Один з головних ресурсів, яким володіє сучасна наука управління складними системами, є ІТ, в т.ч. інтелектуальні технології, їх найважливіша частина – математичні моделі, які використовують формалізований опис, що відбиває досвід, знання законів природи. Для аналізу нелінійних динамічних систем, до яких належать ринки ЦП, доцільне застосування математичного апарату теорії хаосу [1]. Цей апарат показує, що ринкові ціни

носять дуже випадковий характер з невеликим трендовим компонентом. Величина цього компонента варіюється від ринку до ринку і від величини часового вікна. Для пояснення поведінки ринкових систем використовується поняття фрактала, що має властивість деякої подібності частини цілому [5]. Іншою характеристикою ринків є т. зв. "чутливість до початкових умов", що робить динамічні ринкові системи винятково важкими для прогнозування, бо відсутня можливість точно описати поточну ситуацію.

Постановка задачі

Проблема управління ПЦП в умовах невизначеності, визнання факту неможливості вибору ПЦП за допомогою однієї конкретної моделі є не просто актуальною, але значною мірою визначає стан економічної науки, рівень розробок у якій досить високий, однак не приділено належної уваги методології управління інвестиційним портфелем в умовах невизначеності на основі ІТ.

В даній статті наведені розроблені автором основи ІТ аналізу, формування та управління ПЦП на підставі інтелектуальних моделей та методів, зокрема, визначення ПЦП, структура (поводження) якого є найбільш адекватною до структури (поводження) ринку.

Зазначимо, що у загальному випадку ринкові системи (РС) повинні розглядатися як *складні системи*, що мають кілька рівнів складності: від часового ряду (ЧР) – початковий рівень – до колективного поведіння в період екстремальних подій. В якості принципово нової методичної основи для створення математичної теорії ринків, аналізу їх ризику (і безпеки) запропоновано використовувати нелінійну динаміку і комп'ютерне моделювання.

В даній час переконливо обґрунтовані причини неадекватності лінійної парадигми у теорії ринків ЦП. Як альтернативу розглядають новітні математичні інструменти – фрактальну геометрію, теорію хаосу, нечітку математику і логіку, нейронні мережі та ін., що є складовими частинами інтелектуальних систем. Теоретична перевага тієї чи іншої моделі ринку ЦП не гарантує реального фінансового успіху, тому що модель дає лише загальну схему для аналізу складних явищ реального життя. У той же час, інформація поширюється не ідеально, на ринках відбуваються зміни, пов'язані з регулюванням і конкуренцією. Розуміння цих обставин змушує переключити основну увагу з універсальних моделей на нові перспективні *унікальні* (для кожної ситуації) методи.

Останні 10-15 років характеризуються лавиноподібним впровадженням фізико-математичних теорій в економіку і управління, хоча єдиної точки зору на ефективність такого підходу

немає. Ці методи дозволили однозначно встановити, що ринки – природне явище, їх діяльність не підкоряється законам класичної фізики, параметричної статистики чи лінійної математики. Крім того, визначені границі застосовності традиційних і нових методів та моделей при аналізі ринків. Зокрема, наявність т.зв. *обрію прогнозу* [6] для багатьох систем принципово змінює погляд на економічні системи. Стосовно до економічних систем, знання обрію прогнозу дозволяє визначити, наскільки часто потрібно проводити моніторинг досліджуваного об'єкта, принципову можливість зв'язання задачі, а також знайти класи задач, рішення яких перебувають за межами можливостей дослідників. В цих умовах математичне моделювання особливо важливо.

Сучасні методи аналізу ринку базуються на концепції витягнення знань (зокрема, про тренд), однією з форм якої можуть бути *методи ієрархічної кластеризації* (ІК). Як основа методів і моделей витягнення знань з даних, вони набули широкого застосування для розв'язання задач, нетрадиційних для цього типу методів [7; 8]. Останнім часом кластерний аналіз (КА) переживає ренесанс, пов'язаний з використанням ультраметрики і р-адичного аналізу стосовно до нових класів задач.

Застосування р-адичної метрики являє собою не тільки альтернативний підхід до рішення традиційних задач кластеризації, але і дає можливість істотного розширення кола задач, пов'язаних з витягненням знань. При цьому виникає низка складностей, зумовлених, перш за все, новизною ІТ, застосуванням р-адичної метрики і відповідно неархімедової геометрії.

КА, як спосіб групування багатовимірних об'єктів, заснований на представленні результатів окремих спостережень точками придатного геометричного простору з наступним виділенням груп як «згустків» цих точок. КА потенційно найбільш раціональний при розв'язанні задач, які можна віднести до таких, де тією чи іншою мірою потрібно визначити *«подібність»* [9]. Це дозволяє сформулювати новий клас задач – визначення ПЦП, поведіння якого буде схожим на поведіння ринку ЦП у цілому, якщо під *поводженням* розуміти ріст і падіння вартості ЦП. Необхідно вирішити сукупність задач:

- визначити, наскільки існуючий портфель структурно *схожий* на ринок;
- визначити, у який спосіб можливо зробити портфель структурно *схожим* на ринок.

Відомо, що задачі класифікації є традиційними для багатьох наук, у т.ч. і для економічної науки [10-12]. Розв'язання поставлених задач засновано на використанні віртуальної ієрархічної структури об'єктів, що зв'язано з відомою парадигмою Г. Саймона [13] про *ієрархічну природу* економічних об'єктів.

