

бальченко, О. А. Рядно // Вісник ДДФА. — 2006. — № 2 (16). — С. 109—120.

12. Білошицький О. В. Аналіз фінансової стабільності страхової компанії в умовах інформаційної невизначеності / О. В. Білошицький // Моделювання та інформаційні системи в економіці. — К.: КНЕУ, 2009. — Вип. 79. — С. 140—160.

13. Ковалев В. В. Финансовый анализ: методы и процедуры / В. В. Ковалев. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 560 с.: ил.

14. Розпорядження Державної комісії з регулювання ринків фінансових послуг України від 17.03.2005 № 3755.

УДК : 330.3.001.18:004

Н. К. Максишко, канд. фіз.-мат. наук, доц.,
С. С. Чеве́рда, асистент,
ДВНЗ «Запорізький національний університет»

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДТРИМКИ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

АНОТАЦІЯ. У статті проведено аналіз існуючих програмних засобів щодо аналізу та прогнозування часових рядів, розглянуті їх переваги та недоліки. Запропонована концепція системи комплексної комп'ютерної підтримки аналізу, прогнозування економічної динаміки та подальшого використання їх результатів. Представлена реалізація підсистеми аналізу та прогнозування, що базується на використанні моделей та методів дискретної нелінійної динаміки.

THE SUMMARY. The article is spotlight existing software for the analysis and forecasting of time series, their advantages and lacks are considered. The concept of complex computer support system of the analysis, forecasting of economic dynamics and further use of their results is offered. The realization of a subsystem of the analysis and forecasting is submitted which are based on use of models and methods of discrete nonlinear dynamics.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: економічна динаміка, передпрогнозний аналіз, прогнозування, програмне забезпечення, нелінійна динаміка

Вступ. У сучасній економіці все зростаюче значення мають нові наукові методи моніторингу, візуалізації, моделювання, аналізу та прогнозування. Це обумовлено тим, що в ній стрімко та кардинально змінюються парадигми, концепції, виробничі та програмні платформи, підходи, технології. Науковий аналіз і наукове прогнозування особливо гостро затребувані пере-

хідними економіками при роботі в умовах ринку, який насичений конкуруючими учасниками зі складною нелінійною інтерференцією повільних (товарних), середнього темпу (фінансових) та швидких (інформаційних) потоків і процесів на ньому. Розвиток нано-, мікро-, мезо-, макро- і мегаекономічного моделювання, аналізу, планування та прогнозування в сучасних умовах пов'язаний з послідовним зростанням рівня їхньої формалізації. Основу для цього процесу заклав, зокрема, прогрес в галузі прикладної математики, математичної статистики, у методах оптимізації, теорії наближень, економетриці, прогностичі, синергетиці, теорії фракталів та хаосу. Аналіз та прогнозування у будь-якій галузі економіки неможливі без застосування сучасних математичних моделей, інструментальних методів та інформаційних технологій.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Вибір раціональної стратегії прогнозування — одна з принципових проблем при прогнозуванні в будь-якій галузі економіки [1]. Арсенал методів економічної кібернетики містить велику кількість різноманітних методів аналізу економічної динаміки (часових рядів), відмінною рисою яких є значна обчислювальна трудомісткість та, як наслідок, неможливість практичного застосування без використання сучасних програмних засобів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У монографії [2] ретельно розглянуто можливості спеціалізованих пакетів прикладних програм (ППП), що застосовуються при моделюванні динаміки економічних систем. Всі ППП умовно поділено на два класи: пакети імітаційного моделювання та математичні пакети. Наявність широкого асортименту комерційного та вільного (безкоштовного) програмного забезпечення, що дозволяє спростити процедури побудови, аналізу та експлуатації динамічних економіко-математичних моделей, автор розглядає як потужний поштовх до розвитку методології аналізу економічної динаміки та її практичного застосування в нашій країні. ППП дозволяють зробити творчий процес моделювання менш складним та трудомістким, позбавитися від рутинних операцій та, в результаті, суттєво полегшують процес аналізу.

У [3] процес аналізу даних розглядається з точки зору інтелектуального аналізу даних — дейтамайнінгу (*Data Mining*) — як «процес автоматичного виділення дійсної, ефективної, раніше невідомої і абсолютно зрозумілої інформації з великих баз даних і використання їх для ухвалення ключових рішень бізнесу». Подібні інструментальні засоби також відомі під назвою «засобів

відкриття знань» — *Knowledge Discovery*. У даному напрямку розглядається велика кількість програмних засобів (*Oracle Data Mining, Intelligent Miner, SAS Enterprise Miner, Clementine* та ін.), що забезпечують, окрім інших потужних можливостей, візуальне дослідження даних, статистичний аналіз, прогнозування. В [4] генеральний директор ООО «Спэл Лабс» аргументує необхідність впровадження CRM-систем саме тому, що вони реалізують «методи *Data Mining*, які призначені для обробки та змістовної інтерпретації даних з метою виявлення актуальних трендів та вироблення оптимальних стратегій».

