

Під час перевірки гіпотез $H_0 : x^i = 30$ та $H_0 : x^d = 70$ встановлено, що відповідні статистики дорівнюють $t = -10,2$ та $t = -2,21$. Тому на рівні значущості 0,1 головні гіпотези відхиляються, межа «норма-патологія» показника депресії у хворих артеріальною гіпертензією перевищує медичну норму здорових осіб. Це може свідчити про зміну тривоги депресією та порушення адаптації хворих, втрату зацікавленості, почуття байдужості, порушення міжособистісних контактів, недостатню мотивацію діяльності, пригнічення потягів.

Здійснено також уточнення меж «норма-патологія» показників іпохондрії та істерії і встановлено їхню відмінність від норм здорових осіб. Одержані результати свідчать про психологічну дезадаптацію хворих артеріальною гіпертензією.

Висновки. У роботі розроблено обчислювальну технологію визначення межі «норма-патологія» шляхом знаходження квантилів нормального, слайн-нормального та суміші нормальних розподілів.

Обчислювальну технологію реалізовано в автоматизованій системі «VerMed» обробки неоднорідних медичних даних.

Проведено апробацію розробленої технології на даних Кримського республіканського НДІ фізичних методів лікування та медичної кліматології ім. І.М. Сеченова, що підтвердило її адекватність та відмінність норм психологічних показників у хворих артеріальною гіпертензією від здорових осіб.

1. **McLachlan G.** Finite Mixture Models / G. McLachlan, D. Peel. - New York, 2000. - 456 p.

Надійшла до редколегії 10.07.09

УДК 519.254

Д.В. Кудренко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ ЗІ ЗМІНАМИ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Запропоновані та впроваджені методи та обчислювальна схема для моделювання кусково-марківських процесів на базі процесів зі змінами внутрішніх властивостей. Надано опис модулів системи оперативного аналізу та моніторингу процесів з розладнаннями. Проілюстровано роботу описаних методів на прикладі динаміки цін на золото.

Ключові слова: адаптація системи, кусково-марківські процеси, метод головних компонент, моніторинг процесів, оперативний аналіз, система Ерафо

Предложены и введены методы и вычислительная схема для моделирования кусочно-марковских процессов на базе процессов с изменениями внутренних свойств. Представлено описание модулей системы оперативного анализа и мониторинга процессов с разложением. Проиллюстрирована работа описанных методов на примере динамики цен на золото.

Ключевые слова: адаптация системы, кусочно-марковские процессы, метод главных компонент, мониторинг процессов, оперативный анализ, система Ерафо

Proposed and implemented methods and computational scheme for modeling piecewise-Markov processes based on processes with domestic properties changes. Provided description of the modules of the operational analysis system and processes monitoring with decomposition. Illustrated working of described methods with an example of dynamics of gold prices.

Keywords: adaptation of a system, piecewise Markov processes, principal components analysis, processes monitoring, operational analysis, Epafo system

Постановка проблеми. У сучасних умовах, що характеризуються спадом виробництва, старінням обладнання, яке використовується на підприємствах та у повсякденному житті, надзвичайно зростає потреба у системах оперативного аналізу та моніторингу процесів, що спостерігаються в різних галузях: технічна діагностика, екологічний моніторинг, медична діагностика, економічний аналіз, визначення

змін властивостей сигналів різної природи. Також необхідно мати можливість швидко адаптувати систему для роботи з даними різної внутрішньої природи.

Аналіз останніх досліджень. Стан досліджень по застосуванню методів та обчислювальних процедур оперативного аналізу у системному моніторингу базується на наступних технологіях:

- виявлення розладнань часових рядів [1,2,3];
- моделювання поведінки системи, що контролюється [4];
- відновлення сплайн-розподілів за одержаними у процесі аналізу даними [4].

Слід зазначити, що даного часу, при рішенні різних задач обробки статистичних даних, знайшли широке застосування сплайн-розподіли, які найбільш адекватно і вірогідно описують реальні процеси. Тому актуальним є використання сплайн-розподілів при розробці обчислювальних схем інформаційної технології аналізу процесів [4].