Результати роботи ієрархічних процедур звичайно оформлюють у вигляді *бінарного дерева*, дендрограми, у якій по горизонталі показані номери об'єктів, а по вертикалі - значення міжкласових відстаней, при яких відбулося об'єднання двох даних класів. Важливою перевагою ієрархічних алгоритмів є наочність результатів роботи, що дозволяє ретельно вивчити дендрограму і зробити висновки на її підставі, причому бажано порівнювати дендрограми, отримані різними методами.

Визначення мінімальної кількості кластерів, при якій не губляться базисні властивості об'єкта, по суті, представляє скорочення простору аналізу. У процесі скорочення простору обираються найбільш важливі інформативні характеристики, тому результати класифікації в скороченому просторі стійкіші і надійніші, мала кількість параметрів легше піддається змістовному сприйняттю і подальшому аналізу, скорочення числа ознак призводить до спрощення обчислювальних процедур класифікації [16].

Раніше зазначалося, що однією з переваг методів кластеризації є їх наочність. Усі розглянуті прийоми візуалізації базуються на фундаментальному положенні, відповідно до якого людина в стані сама прийняти рішення про структуру даних при їх зручному сприйнятті. Ця гіпотеза перевірена експериментально і в цілому підтвердилася. Методи візуалізації внутрішньо суперечливі – вони використовують точні алгоритми з екстремальними властивостями для того, щоб людина прийняла на їх основі *дуже наближене*, природне (в її розумінні) рішення.

Проблема формування і управління ПЦП є складною і багаторівневою, причому методи управління на кожному окремому рівні є унікально визначеними, вимагають неформальної адаптації до задачі. Основною складністю у розв'язку цих задач є неможливість врахування всіх або більшості факторів, що впливають на об'єкт. Це означає, що задачі формування, управління ПЦП повинні вирішуватись з обов'язковим врахуванням умов невизначеності [14].

Теорія нечітких множин, що застосовується для розв'язання задач вибору і управління ПЦП в умовах невизначеності, пов'язана з необхідністю визначення функції належності (ФН), що у переважній більшості випадків приймаються довільно. Це призводить, з одного боку, до дуже складної інтерпретації результатів, з іншого боку, не дає гарантій щодо точності отриманого рішення.

Аналізуючи представлені підходи до розв'язання задачі формування ПЦП в умовах невизначеності на основі теорії нечітких множин, зазначено, що, по-перше, перенесення співвідношень, отриманих на основі імовірнісних посилок на випадок, коли чіткі параметри моделі замінені нечіткими змінними, мають такий ступінь необґрунтованості, як і нормальні розподіли, прийняті в моделі Г. Марковіца апріорно. По-друге, в багатьох роботах бездоказово приймається

концепція про можливість апріорного призначення ФН [15-17].

За базову в роботі прийнята концепція моделювання РС за допомогою методів і моделей, особливістю яких є використання апарату нелінійної динаміки. Необхідність роботи з надвеликими базами економічних даних, наприклад, визначення ранніх симптомів обвалу ринку, вимагає, принаймні, виявлення трендів, що виявилось можливим на основі мультифрактального аналізу. Фрактальний підхід до моделювання ринку є більш адекватним середовищем для побудови моделей вибору і управління ПЦП, крім того, фрактальні моделі дозволяють одержати нові знання з даних, якими характеризується об'єкт (зокрема, ЧР).

В роботі прийнята стратегія формування і обмеженого управління ПЦП на підставі відповідності структур ПЦП і ринку, що дозволило сформулювати комплекс основних задач.

Задача вибору ПЦП, що розглядається як підмножина ринку ЦП, структурні властивості якої збігаються зі структурними властивостями вихідної множини ЦП (ринок), сформульована в термінах кластерного аналізу як побудова подібних бінарних дерев: існують дві множини ЦП – $S^{(1)}$ і $S^{(2)}$, $S^{(1)} \supseteq S^{(2)}$, що володіють однаковою системою ознак: p_1, p_2, \dots, p_k . Для множин $S^{(1)}$ і $S^{(2)}$ побудовані дендрограми – $D^{(1)}$ і $D^{(2)}$ відповідно, причому визначальна кількість термінальних вузлів $\{n_i^{(i)}\}$, $i=1, 2, \dots, N^{(i)}$ у $D^{(1)}$, $D^{(2)}$ є однаковою. Для дендрограм $D^{(1)}$, $D^{(2)}$ побудовані 2-адичні матриці $M^{(1)}$, $M^{(2)}$ з вимірностями $r^{M1} \times N^{(1)}$, $r^{M2} \times N^{(2)}$. Умова $|r^{M1} - r^{M2}| \leq \delta_r$ є необхідною умовою близькості.

Додатково початкова задача розширена за рахунок врахування невизначеності в заданій системі ознак $\{\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \dots, \tilde{p}_n\}$, причому \tilde{p}_i , $i=1, n$ може розглядатися як нечітка або інтервальна змінна, або як множина можливих значень.

Внутрішня структура ринку і портфеля ЦП може бути визначена, зокрема, за допомогою методів і моделей ієрархічного кластерного аналізу і наступного дослідження бінарних дерев, що моделюють структуру ринку і ПЦП в r -адичному базисі.

Зазначимо, що практично єдиним способом визначення структури ринку ЦП є ієрархічний кластерний аналіз. На підставі кластерного аналізу сформульовано новий клас задач:

- формування ПЦП, поводження якого буде схожим з поводженням ринку ЦП в цілому, якщо під *поводженням* розуміти зміни параметрів РС, (зростання та падіння вартості ЦП);

- визначення в координатах «прибутковість-ризик-вартість» близькості існуючого ПЦП до ринку ЦП;

- визначення способу *наближення* ПЦП до ринку ЦП.