При цьому цікаво відмітити, що однією з особливостей подібних систем є їх відкритість. Наприклад, система *Clementine* дозволяє як вбудовувати в неї аналітичні алгоритми інших виробників, так і імпортувати готові модулі, створені в інших системах (наприклад у *SPSS*). Окрім того, масштабований дизайн *Clementine* [3] надає можливість залучати до виконання процесу дейтамайнінгу додаткові зовнішні модулі виробництва *SPSS*, що робить систему «високопродуктивним автоматизованим середовищем дейтамайнінгу».

Тобто, розробники сучасних потужних програмних засобів для розв'язання задачі, наприклад, статистичного аналізу звертаються до добре перевірених часом популярних статистичних пакетів (СПП). До таких програмних засобів належать пакети *STATISTICA* компанії *Statsoft*, *STADIA*, *STATGRAPHICS*, *Ерpicma*, *DataDesk* компанії *Data Description*, *SPSS* або *SYSTAT* компанії *SPSS*, *МЕЗОЗАБР*, *Статістик-Консультант* тощо. У [5] представлено огляд інтелектуальних можливостей СПП, проведено їх класифікацію та запропонована методика вибору найкращого програмного комплексу, що вирішує проблеми статистичних досліджень.

Система *MATLAB 6*. також містить комплект інструментів *Statistics Toolbox 7.1* [6], який підтримує широкий діапазон задач: від обчислення основної описової статистики до реалізації та візуалізації багатомірних нелінійних моделей. Він пропонує багатий набір статистичних методів і діалогової графіки. Всі функції комплексу інструментів написані відкритою мовою *MATLAB* ®. Таким чином забезпечується можливість бачити та аналізувати алгоритми, змінювати вихідний код і створювати власні функції.

Можна навести ще чимало сучасних програмних засобів, які призначені для обробки даних та створюються за новітніми технологіями. Розробники кожного сучасного програмного продукту

вважають за необхідне включати до системи модулі або інші програмні блоки, що реалізують моделі, методи та інструментальні засоби статистики. Таким чином, можна зробити висновок про те, що методи статистичного аналізу даних, у тому числі часових рядів, достатньо добре забезпечені інструментальною підтримкою.

Проте цього не можна сказати про засоби, які реалізують методи нелінійної динаміки і, зокрема, фрактального аналізу.

Зауваження 1. Щодо твердження, сформульованого вище, необхідно відмітити, що проведений аналіз існуючих програмних комплексів виявив, що на даний час кожна система, що реалізує технологію інтелектуального аналізу даних *Data Mining*, містить в своєму арсеналі інструментарій нейро-мережевого моделювання (нейронні мережі, нейрокомп'ютинг), побудову та аналіз на основі дерева розв'язків (decision trees), генетичні алгоритми, нелінійні регресійні методи, еволюційне програмування тощо [3, 7, ін.]. Проте, справа з інструментарієм, що реалізує методи аналізу детермінованого хаосу, має зовсім інший стан.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є огляд ринку програмного забезпечення, що реалізує методи нелінійної динаміки (зокрема, фрактального аналізу) для аналізу та прогнозування часових рядів, а також викладу авторської концепції щодо створення комплексної системи комп'ютерної підтримки аналізу та прогнозування економічної динаміки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ринок програмного забезпечення, що реалізує елементи фрактального аналізу, є достатньо молодим, проте таким, що на сьогоднішній день активно розвивається. Розглянемо основні особливості та обчислювальні можливості деяких з програмних засобів, які дозволяють застосовувати методи нелінійної динаміки, у тому числі фрактальний аналіз, для дослідження часових рядів.

ПП «*Fractan*» та його версія «*Fractal analysis 4.4*» — розроблений у Лабораторії обробки Даних Інституту математичних проблем біології РАН [8] — призначено для обчислення кореляційної розмірності, кореляційної ентропії та показника Херста для ЧР вихідних даних. Даний програмний продукт, автором якого є В. Сичов, вільно розповсюджується з урахуванням дотримання авторських прав.

Вихідний ЧР подається у текстовому файлі даних у ASCII форматі. ПП «*Fractal analysis 4.4*» дозволяє також створювати модельні дані на базі використання наступних інструментів: генератор Ван дер Поля (1D); генератор Ван дер Поля (2D); відо-

браження Хенона; відображення Ікеди; система Лоренса; система Ресслера; гаусів шум; узагальнений броунівський шум; узагальнений броунівський рух; функція Вейерштрасса—Мандельброта; рівняння Мекі—Гласса. Програма дозволяє здійснювати імпорту даних із MS Excel та з інформаційно-торгівельної системи MetaTrader 4.0, яка призначена для торгівлі на валютному ринку Forex.