Але майже всі методи можуть бути застосовані тільки для конкретного класу задач, що значно ускладнює адаптацію обчислювальних схем до аналізу даних з різних предметних областей.

Постановка задачі. Описати систему для оперативного аналізу процесів з розладнаннями, навести обчислювальну схему для побудови функцій ризику переходу між станами системи, що спостерігається, на базі системи Ерафо. Надати можливість адаптувати систему до роботи з даними різної внутрішньої природи.

Виклад основного матеріалу. Першим етапом для будь-якого аналізу даних є отримання цих даних. На цьому етапі дуже мало уваги приділяється способу отримання даних, тому адаптувати систему до конкретної проблематики іноді стає складною задачею. Наведемо кілька прикладів: для оперативного аналізу фінансових ринків використовують спеціальні інформаційні площадки, з яких можна автоматично отримувати дані через Інтернет; дані про надійність / якість обладнання, за яким ведуть спостереження, надходять для аналізу зі спеціальних пристроїв, дані екологічного аналізу можуть бути отримані з бази даних, тощо. Для вирішення наведеної задачі запропоновано використовувати «перетворювач даних», що допомагає отримати дані у будь-якому вигляді з джерела даних та перетворити їх у зручний для обробки вигляд – $\{x(t_i), i = \overline{1, n}\}$ (рис 1).

Етап 2. Обробка даних. Основною задачею етапу є підготовка даних для подальшого аналізу. Взагалі, цей етап є опціональним та

може бути ігнорованим, або складатися з кількох перетворень. Модуль обробки даних не змінює формату даних, але модифікує їх згідно з методами обробки даних, обраними під час конфігурації системи. Реалізація кожного метода обробки даних має реалізовувати спільний інтерфейс, на вхід до якого приходять $\{x(t_i), i = \overline{1, n}\}$ а на виході отримуємо модифіковану послідовність $\{x'(t_i), i = \overline{1, m}\}$. Послідовне використання методів обробки даних (методи згладжування, інтерполяції, виділення головних компонентів, застосування різницевої схем, тощо) дозволяє отримати на виході дані, придатні для подальшого аналізу. На рис.1 наведено приклад обробки даних, за якого спочатку методами інтерполяції заповнюються дані, яких бракує, а потім, застосовуючи метод головних компонентів «Гусениця», відокремлюють трендову складову даних, що спостерігаються.

Етап 3. Виявлення моментів розладнань. На відміну від попереднього кроку на цьому етапі не змінюється послідовність даних $\{x'(t_i), i = \overline{1, m}\}$, а методи виявлення розладнань включаються до роботи не послідовно, а паралельно. Сигнали про розладнання $\{t_i, i = \overline{1, k}\}$ надходять до блоку прийняття рішень про розладнання та є результатом роботи етапу. Методи, які використовуються для подання сигналу про розладнання, залежать від внутрішньої природи даних, що спостерігаються: для виявлення розладнань при контролюванні якості, моніторингу екологічних показників, тощо кращі результати дають методи, які базуються на принципах максимальної правдоподібності, алгоритмі кумулятивних сум: для аналізу фінансових ринків кращі показники дають індикаторні методи технічного аналізу. На рис. 1 наведено приклад, коли у паралельному режимі слідкують за розладнаннями АКС зі зміною середнього (збільшення або зменшення). Блок прийняття рішень може мати різні ступені складності, від прозорого, який подає сигнал про розладнання при отриманні відповідного сигналу від будь-якого детектора розладнань, до експертної системи, що приймає рішення про сигнал розладнання на базі вагових функцій кожного детектора окремо.