На рис.1 наведено схему методу формування ПЦП, адекватного до ринку ЦП за своїм поводженням.

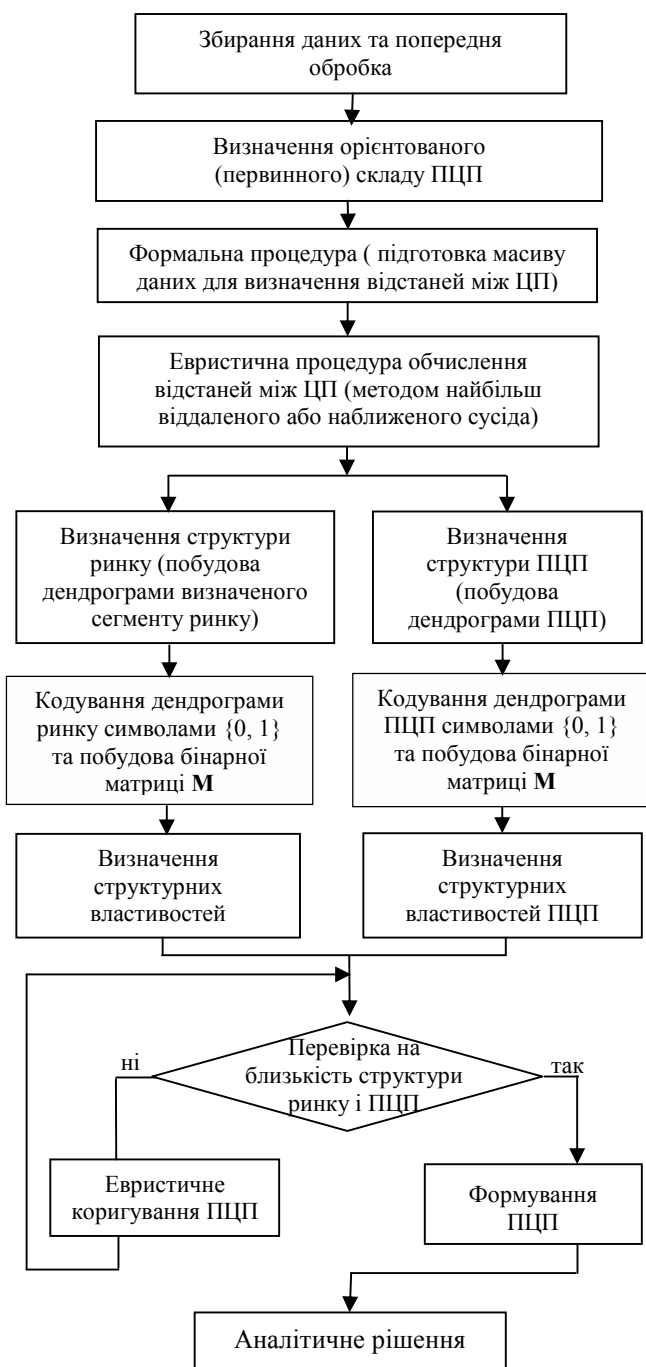


Рис. 1. Схема методу формування ПЦП

Визначення структурної відповідності портфеля ринку і за наявності невідповідності формулювання рекомендації (щодо складу і структури ПЦП) для одержання відповідності узагальнено наведено на рис. 2, де показані тестові множини ЦП, що імітують ринок (а) і ПЦП (б). Дендрограми закодовані методом найбільш віддаленого сусіда, для зазначених множин стратегія припускає визначення близькості 2-адичних матриць, що представляють ринок і ПЦП.

У прийнятих матрицях кількість рядків відповідає кількості змінних (елементи об'єкта), кількість стовпців – кількості рівнів (ранги).

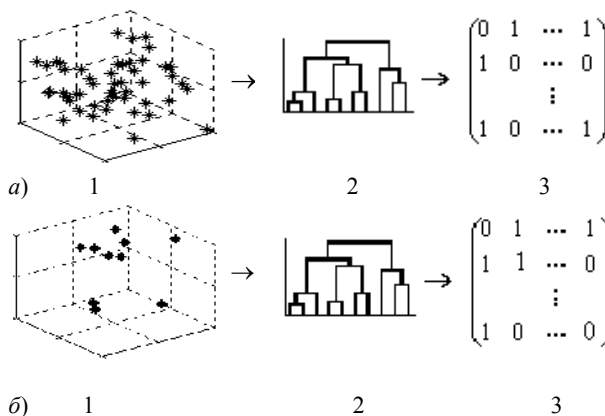


Рис. 2. Схема алгоритму визначення структурних властивостей ринку і ПЦП: а – ринок, б – портфель; 1 – множини ЦП в координатах; 2 – дендрограми, що характеризують структуру множин; 3 – 2-адичні матриці бінарних дерев

На підставі отриманих бінарних матриць (рис. 2) робиться висновок про відповідність підмножин ринку і портфель. Для такої оцінки використовуються кілька методів:

- фрактальне число 2-адично закодованих матриць $C = \sum_{level\ v} c_v 2^v$, $C \in \mathbb{Q}_2$, де коефіцієнти $c_v \in [0, 1]$ – числа, визначені на рівні v ;
- фрактальні вимірності матриць.

Таким чином, представлена підмножина ЦП, яка розглядається як портфель, має структуру і, природно, поводження, аналогічні зі структурою і поводженням підмножини ЦП, яка розглядається як ринок.