Серед обчислювальних можливостей даного програмного продукту можна виділити розрахунок автокореляційної функції, розмірності фазового простору, побудову 2D мірного й 3D мірного фазових просторів, розрахунок кореляційної розмірності (а також графічне відображення отриманих результатів), показника Херста. Довжина ЧР, що рекомендується для розрахунків, становить не менш, ніж $10^{(2+0,4D)}$, де D — кореляційна розмірність аттрактора. Обмеження на мінімальну довжину вихідного ЧР — не менш 512 значень — унеможливило його застосування для коротких часових рядів. Тестування програми на достатньо довгих ЧР виявило також недоліки у реалізації алгоритму розрахунку показника Херста (нерідко отримане в результаті значення перевищує 1, чого бути не може).

Привертає увагу ще одна програма — *Cygnus Software Fractal Extreme 1.801* — що розроблена в цій же лабораторії [8] та призначена для спостереження за поведінкою фракталів (рекурсивних функцій).

Наступною розглянемо комп'ютерну систему аналізу часових рядів «*TSanalys*», що дозволяє в інтерактивному режимі здійснювати комплексний аналіз часових рядів методами нелінійної динаміки [9], який полягає у наступному: візуалізація графіка часового ряду, побудова псевдофазового простору розмірності 2, побудова дрейфуючого аттрактора, проведення тесту Гілмора, обчислення кореляційної розмірності, показника Ляпунова, показника Херста, проведення тесту залишків Брока.

Даний програмний продукт є достатньо зручним та потужним інструментом для аналізу часових рядів методами нелінійної динаміки. Проте у використанні цих методів основною метою є здійснення реконструкції аттрактора, тобто визначення кількості змінних, що істотно впливають на поведінку системи, оцінка розмірності вкладення аттрактора та побудова моделі (системи рівнянь). Як відзначено в [9], задача реконструкції аттрактора є дуже складною, тому що жоден із зазначених вище методів аналізу не дає відповіді на питання — від яких змінних залежить поведінка системи. Тобто застосування перелічених вище методів також не

надає достатньо інформації у ситуації реального прогнозування часових рядів.

Наступну групу програмних засобів, що призначено для аналізу ЧР, становлять програмні модулі, які реалізовано в середовищі *MATLAB*.

Рубіж XXI ст. фірма *The MathWorks Inc.* ([6]), яка є розробником двох програмних продуктів (*MATLAB* — використовується для виконання математичних обчислень, аналізу та візуалізації даних, створення нових програм та *SIMULINK* — використовується для моделювання складних динамічних систем), відзначила випуском нової версії системи інженерних та наукових обчислень *MATLAB 6*. Відмінною особливістю цієї версії [10, 11] є розвинуте середовище розробки додатків, яке характеризується великою різноманітністю інструментальних засобів та дружніх графічних інтерфейсів. Перевагою системи *MATLAB* є модульний принцип побудови. З моменту свого виникнення у 1984 р. і до нашого часу послідовно проведення цього принципу в життя сприяло створенню великої кількості ППП. У розробці цих пакетів беруть участь як розробники системи, так і багаточисельні партнери. На даний час сучасне сімейство продуктів *MATLAB* вміщує більш ніж 90 ППП, а також понад 300 додатків, що розроблено більш ніж 170 партнерами фірми. Це суттєво розширює функціональні можливості системи. Для розробки додатків у системі *MATLAB* використовуються ряд інструментальних засобів *Application Development Tools*, які мають назву *Toolboxes*. *Toolboxes* — це різноманітна колекція функцій *MATLAB* (М-файлів), які дозволяють застосовувати спеціалізовані методи для розв'язання окремих класів задач. *Toolboxes* застосовуються для моделювання, обробки сигналів, систем контролю, нейронних мереж, нечіткої логіки, вейвлет-аналізу та багатьох інших.

Однак, на відміну від реалізації комплекту інструментів (ППП) статистичного аналізу (*Statistics Toolbox 7.1*), а також різноманітного інструментарію для інтелектуального аналізу даних, фірма-розробник не надає відомостей про реалізацію додатків, які б містили методи фрактального аналізу. Проте, в окремих публікаціях та на комп'ютерних форумах можна зустріти посилання та повідомлення про окремі реалізації зазначених методів. Так, у [12] автор посилається на окремий набір інструментів *Fraclab* [13], за допомогою якого здійснюється розрахунок локального коефіцієнту Херста, точкового коефіцієнту Холдера та ін.

Існують також розробки, що базуються на інших системах. Так, у [14] запропоновано програму *R/S* — аналізу часових рядів, що створено на базі системи візуального проектування та розробки додатків *HiAsm (High Assembler — розробник Hexshock Software)*.