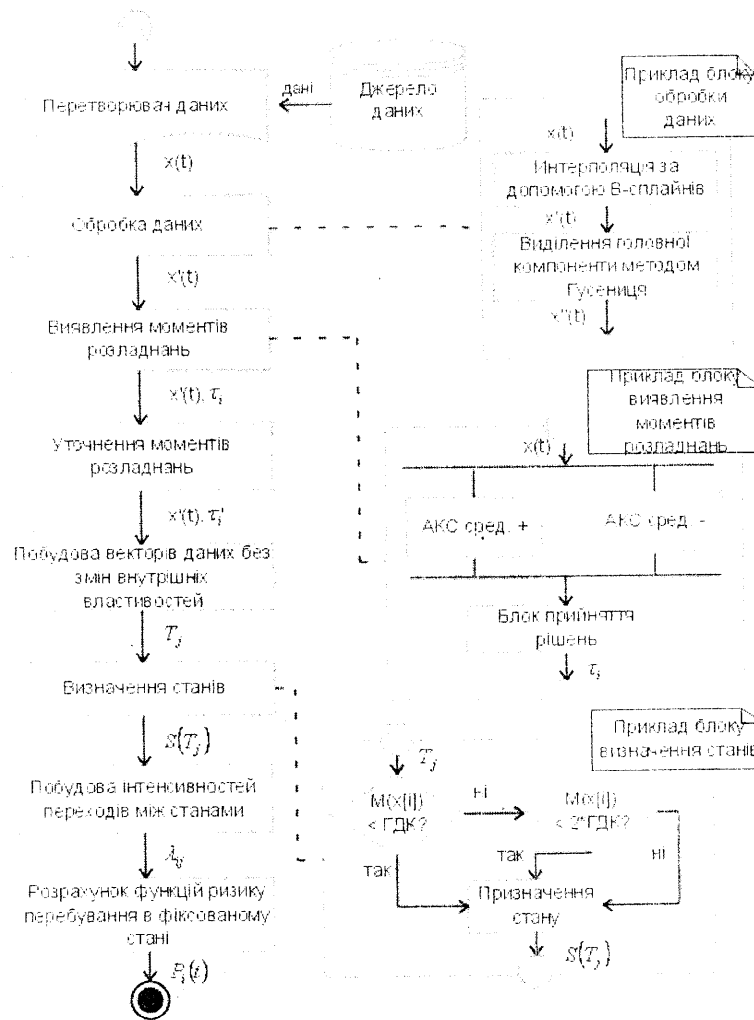


Рис. 5. Діаграма потоку даних та основні модулі системи для побудови функції ризику переходу між станами системи

Етап 4. Уточнення моментів розладнань. Взагалі методи виявлення розладнань генерують сигнал про розладнання або з невеликим запізненням, або хибний. Головною метою даного етапу є підтвердження сигналу про розладнання та знайти більш точний час, коли воно відбулось. Як один з методів уточнення моментів

розладнання був запропонований метод з використанням сплайн-нормального розподілу. Цей етап є також необс'язковим. Вхідні дані: $\{x'_i, i = \overline{1, m}\}, \{\tau_j, j = \overline{1, k}\}$, вихідні дані $\{x'_i, i = m\}, \{\tau'_j, j = \overline{1, l}\}$

Етап 5. Побудова векторів даних без змін внутрішніх властивостей. Вхідні дані: $\{x'_i, i = m\}, \{\tau'_j, j = \overline{1, l}\}$ вихідні дані: масив фрагментів вхідної послідовності T_j , який складається з $\{x_0, \dots, x_{t_1}\}, \{x_{t_1}, \dots, x_{t_2}\}, \dots, \{x_{t_{l-1}}, \dots, x_{t_l}\}$. Тобто кожен фрагмент не має розладнань.

Етап 6. Головною метою етапу є визначення станів для кожного з отриманих фрагментів на попередньому етапі. Кількість станів системи та їх характеристика повністю залежать від природи процесу, що спостерігається. Для фінансових ринків валют, металів та інших паперів це тренд, для систем екологічного моніторингу перевищення граничної допустимої концентрації (ГДК), тощо. Єдиний спосіб побудувати обґрунтований список станів – указати їх на етапі ініціалізації системи. Тому важливо мати гнучкий механізм для специфікації правил розпізнавання стану системи. Запропонована обчислювальна схема використовує для цього систему предикатів, де кожен предикат відповідає одному стану системи та приймає на вхід $\{x_j\}$, а повертає «Так» або «Ні», що свідчить про відповідність даних стану, який описує предикат. Під час конфігурації станів системи потрібно пильно слідкувати, щоб один і той самий набір даних не міг відповідати двом станам одночасно. Наведений на рис. 1 приклад описує систему з трьома станами: 1 – середнє значення послідовності менше ніж ГДК, 2 – середнє значення знаходиться між ГДК та 2*ГДК, 3 – середнє значення більше ніж 2*ГДК. Якщо ми маємо дані які не належать до жодного з наведених предикатів, система генерує додатковий стан. У системі запропоновано 2 типи предикатів: на базі граничних значень за середнім, максимальним або мінімальним значенням, а також трендові. Трендові індикатори апроксимують дані лінією ($y = kx + b$) та задають граничні значення щодо нахилу лінії. Так для ринків коштовних металів виділяють 3 стани: зростання ($k > K$), спадання ($k < -K$), невизначеність, де $K \approx 0$.