Специфіка реальних задач портфельного аналізу, зокрема, вибір і управління ПЦП, полягає в тому, що кількісні відносини, які характеризують параметри ринку, представлені у вигляді величин, що у переважній більшості випадків не є точними, мають невизначеність, неоднозначність і т.д. Відповідно, потрібен інструментарій для роботи з такими наближеними числами, границями помилок і навіть цілими множинами значень розглянутих величин. Зазначимо, що потреба такого роду ІТ виникає, крім портфельного аналізу, у множині найрізноманітніших ситуацій.

Особливості постановки задачі ієрархічної кластеризації нечітких даних стосовно до задачі вибору ПЦП на підставі концепції збігу можна пояснити в такий спосіб. Дано кінцеву множину об'єктів – ЦП $I = \{i_1, i_2, \dots, i_j, \dots, i_n\}$, кожний з об'єктів характеризується m -компонентним ознаковим описом (x_1, x_2, x_3) , $x_k \in X^{(k)}$, $k=1,3$; де $X^{(k)}$ – припустима множина значень ознаки. Умови невизначеності розглядаються в трьох варіантах:

- об'єкт $x_k \in X^{(k)}$ представлений нечіткою змінною: $x_k \rightarrow X^{(k)} / \mu_{x^{(k)}} , \mu_{x^{(k)}} \rightarrow [0,1]$;

- об'єкт $x_k \in X^{(k)}$ представлений інтервальною змінною, $x_k \rightarrow X^k = [\underline{x}^{(k)}, \bar{x}^{(k)}]$;

- об'єкт $x_k \in X^{(k)}$ представлений у вигляді множини значень без визначення можливої ФН:

$x_k \rightarrow \{x_k^{(i)}\}, i=1, I_k$.

Потрібно побудувати множину кластерів C і відображення $F: I \rightarrow C$, кластер $c_h \in C$ має структуру $c_h = \{i_j, i_p; i_j, i_p \in I, d(i_j, i_p) < \sigma\}$, тобто кластер складається з об'єктів, що знаходяться в просторі ознак *близько* (поруч) чи найбільш віддалено в сенсі метрики d і визначається величиною σ . У конкретній постановці основні задачі переформульовані і містять такі:

- дослідити ієрархічну кластеризацію нечітких даних при представленні вхідних даних тензорними моделями парних рангів, показати прояв впливу нечіткості на вихід ієрархічної кластеризації – бінарне дерево;

- дослідити ультраметричні властивості дендрограм при представленні вхідних даних тензорними моделями парних рангів, визначити ультраметричну матрицю, 2-адичні характеристики дендрограм, показати можливість порівняння дендрограм на підставі обчислення 2-адичної оцінки.

Експериментальне дослідження запропонованої інформаційної інтелектуальної технології

Для проведення експериментального дослідження використані дані української фондової біржі ПФТС, головні відомості отримані за адресою: <http://www.pfts.com/>, дані взяті 14.10.2011.

За даними фондової біржі ПФТС, на 14.10.11 торгова сесія завершилася падінням цін на ринку акцій. На негативний настрій інвесторів могли вплинути макроекономічні та корпоративні новини. Міністерство праці США повідомило, що число первинних вимог щодо виплати допомоги з безробіття за тиждень, який завершився 8 жовтня, знизилася до 404 тис. Ці дані виявилися дещо кращими за прогнози, коли очікували значення показника на рівні 405 тис. вимог. Проте попередні дані були переглянуті у бік підвищення. Сальдо торговельного балансу у серпні не змінилося, але липнєве значення також було переглянуте у бік збільшення дефіциту.

Увагу трейдерів привернули також і корпоративні новини. Так, на перший погляд, добре відзвітував один з найбільших американських комерційних банків Jpmorgan Chase & Co, чистий прибуток якого виявився краще за прогнози – 1,02 дол. на акцію. Проте зростання прибутку багато у чому було забезпечене одноразовим доходом інвестиційного бізнесу, пов'язаним з переоцінкою вартості боргових зобов'язань. Сукупна виручка за

звітний період знизилася на 1% і склала 75,763 млрд дол. проти 76,596 млрд дол. роком раніше.

Згідно з висновками аналітиків фондової біржі ПФТС (табл.1), негативу додали новини про зниження міжнародним рейтинговим агентством Fitch Ratings довгострокових рейтингів дефолту емітента (РДЕ) британських банків Lloyds Banking Group plc. та Royal Bank of Scotland Group plc. з AA- до A. Агентство також помістило РДЕ та рейтинг фінансової стійкості Barclays plc. на перегляд з можливістю зниження. Дане рішення стало результатом зниження рівня підтримки довгострокового рейтингу дефолту емітента вказаних фінансових інститутів з AA- і A+ до A.

Таблиця 1

Основні індикатори ринку акцій (індекс акцій ФБ ПФТС)

Індикатор	Поточне значення	Зміна від поперед., %	Зміна з початку міс., %	Зміна з початку року, %
Індекс акцій	513,47%	-1,00%	-7,98%	-48,01%
Станд. відхилення*	26,0135%	0,01 89%	1,0413%	-13,42 56%
σ протягом сесії	10,0932%	-44,80 61%	48,2362%	396,75 45%
Денне об. FF**	0,0180%	45,47 74%	37,2953%	-82,98 24%

Примітки.

* Стандартне відхилення (сігма) як універсальний показник ринкового ризику у цьому розрахунку ґрунтується на історичних даних відносних змін індексу і надається у річному виразі (за кількістю торгових сесій у календарному році). Сігма протягом сесії розраховується на основі натурального логарифму змін Індексу акцій ПФТС протягом однієї торгової сесії та надається у річному виразі.