Комп'ютерною програмою, що реалізує методи нелінійного аналізу часових рядів, які базуються на парадигмі детермінованого хаосу, є і пакет програм *TISEAN* [15], що розроблено у *Max Planck Institute for Physics of Complex Systems, Dresden*. У роботі [16] описано методи, що використовуються в пакеті. До них відносяться: різноманітні алгоритми для представлення даних (візуалізація вихідного ЧР та фазового простору), діагностика нестаціонарності ЧР, виділення неперіодичних циклів, видалення шуму нелінійної природи, обчислення показника Ляпунова, обчислення кореляційної розмірності та кореляційного інтегралу, обчислення інформаційної розмірності та одержання оцінки інформаційної ентропії, проведення тестів на нелінійність (детермінований хаос) та ін.

Алгоритми програмно реалізовано на мовах програмування C та ФОРТРАН. Проте, щодо застосування методу *R/S*-аналізу даних немає.

В [17] пропонується алгоритм та вказується на наявність програми щодо оцінки показника Херста за допомогою кусково-лінійної апроксимації статистики. Проте, метод передбачає усереднення за періодом спостережень, вимагає виконання додаткових умов (ЧР повинен мати «необхідну» ступінь самоподібності), що не завжди може призвести до адекватних результатів.

Для завершення огляду комп'ютерного програмного забезпечення для фрактального аналізу часових рядів розглянемо ще один програмний продукт фірми *Trade Smart Research Ltd*, що використовується трейдерами на ринку *Forex*. Це *TS Trendiness* [18] — окремий модуль *Dll* для розрахунку, як вказано в інструкції-описі, «локальної фрактальності для довільного цінового ряду». Причому, «*TS Trendiness* для обчислення необхідно всього — 20—40 барів (тобто значень ЧР), що порівняно із тривалістю трендів, тоді як для обчислення показника Херста необхідно 10^3 барів». З'ясувалося, що алгоритм, який реалізовано в модулі *Dll TS Trendiness*, базується на видозміненій ідеї індексу варіації, що запропоновано та викладено в [19]. Для його коректного обчислення достатньо кількох десятків барів (рекомендується від 30—40). Даний показник як індикатор рекомендовано розроблювачем до

застосування на будь-яких таймфреймах та на різних торговельних платформах (*TradeStation, eSignal, MultiCharts*).

Підсумовуючи сказане вище, можна зробити наступні висновки.

По-перше, арсенал комп'ютерного інструментарію, що забезпечить можливість застосовувати нелінійні методи аналізу часових рядів, представлено достатньо обмеженим колом програмних засобів.

По-друге, існуючі доступні пакети програм мають певні (означені вище) недоліки, що призводять до труднощів або зовсім унеможливають їх використання для фрактального аналізу часових рядів.

По-третє, їх наявність та спроби використання у реальних ситуаціях для розв'язання практичних проблем, наприклад, економіки є підтвердженням актуальності даного напрямку дослідження, необхідності опрацювання і реалізації існуючих методів (алгоритму нормованого розмаху Херста) та подальшої розробки нового інструментарію.

Концепція комплексної системи комп'ютерної підтримки аналізу та прогнозування економічної динаміки та реалізація її елементів.

Метою аналізу економічної динаміки (яка, як правило, представлена у вигляді часових рядів одного або декількох показників) є отримання якісних висновків про характер поведінки системи з метою її прогнозування та подальшим використанням результатів у процесі управління економічною системою. На рис. 1 представлено концептуально схему комплексної системи аналізу та прогнозування економічної динаміки, що пропонується авторами даної статті.

Пропонована комплексна система складається з чотирьох підсистем: моніторингу, передпрогнозного аналізу, прогнозування та управління. Структура комплексу у системній єдності відображає основні етапи економіко-математичного моделювання (дослідження, прогнозування та управління економічною системою) та забезпечує реалізацію комплексного підходу до дослідження динаміки економічної системи та використання його результатів.

Підсистема моніторингу [20] реалізується через визначення важливих економічних (робочих) показників, систематичну й своєчасну звітність, оперативну корекцію виявлених відхилень.