Етап 7. Побудова інтенсивностей переходів між станами. На підставі масиву фрагментів T і станів системи, формують масиви векторів переходів між станами:

$$\begin{cases} r_{ij} = \{(t_i - t_{i-1}) : s_i = j\}, i = 1, m \\ r_{kl} = \{(t_i - t_{i-1}) : (s_i = k) \wedge (s_{i+1} = l)\}, l \neq k, i = \overline{1, m} \end{cases}$$

Кожен із векторів r_{ij} містить час Δt протягом якого система знаходилась у фіксованому стані S_j до того моменту, як система T змінила стан на S_j . Для кожного із векторів r_{ij} вводять функцію інтенсивності як $\lambda_{ij} = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$, де $f(t)$ – функція щільності, $F(t)$ – функція розподілу часу знаходження у стані S_j перед переходом до S_j . Для одержання λ_{ij} , також, встановлюють за r_{ij} сплайн-експоненційний розподіл з одним або двома вузлами склеювання. Уведення сплайн-експоненційного розподілу дозволило звести нестационарні пуассонівські процеси до кусково-стаціонарних, тим самим – одержати модель системи T при нестационарних потоках. Особливістю побудови таких моделей є те, що інтенсивність переходів λ_{ij} із i -ого стану в j -ий є кусково-постійною функцією з кінцевим числом вузлів. Останнє визначається властивостями сплайн-експоненційного розподілу.

Етап 8. Розрахунок функцій ризику перебування у фіксованому стані розв'язання системи диференційних рівнянь Колмогорова-Чепмена, де параметрами виступають інтенсивності, отримані на попередньому етапі. Для визначення перехідних ймовірностей використовують чисельний метод Рунне-Кута розв'язання задачі Коши для систем диференційних рівнянь або запропонований в [1] метод імітаційного моделювання.

Наведемо результат обробки даних на базі ціна за золото за останні 10 років (рис 2).

Систему було сконфігуровано за використанням наступних правил:

- Методи пошуку розладнань –метод максимального відхилу від прямої, яка апроксимує ділянку даних без розладнань. Порог чутливості – 1% (пошук розладнань припиняється, якщо максимальна відстань від прямої до точки менше ніж заданий поріг чутливості).
- Трендові предикати виявлення станів
- Імітаційний метод побудови функції ризику

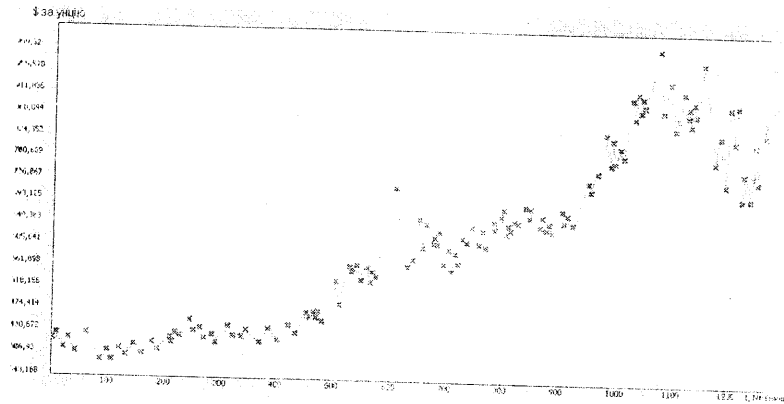


Рис 6. Золото / \$ США за 10 років

На підставі отриманих даних було знайдено 132 розладнань, та отримані наступні функції ризику для постійних λ_{ij} :