** Денний обіг акцій у вільній торгівлі (free float).

* R^2 – коефіцієнт детермінації, що вказує на частку від загального коливання ціни, що статистично пояснюється коливанням ринку (індексу акцій ПФТС),

** Коефіцієнт бета кожної компанії вказує на її ринковий ризик відносно індексу акцій ПФТС та розраховується за історичними значеннями цін та індексу.

*** Відхилення коефіцієнта бета розраховується як середньоквадратичне відхилення за останні 247 торгових днів (що відповідає календарному року). Цей показник дозволяє визначити стабільність самої бети та можливість її використання для прогнозу.

**** Середнє арифметичне не дорівнює одиниці через неоднакову вагу емітентів у базі розрахунку індексу акцій ПФТС.

У табл. 2 наведено аналітичні ринкові показники емітентів, що входять до бази розрахунку індексу акцій ПФТС.

Таблиця 2

Аналітичні ринкові показники емітентів, що входять до бази розрахунку індексу акцій ПФТС

Тікер емітента	Ціна закриття	Зміна від поперед. (ln)	Стандартне відхилення	R ² *	Бета **	Відхилення Бети ***
ALMK	0,08	2,40%	66,52%	0,26	1,24	0,11
AVDK	5,99	2,36%	81,10%	0,10	0,92	0,11
AZST	0,00	0,00%	69,25%	0,15	0,98	0,06
BAVL	0,15	0,20%	63,70%	0,11	0,79	0,13
CEEN	7,24	-5,18%	62,22 %	0,21	1,03	0,06
DNEN	640,00	-6,28%	72,40%	0,01	0,30	0,26
DOEN	23,00	-1,30%	69,74%	0,06	0,62	0,31
ENMZ	39,77	-1,57%	83,61%	0,14	1,14	0,09
KVBZ	18,18	1,83%	48,91%	0,07	0,48	0,48
MSICH	1673,9	1,14%	65,25%	0,22	1,13	0,10
MZVM	0,47	7,02%	99,41%	0,02	0,54	0,28
NITR	3,23	4,43%	71,00%	0,02	0,34	0,09
PGOK	18,10	0,61%	76,25%	0,05	0,60	0,38
STIR	28,17	-2,04%	80,69%	0,06	0,71	0,17
SVGZ	4,36	3,50%	65,80%	0,17	1,01	0,19
UNAF	407,00	-7,34%	58,78%	0,22	1,01	0,16
USCB	0,2190	-3,37%	80,05%	0,08	0,85	0,18
UTLM	0,39	0,38%	52,5976%	0,10	0,61	0,15
YASK	0,00	0,00%	30,94%	0,14	0,43	0,26
ZAEN	250,00	-3,92%	63,30%	0,10	0,73	0,22
Середнє арифметичне ****					0,77	

Таблиця 3

Матриця кореляцій індексу акцій ПФТС з основними індексами світу

Індекс	ПФТС	MICEX	S&P 500	DJIA	NASDAQ Composit	CBOE Volatility	FTSE 100	DAX	NIKKEI 225
ПФТС	1								
MICEX	0,4934	1							
S&P 500	0,3401	0,4883	1						
DJIA	0,3653	0,5113	0,9676	1					
NASDAQ	0,3351	0,4556	0,9543	0,9377	1				
CBOE V	-0,3232	-0,4220	-0,8499	-0,8444	-0,8444	1			
FTSE 100	0,4726	0,5899	0,6624	0,6871	0,6451	-0,5864	1		
DAX	0,4952	0,5840	0,6691	0,6985	0,6571	-0,5608	0,8774	1	
NIKKEI	0,4317	0,1972	0,1782	0,1802	0,1968	-0,1600	0,3007	0,3082	1

Оскільки метод передбачає аналіз ринку та ПЦП в узагальненій системі координат “прибутковість-вартість-ризик”, зроблені перебудови таблиць, які наявні на сайті. Це стосується таких умов:

1. Заради прозорості результатів обрано сегмент ринку, який реально користується найбільшою популярністю. Оскільки прибутковість активів є випадковою величиною, її розрахунки прив’язані до рейтингу ЦП акцій банку **BAVL** за нижченаведеною схемою.

Для даного об’єкта господарської діяльності дається інформація у такому вигляді:

	19.10.2011	1 міс.	3 міс.	рік
Пай	1 367.58 грн	Дохідність +0.69%	+2.51%	+13.51%
ВЧА	14.00 млн грн	Динаміка ВЧА -15.85%	-24.33%	+157.91%

Рейтинг відомий, отже всі параметри розраховуються на одиницю рейтингу, і в подальшому для кожного об’єкта господарської діяльності орієнтовна прибутковість прямо пропорційна його рейтингу.

2. Параметри, які використовуються у розрахунках, такі: x_1 - ціна закриття, x_2 - зміна x_1 від попереднього значення; x_3 - стандартне відхилення, x_4 - величина R^2 , x_5 - величина β , x_6 - відхилення β , $x_7^{(1)}$ - кількість ЦП в обігу, $x_7^{(2)}$ - кількість ЦП у портфелі, x_8 - рейтинг (за котировальним списком).

На рис. 3 наведені множини ЦП: а) множина ЦП, що характеризує обраний сегменту ринку; б) підмножина ЦП, яка утворює ПЦП. Як видно з рис. 3, ці множини є візуально подібними, тобто можна чекати на їх структурну близькість. Зазначимо, підмножина на рис. 3. б) утворена на підставі інформації про ЦП, що були продані на протязі одного дня.