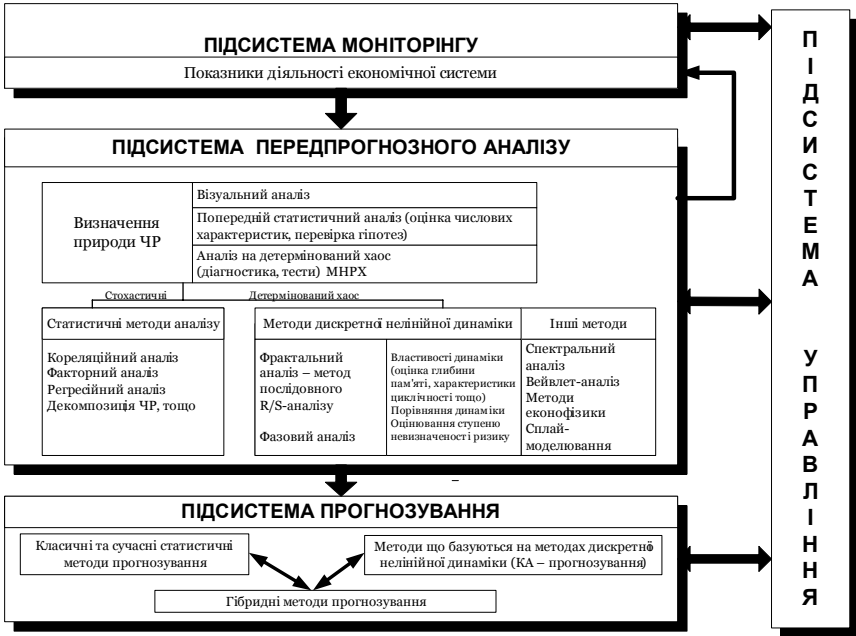


Рис. 1. Концептуальна схема комплексної системи аналізу та прогнозування економічної динаміки

Підсистема передпрогнозного аналізу [21] (самостійного та вкрай важливого етапу аналізу динаміки системи) забезпечує: визначення природи часового ряду, отримання оцінок якісних властивостей та кількісних показників, які характеризують поведінку економічної системи. Інструментальну базу аналізу становлять як методи і програмні засоби статистичного аналізу, так і детермінованого аналізу — методи нелінійної динаміки (див. вище) й інші методи аналізу часових рядів. Формування підсистеми передпрогнозного аналізу здійснюється за модульним принципом.

Урахування природи, властивостей та кількісних характеристик часового ряду у **підсистемі прогнозування** дозволяє обрати найбільш адекватний метод прогнозування та домогтися найкращої точності прогнозу. Одним із ефективних шляхів поліпшення точності прогнозів є використання гібридних (комбінованих) методів прогнозування [21, 22].

Підсистема управління реалізує відповідні функції на основі використання результатів функціонування перших трьох підсистем і має доволі складну структуру і різні можливості.

У роботі [22] запропоновано підхід до аналізу та прогнозування, що базується на використанні дискретних нелінійних моделей аналізу економічної динаміки. Для практичного застосування даного підходу в межах запропонованої системи комп'ютерної підтримки аналізу та прогнозування програмно реалізована підсистема (блок), що забезпечує виконання всіх етапів проведення передпрогнозного аналізу, починаючи від візуалізації вихідного часового ряду і закінчуючи формуванням прогнозу. Підсистема реалізована в програмному середовищі C# (C Sharp) та підтримує різноманітні формати зберігання вхідної та вихідної інформації. Зокрема в підсистемі реалізовано наступні модулі:

- модуль первинної обробки та візуалізації вихідних даних (рис. 2);

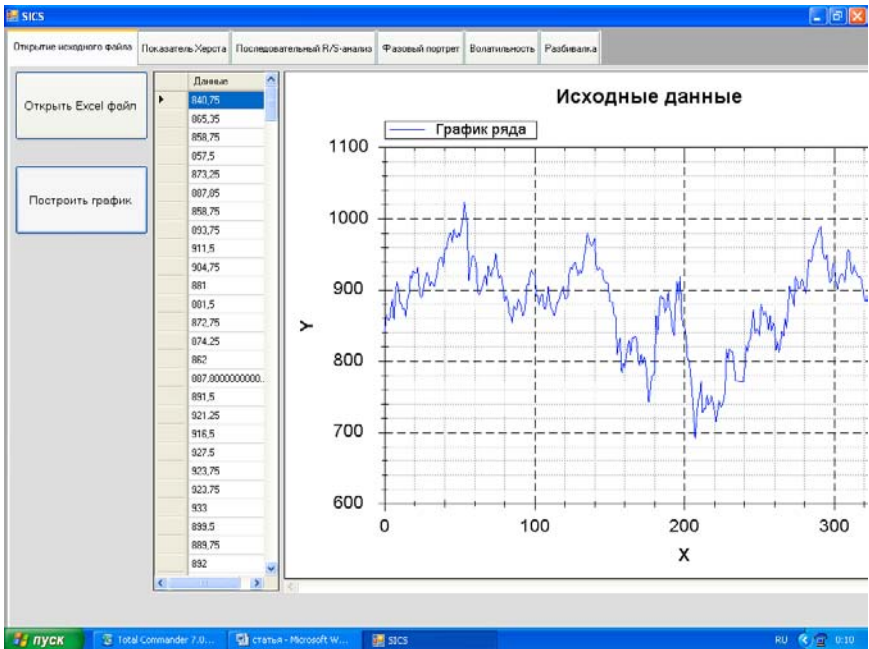


Рис. 2. Головне вікно модуля первинної обробки та візуалізації вихідних даних

- модуль стандартного R/S -аналізу (розрахунок показника Херста H та візуалізація R/S -траєкторії) (рис. 3);
- модуль модифікованого — послідовного R/S -аналізу (візуалізація H - та R/S -траєкторій, побудова нечіткої множини пам'яті часового ряду та її числової оцінки) (рис. 4);