$\lambda_{01} = 0.14859, \lambda_{02} = 0.10714, \lambda_{10} = 0.0961, \lambda_{12} = 0.08, \lambda_{20} = 0.1923, \lambda_{21} = 0.12903$, де 0 – зростаючий тренд, 1 – спадаючий, 2 – боковий (рис. 3)

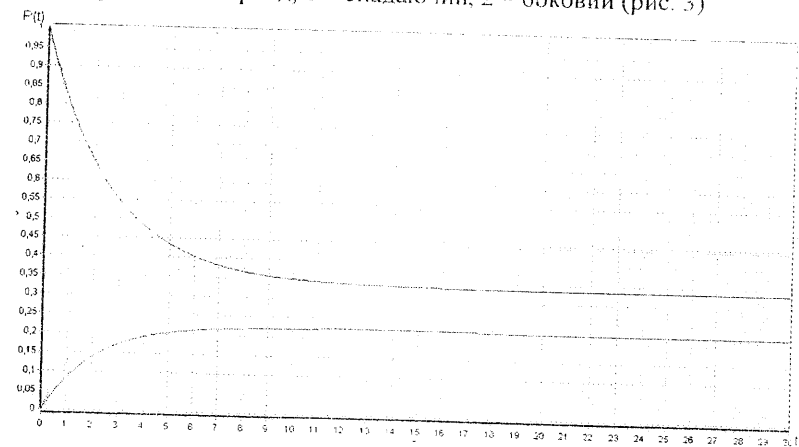


Рис 7 Ймовірності перебування у станах

Наведені результати дозволяють отримати ймовірності переходу між станами впливаючи із початкового стану системи та часу на протязі якого стан системи лишався незмінним. Описані обчислювальні схеми дають можливість аналізувати дані різної внутрішньої природи та зводити нестационарні пуассонівські процеси

до кусково-стаціонарних. Наведені обчислювальні схеми реалізовані програмним середовищем Eраfo.

Бібліографічні посилання

1. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов. / И.В. Никифоров. – М., 1983. – 199 с.
2. Жиглявский А.А. Обнаружение разладки случайных процессов в задачах радиотехники. / А.А. Жиглявский, А.Е. Красновский. – Л., 1989, 222
3. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем. / Под ред. М. Бассвиль, А. Банвениста. – М., 1989. – 278
4. Байбуз О.Г. Сплайни в надійності. / О.Г. Байбуз, О.П. Приставка. – Д., 2003. – 256с.

Надійшла до редколегії 11.07.09

УДК 62.50

П. Г. Хорольский

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

БОЛЬШИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРИЗНАКИ, КРИТЕРИИ, СВОЙСТВА, ЗАКОНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Присвячено проблемі проектування великих та складних технічних систем. Їх характеристичною властивістю є складність. Вимоги до складності і до якості системи, що проектується, знаходяться у взаємному протиріччі.

Ключові слова: система керування, системний підхід, складність систем, проектування

Освещена проблема проектирования больших и сложных технических систем. Их характеристическим свойством является сложность. Требования к сложности и к качеству проектируемой системы находятся во взаимном противоречии.

Ключевые слова: система управления, системный подход, сложность систем, проектирование

The article is devoted to designing of large and complex technical systems. Their characteristic feature is the complexity. Requirements for the complexity and the quality of designed systems are in mutual contradiction.

Keywords: management system, system approach, system complexity, design

Постановка проблеми в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Глобализация – основная тенденция всех основных происходящих в мире процессов – сейчас является одновременно и следствием и причиной создания и развития больших технических систем (БТС). Проектирование БТС представляет собой серьезную проблему. Проектирование, определяемое как создание нового [1], безотносительно к своему объекту в своем начале представляет собой проблему вследствие хотя бы, собственно, новизны.

Наиболее простое определение БТС дано в [2]. Сложные технические системы (СТС) можно рассматривать как подмножество БТС, для них определение дано в [3]. Одним из их общих свойств является сложность (С). Примерами БТС и СТС являются транспортные и коммуникационные системы.