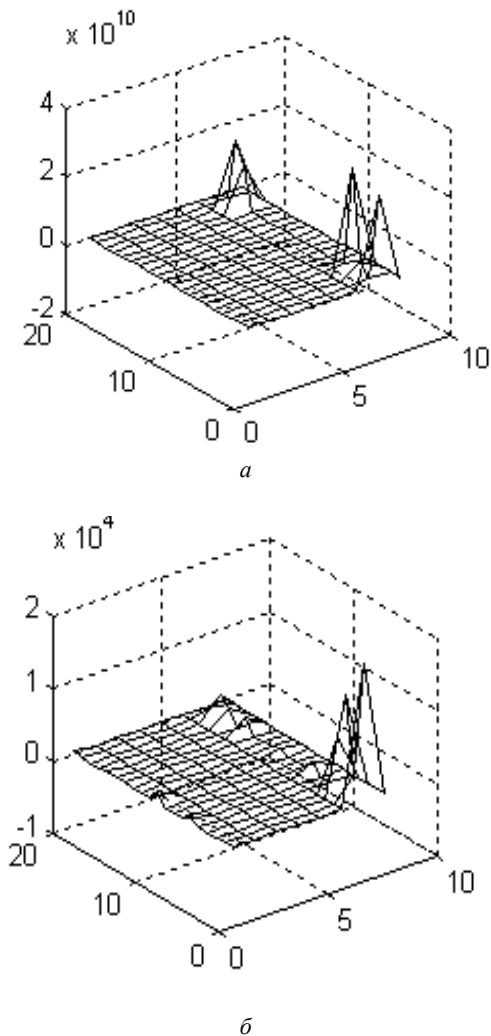


Рис. 3. Структурно близькі множини ЦП:
а – множина ЦП сегменту ринку;
б – підмножина ЦП, яка утворює ПЦП

На рис. 4 наведені дендрограми сегмента ринку і підмножини ПЦП, які утворені у спосіб кластеризації за методом найбільш віддаленого сусіда, на рис. 5 представлені структурні матриці для закодованих дендрограм, що характеризують ПЦП і ринок.

Таблиця 4
Умовні позначення до рис. 4 та рис. 6

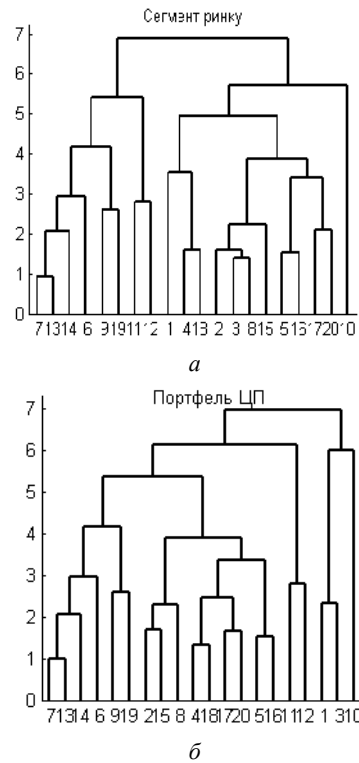


Рис.4. Дендрограми ЦП, що утворюють сегмент ринку і підмножину ПЦП

№ кластера	Назва ЦП
1	ALMK
2	AVDK
3	AZST
4	BAVL
5	CEEN
6	DNEN
7	DOEN
8	ENMZ
9	KVBZ
10	MSICH
11	MZVM
12	NITR
13	PGOK
14	STIR
15	SVGZ
16	UNAF
17	USCB
18	UTLM
19	YASK
20	ZAEN

Нижче наведено таблиці, в яких вказані параметри ЦП, що були використані для проведення розрахунків (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Параметри ЦП, використані для проведення розрахунків

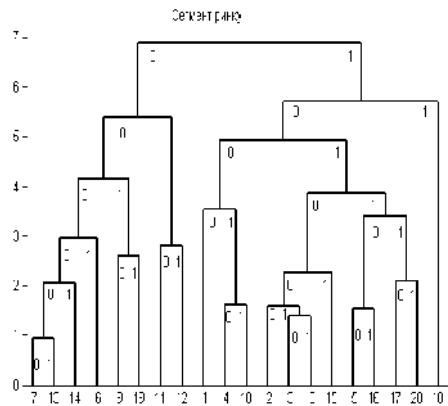
Тікер емітента	Ціна закриття	Зміна від попереднього значення	Стандатне відхилення	R ²	β	Відхилення β	Кількість ЦП в обігу	Кількість ЦП в портфелі	Рейтинг ЦП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALMK	0,0801	2,40%	66,5244%	0,26	1,2468	0,1165	25775254803	19000	3
AVDK	5,9950	2,36%	81,1076%	0,10	0,9238	0,1108	195062500	2900	0
AZST	0,0000	0,00%	69,2542%	0,15	0,9801	0,0655	4204000000	13500	1
BAVL	0,1515	0,20%	63,7099%	0,11	0,7911	0,1355	30027749080	7000	7
CEEN	7,2409	-5,18%	62,2240%	0,21	1,0396	0,0616	369407108	100	5
DNEN	640,0000	-6,28%	72,4043%	0,01	0,3087	0,2677	5967432	3	0
DOEN	23,0000	-1,30%	69,7466%	0,06	0,6277	0,3142	23644301	1500	0
ENMZ	39,7700	-1,57%	83,6106%	0,14	1,1480	0,0913	10550688	6	2
KVBZ	18,1800	1,83%	48,9109%	0,07	0,4891	0,4891	114679552	30	0
MSICH	1673,9138	1,14%	65,2539%	0,22	1,1357	0,1050	2077990	9	9
MZVM	0,4720	7,02%	99,4150%	0,02	0,5461	0,2879	2418909	500	0
NITR	3,2300	4,43%	71,0022%	0,02	0,3498	0,0958	400000000	200	0
PGOK	18,1000	0,61%	76,2594%	0,05	0,6099	0,3813	191000000	50	0
STIR	28,1700	-2,04%	80,6952%	0,06	0,7162	0,1746	27125280	40	0
SVGZ	4,3600	3,50%	65,8048%	0,17	1,0125	0,1917	226389510	2000	0
UNAF	407,0000	-7,34%	58,7800%	0,22	1,0136	0,1619	54228550	1	4
USCB	0,2190	-3,37%	80,0534%	0,08	0,8598	0,1849	12694986050	2000	8
UTLM	0,3985	0,38%	52,5976%	0,10	0,6176	0,1563	18726248000	3000	6
YASK	0,0000	0,00%	30,9407%	0,14	0,4327	0,2662	273598680	1000	0
ZAEN	250,0000	-3,92%	63,3037%	0,10	0,7346	0,2298	12790541	4	10