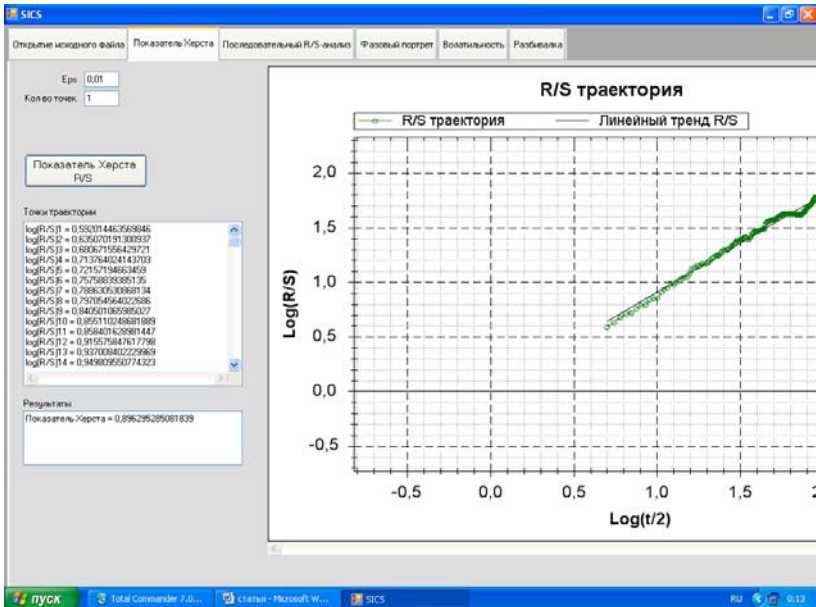


Рис. 3. Головне вікно модуля стандартного R/S -аналізу

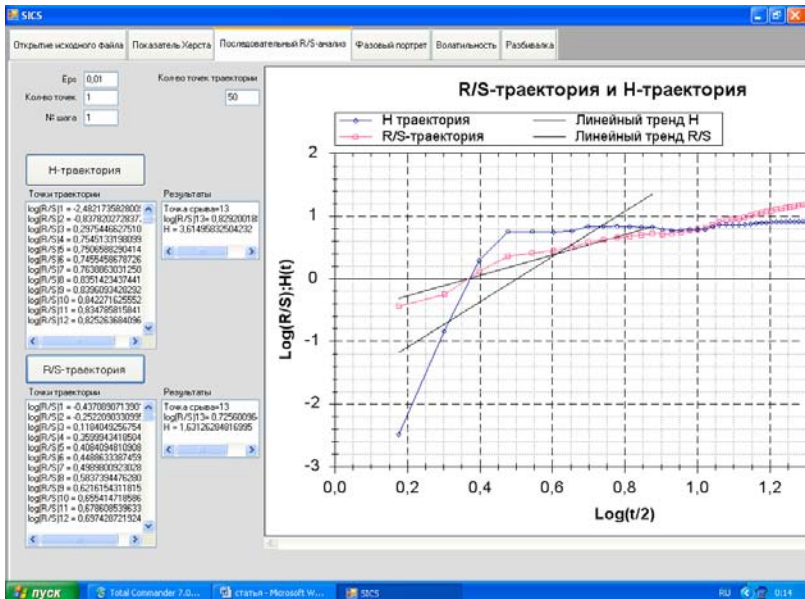


Рис. 4. Головне вікно модуля модифікованого — послідовного R/S -аналізу

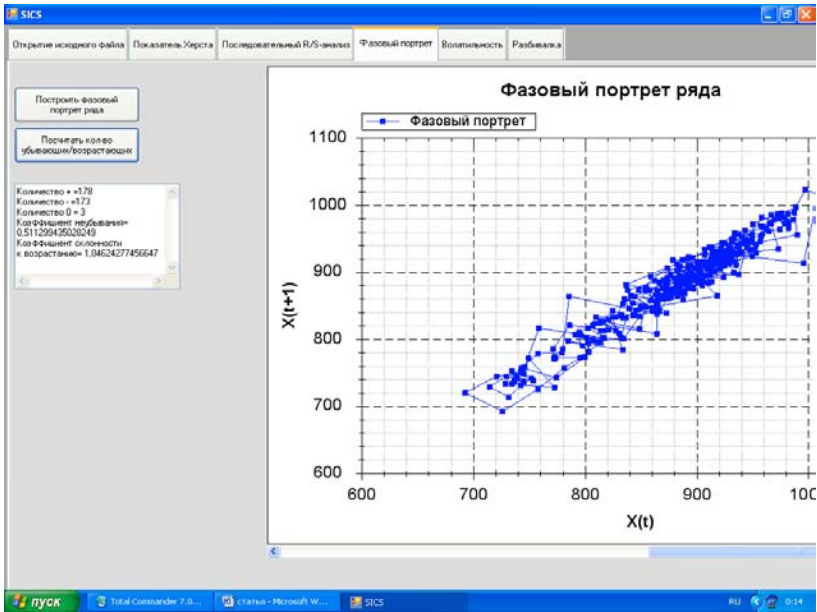


Рис. 5. Головне вікно модуля фазового аналізу часового ряду

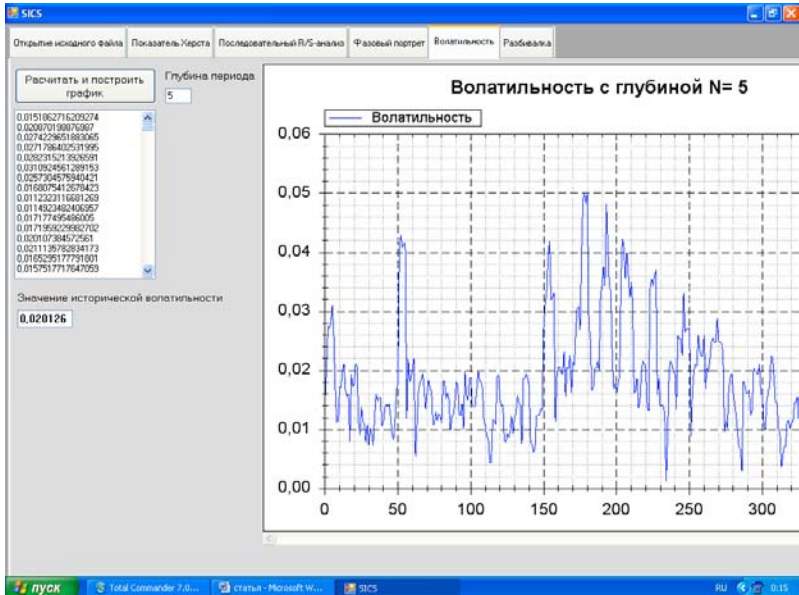


Рис. 6. Головне вікно модуля аналізу волатильності часового ряду

- модуль фазового аналізу (візуалізація фазового портрету ЧР, розкладання на квазіцикли, розрахунок коефіцієнтів неубування та схильності до зростання) (рис. 5);

- модуль аналізу волатильності часового ряду (розрахунок історичної волатильності, побудова ЧР волатильності з різною глибиною періоду розрахунку та їх візуалізація тощо) (рис. 6);

- модуль прогнозування на базі клітинно-автоматної моделі та гібридних методів, які базуються на комбінованому використанні методів дискретної нелінійної динаміки, та ін.

За допомогою розробленої системи проводився комплексний передпрогнозний аналіз вихідних часових рядів (ЧР) у галузі мікроекономіки (врожайності сільськогосподарських культур, податків на прибуток, обсягів реалізації товарної продукції), макроекономіки (наприклад, ЧР індексу зростання промислового виробництва, ВВП), а також ЧР показників світових ринків (дорогоцінних металів, енергоносіїв, фондових, валютних) та інших. Результати застосування виявили працездатність системи та забезпечили отримання нових знань щодо об'єктів аналізу та прогнозування.

Висновки. У роботі проведено аналіз існуючих програмних засобів щодо аналізу та прогнозування часових рядів, розглянуто їх переваги та недоліки. З метою забезпечення комп'ютерної підтримки аналізу, прогнозування економічної динаміки та подальшого використання їх результатів запропоновано концепцію системи комплексної комп'ютерної підтримки, елементи якої програмно реалізовані. Апробація системи на реальних вихідних даних підтвердила її ефективність щодо отримання знань про динаміку економічної системи та виявила достатню точність реалізованих методів прогнозування. Перспективним, на наш погляд, є подальший розвиток гібридного підходу до прогнозування із використанням моделей і методів дискретної нелінійної динаміки та штучного інтелекту та його комп'ютерна реалізація.

Література

1. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: Підручник/ Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І., Іванов В.В., Дубровіна Н.А., Ставицький А.В. — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. — 396 с.

2. *Тимохин В.Н.* Методология моделирования экономической динамики: [монографія / научн. ред. проф. Ю.Г.Лысенко] / В.Н. Тимохин. — Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2007. — 269 с.

3. *Ситник В.Ф.* Інтелектуальний аналіз даних (дейтамайнінг): [навч. посіб.] / В.Ф. Ситник, М.Т. Краснюк. — К.: КНЕУ, 2007. — 376 с.