Таблиця 6

Дані про ЦП, обрані для тестового прикладу

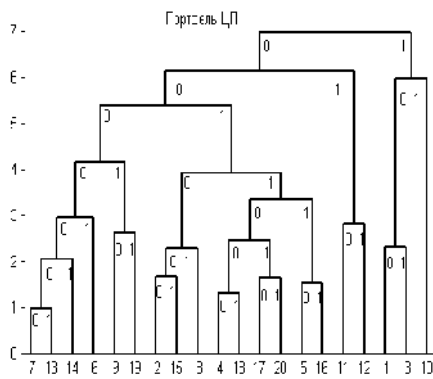
Тікер емітента	Назва	Котирувальний список	
		1-й рівень	2-й рівень
ALMK	Алчевський металургійний комбінат (ALMK)	3	
AVDK	Авдіївський коксохімічний завод (AVDK)	0	
AZST	Азовсталь (AZST)	1	
BAVL	Райффайзен Банк Аваль (BAVL)	7	
CEEN	Центренерго (CEEN)	5	
DNEN	Дніпроенерго (DNEN)	0	5
DOEN	Донбасенерго	0	19
ENMZ	Єнакієвський металургійний завод (ENMZ)	2	
KVBZ	Крюківський вагонобудівний завод (KVBZ)	0	
MSICH	Мотор Січ (MSICH)	9	
MZVM	Маріупольський завод важкого машинобудування (MZVM)	0	2
NITR	ІНТЕРПАЙП Нижньодніпровський трубопрокатний завод (NITR)	0	3
PGOK	Полтавський ГЗК (PGOK)	0	6
STIR	Концерн Стирол (STIR)	0	20
SVGZ	Стахановський вагонобудівний завод	0	7
UNAF	Укрнафта (UNAF)	4	
USCB	Укрсоцбанк (USCB)	8	
UTLM	Укртелеком (UTEL)	6	
YASK	Ясинівський коксохімічний завод (YASK)	0	
ZAEN	Західенерго (ZAEN)	10	

На рис. 5 наведено закодовані бінарні дерева для ринку і портфеля ЦП та отримано на їх основі структурні матриці.



```
(
1111100101 0000111101
0000000001 1100000001
0110100000 0000111000
0001100010 0000011010
0000010000 0000000100
0000000000 0001100100
0010000100 0010010000
)
```

a



```
(
1010000001 0000010000
0000000001 1100000000
0101100100 0000111101
0001100010 0000011111
0000110000 0100010011
0010000100 0001101001
0000000000 0010110100
)
```

б

Рис. 5. Кодування дендрограми ЦП, що характеризують сегмент ринку і підмножину ПЦП, та утворення структурних матриць: *a* – матриця структури сегменту ринку; *б* – матриця підмножини ЦП, яка утворює ПЦП

На рис. 6 наведено дендрограми, що утворюють сегмент ринку і підмножину ПЦП, утворені у спосіб кластеризації методом найбільш близького сусіда.

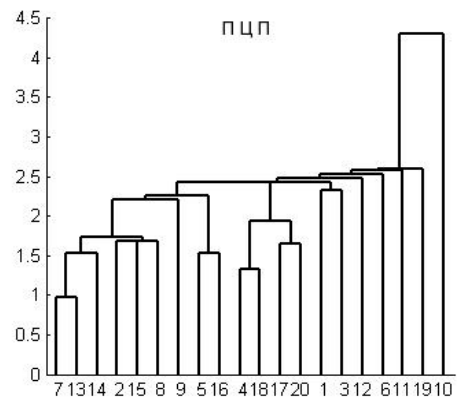
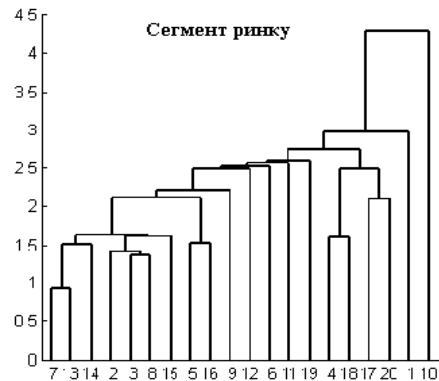


Рис. 6. Дендрограми ЦП, що утворюють сегмент ринку і підмножину ПЦП

Як видно з рис. 4 та рис. 6, дендрограми сегменту ринку та ПЦП мають однакові максимальні ранги, що свідчить у першому наближенні про їх близькість. Для першого випадку обчислені бінарні структурні матриці сегменту ринку та ПЦП, на їх підставі, в свою чергу, обчислені фрактальні вимірності матриць, норми та відстань між матрицями. Результати обчислень, які наведені нижче, свідчать про беззаперечну близькість підмножин, що моделюють сегмент ринку та ПЦП.