4. Гончаров М. Добыча знаний из CRM-систем [Электронный ресурс] / М. Гончаров // Директор ИС. — 2008. — № 3. — Режим доступа к журн.: <http://www.osp.ru/cio/2008/03/4906937/>.
5. Айвазян С.А. Инструменты статистического анализа данных / С.А. Айвазян, В.С. Степанов // Мир ПК. — 1997. — № 8.
6. 6. Офіційний сайт розроблювача MATLAB корпорації MathWorks Inc. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.mathworks.com/products/statistics/description1.html>.
7. Киселев М. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах [Электронный ресурс] / М. Киселев, Е. Соломатин // Открытые системы. — 1997. — № 04. — С. 41-44. — Режим доступа к журн.: <http://www.osp.ru/os/1997/04/179210/>.
8. Сайт Лабораторії обробки даних інституту математичних проблем біології РАН, Пуціно, Московська обл., Росія [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://impb.psn.ru/~sychyov/fractan/>
9. Сергеева Л.Н. Нелинейная экономика: модели и методы: [монография / научн. ред. проф. Ю.Г. Лысенко] / Л.Н. Сергеева. — Запорожье: Полиграф, 2003. — 218 с.
10. Дьяконов В.П. MATLAB 7.* / R2006 / R2007: самоучитель / В.П. Дьяконов. — ДМК Пресс, 2008. — 768 с.
11. Anderson P.L. Business Economics and Finance with MATLAB, GIS, and Simulation Models [Електронний ресурс] / P.L. Anderson. — Chapman & Hall/CRC, 2005. — Режим доступу: <http://www.mathworks.com/support/books/book7932.html/>.
12. Соловйов В.М. Економічна кібернетика: з досвіду моделювання складних фінансово-економічних систем / В.М. Соловйов // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ. — 2005. — № 2. — С. 56—79.
13. Сайт розроблювача програми FracIab [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://fractales.inrea.fr/>.
14. Чудаков О.М. Разработка автоматизированной системы R/S-анализа временных рядов [Электронный ресурс] / О.М. Чудаков, Н.С. Косиненко. — Сайт «АПК нового поколения». — Режим доступа: <http://www.agroxpert.ru/113.html/>.
15. Пакет программ TISEAN для анализа временных рядов методами теории хаотических динамических систем [Электронный ресурс] / Режим доступу: http://www.mpiPKs-dresden.mpg.de/~tisean/Tisean_3.0.1/index.html/.
16. Hegger R. Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package / R. Hegger, H. Kantz, T. Schreiber // CHAOS 9, 413-435 (1999).
17. Бутаков В. Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Херста / В. Бутаков, А. Граковский // Computer Modelling and New Technologies. — 2005. — Vol. 9. — № 2. — P. 27—32.
18. Сайт фірми Trade Smart Research Ltd [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.tsresearchgroup.com>.

19. Дубовиков М.М. Индекс вариации и его приложение к анализу фрактальных структур / М.М. Дубовиков, Н.В. Старченко // Научный альманах «Гордон». — М.: Изд-во «Поматур», 2005. — С. 5—32.

20. Галіцин В.К. Системи моніторингу [монографія] / В.К.Галіцин. — К.: КНЕУ, 2000. — 232 с.

21. Максишко Н.К. Анализ и прогнозирование эволюции экономических систем / Н.К. Максишко, В.А. Перепелица. — Запорожье: Полиграф, 2006. — 248 с.

22. Максишко Н.К. Моделювання економіки методами дискретної нелінійної динаміки [монографія / наук. ред. проф. В.О. Перепелиця] / Н.К. Максишко. — Запоріжжя: Поліграф, 2009. — 416 с.

УДК 519.865.7

О. Д. Шарапов, канд. екон. наук, професор

А. В. Матвійчик, д-р екон. наук, доцент

ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

НА ШЛЯХУ ДО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

АНОТАЦІЯ. У статті наводяться результати дослідження філософського та технологічного аспектів створення систем штучного інтелекту. Розкрито різні підходи до конструювання інтелектуальних систем та показано місце нейро-нечітких технологій у цьому процесі.

ANNOTATION. There are presented in the article the results of researches of philosophy and technological aspects of building of artificial intelligence systems. It's shown various approaches to construction of intelligent systems and pointed the place of neural-fuzzy technologies in this process.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Штучний інтелект, системи сильного/слабкого штучного інтелекту, нечітка логіка, нейронні мережі.

Головним завданням штучного інтелекту (artificial intelligence) є комп'ютерне вирішення когнітивних задач, властивих людському мозку. Такі задачі традиційно вирішуються людьми в умовах неповноти, неточності та суперечливості знань про об'єкт дослідження, для розв'язання яких немає чітко заданого алгоритму.

При цьому в більшості визначень терміну «штучний інтелект» вказується на можливість застосування при його реалізації методів, які не обов'язково біологічно правдоподібні. Значна кількість дослідників у галузі штучного інтелекту реалізують його із залученням різноманітного математичного інструментарію, починаючи з елементарних методів теорії ймовірностей.