Таблиця 7

Результати обчислень

Фрактальні вимірності		Квадратичні норми (магнітуди матриць)		Відстань між матрицями
Mr	Mport	Mr	Mport	D(Mr, Mport)
1.21	1.24	6.40	6.08	4.29

Отже, в даному випадку раціональна стратегія інвестора може бути визначена як поміркована. Зазначимо, що отриманий теоретичний висновок практично збігається з експертним висновком фахівців-практиків.

Висновки

1. Дослідження показують, що для економік, які розвиваються, характерним є те, що багато параметрів розвитку суспільства й економіки знаходяться в закритичній області, що визначає не-ефективність багатьох традиційних методів управління. Різноманіття ринків і документів, що знаходяться на них в обігу, визначає такі особливості ринків, що змушують все в більшому ступені враховувати саме особливості, ніж загальні риси, властиві цим економічним об'єктам. Це пов'язано, у першу чергу, з тим, що ринки завжди функціонують в умовах *невизначеності*, що пов'язано з ризиками, врахування яких є виключно неформалізованою задачею.

2. Класична теорія управління ПЦП використовує ІТ, що спираються на постулат про ефективність ринку, вітчизняний ринок не може відповідати даній вимозі, що практично виключає застосовність універсальних рекомендацій. Необхідні нові науково-практичні підходи, методи і моделі управління ПЦП в конкретних умовах сучасної України, дуже далеких від ідеальних. У загальному випадку ринки повинні розглядатися як складні системи, що мають кілька рівнів складності. Одним з головних ресурсів, який має сучасна наука в управлінні економічними системами, є інтелектуальні технології, їх математичні моделі відбивають досвід, знання законів природи, можуть дозволити адекватно підійти до розв'язку головних задач.

3. Сформульовані задачі, що моделюють процес формування ПЦП, що розглядається як підмножина ЦП, властивості якої збігаються з властивостями вихідної множини ЦП (ринок). Задачі сформульовані як побудова структурно *близьких* бінарних дерев, що означає застосування нової стратегії формування ПЦП, яка враховує і забезпечує поведження портфеля, аналогічне поведженню ринку, для чітких умов та невизначеності на підставі нових ІТ.

4. Основою практичної реалізації запропонованої стратегії формування ПЦП є нові інформаційні технології, які засновані на визначенні рішення у вигляді траєкторії прямування за ринковим рухом і оцінці його раціональності. На основі методів і моделей кластерного аналізу в р-адичному базисі доведено, що структури ринку і ПЦП можуть бути визначені за допомогою дослідження бінарних дерев, що моделюють структуру ринку і портфеля.

Список літератури

1. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. [пер. с англ. Т. Э. Кренкеля и А.Л. Соловейчика]. / Р.М. Кроновер. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.
2. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике / Э.Петерс – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304с.
3. Вильямс Б.В. Торговый хаос. Экспертные методы максимизации прибыли [Электронный ресурс] / Б.В. Вильямс. – Режим доступа: <http://profitunity.narod.ru/trch.html>
4. Вильямс Б.В. Новые измерения в биржевой торговле / Б.В. Вильямс - М.: ИК Аналитика, 2000. – 156с.
5. Мандельброт Б.В. Фракталы, случай и финансы. [пер. с англ.] / Б.В. Мандельброт. – М.-Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2004. – 256 с.
6. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. –М., УРСС, 2001. – 288 с.
7. Fionn Murtagh. From Data to the p-Adic or Ultrametric Model. Preprint arXiv:0809.0492v1[stat. ML] 2 Sep 2008.-P. 15.
8. Bradley P. E. An ultrametric interpretation of building related event data. Construction Management and Economics, Vol. 28, Issue 3 (2010).-p. 311-326.
9. Айвазян С.А. Классификация многомерных наблюдений / С.А. Айвазян, З.И. Бежаева, О.В. Староверов. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.
10. Дюран Н. Кластерный анализ. / Н. Дюран, П. Оддел – М.: Статистика, 1977. – 128 с.
11. Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
12. Жамбю М.Д. Иерархический кластерный анализ и соответствия / М.Д. Жамбю. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 232 с.
13. Simon H.A. The Sciences of the Artificial (3rd ed.). Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.
14. Мінаєва Ю.І. Інформаційна інтелектуальна технологія формування портфелю цінних паперів в умовах невизначеності: автореф. дис. на здобуття наук. степеня канд. техн. наук: спец. 05.13.06 – Інформаційні технології / Ю.І. Мінаєва – Київ, КНУБА, 2012. – 20 с.
15. Мінаєва Ю.І. Стратегія вибору портфелю цінних паперів, подібного до ринку цінних паперів за поведженням / Ю.І. Мінаєва - Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем" Вип. 4.— К.: КНУБА, 2010. – С.86-93.
16. Мінаєва Ю.І. Вибір портфелю цінних паперів на основі моделі його відповідності ринку. / Ю.І. Мінаєва - Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем" Вип. 6. – К.: КНУБА. – 2011.– С.144-150.
17. Мінаєва Ю.І. Вибір портфелю цінних паперів, подібного за поведженням до фінансового ринку / Філімонова О.Ю., Мінаєва Ю.І.: Матеріали міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2011» в двох томах. – Херсон: Вид-во ХНТУ, 2011. т.1. – 472 с. - С.89-92.

Стаття надійшла до редколегії 15.10.2012

Рецензент: д-р техн. наук П.П. Лізунов, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.