

УДК 664.1:62-503.57

М.А. Сич, аспірант, Нац. ун-т харчових техно-
логій, a.d.111@bk.ru

ФРАКТАЛЬНО-ВЕЙВЛЕТНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Підвищення ефективності аналізу і управління станом складних промислових об'єктів можливо на основі розширення аналітичних інформаційних систем на рівні технологічного керування підприємством і введення додатково нової — аналітичної інформаційної системи, що перетворює загальний технологічний інформаційний потік до оптимального вигляду для ситуаційного аналізу.

Ключові слова: цукровий завод; вейвлет-аналіз; фрактальний аналіз; часовий ряд.

Повышение эффективности анализа и управления состоянием сложных промышленных объектов возможно на основе расширения аналитических информационных систем на уровне технологического управления предприятием и введение дополнительно новой — аналитической информационной системы, превращающей общий технологический информационный поток к оптимальному виду для ситуационного анализа.

Ключевые слова: сахарный завод, вейвлет-анализ, фрактальный анализ, временной ряд.

Improving the efficiency of the analysis and management of complex industrial facilities state possible through enhanced of analytic information systems at the level of the process of enterprise management and the introduction of further new — analytical information system which turns the overall flow of information technology to the optimal view for situational analysis.

Keywords: sugar refinery, wavelet analysis, fractal analysis, time series.

Розглядається технологічний комплекс (ТК) цукрового заводу, який є складною системою і складається зі значної кількості функціонально необхідних ступенів переробки сировини та напівпродуктів.

У відповідності з особливостями технологічних процесів виробництва цукру необхідно вирішити наступні питання:

- провести аналіз параметрів технологічних процесів виробництва цукру;
- підібрати відповідні методи для аналізу та управління процесом виробництва цукру ;
- провести моделювання з використанням сучасних програмних засобів;
- розробити структуру системи керування процесом виробництва цукру.

У даній роботі пропонуються два методи розв'язання задачі виявлення зміни властивостей істотно нестационарного часового ряду. В основі першого методу лежить зв'язок локальної регулярності функції зі значеннями вейвлет-коефіцієнтів. Однак, на відміну від роботи [1], де в кожній точці оцінювався показник регулярності, запропоновано менш трудомісткий підхід, заснований на обчисленні статистик від вейвлет- коефіцієнтів і порівнянні їх з отриманими нами порогамі. Нестационарний часовий ряд представимо у вигляді послідовності динамічно спостережених в процесі випробувань значень.

Другий підхід використовує поняття сингулярності в сенсі стаціонарних засад. При цьому наявна реалізація розглядається як випадкова функція, вибирається модель процесу, що залежить від деякого параметра і може бути векторною, а точками зміни властивостей випадкового процесу вважаються точки стрибкоподібної зміни параметра цього процесу. В основі таких методів часто лежить визначення стаціонарності — стійкості моментних функцій принаймні першого і другого порядків.

Алгоритми цього підходу дозволяють відстежувати зміни властивостей випадкового процесу, пов'язані зі зміною одного стаціонарного процесу іншим на різних ділянках часового ряду. Такий підхід, однак, не дає можливості визначати зміни компонент істотно нестационарного часового ряду.

Впровадження в механізми обробки даних методів вейвлет-аналізу наочно показує їхню здатність комплексно підходити до рішення завдань. Найбільш відомі застосування вейвлет-аналізу для подавлення шуму. Реальні дані часто містять випадючі ділянки; для обробки таких сигналів розроблені адаптивні вейвлет-методи. Висока потреба в якісних алгоритмах частково задоволена розробленими методами швидких перетворень.

Безперервне вейвлет-перетворення (БВП) будується за допомогою безперервних масштабних перетворень і переносів вейвлета $y(t)$ з довільними значеннями масштабного коефіцієнта a і параметра зсуву b [2]:

$$W(a,b) = |a|^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt, \quad (1)$$

де символ $*$ позначає операцію комплексного сполучення.

Результатом виконання вейвлет-перетворення передбачається одержати образ у вигляді вектора властивостей, що відповідає поточному стану технологічного процесу. Методи вейвлет-аналізу можливо застосувати до даних різної природи. Це можуть бути, наприклад, одновимірні функції або двовимірні зображення.

Для класифікації системи можна скористатися обчисленням кореляційної розмірності або одержати показник Херста. Кореляційна розмірність D_c , заснована на обчисленні кореляційного інтеграла, є важливою кількісною характеристикою атрактора, що несе інформацію про ступінь складності поведінки динамічної системи.

Для дослідження показників часового ряду були визначені фрактальна розмірність і показник Херста. Основною характеристикою фрактального об'єкта є фрактальна розмірність. Є кілька методів визначення фрактальної розмірності для часового ряду. Перший - це класичний клітинний метод, коли графік накривають серією сіток і визначають фрактальну розмірність точно так само, як і для геометричних фракталів. Другий метод для дослідження фрактальних часових рядів був запропонований Бенуа Мандельбротом і базується на дослідженнях проведених англійським дослідником Херстом і називається R/S методом [3]. Він побудований на аналізі розмаху параметра (найбільшим і найменшим значенням на досліджуваному відрізку) і середньоквадратичного відхилення. І третім є метод, заснований на зміні довжини кривої залежно від масштабу. Якщо крива близька до фрактальної, то зі зменшенням масштабу довжина кривої буде зростати ступеневим чином.

Здійснено дослідження часових рядів цукрового виробництва на основі вейвлетних та фрактальних методів аналізу сигналів. Розроблена система керування складним технологічним комплексом з використанням вейвлетів, а також фрактального аналізу кореляційної розмірності, показника Херста.

Використання методів вейвлетного та фрактального аналізу технологічних процесів дозволяє встановити нові фактори впливу на поведінку складних технологічних комплексів, що приведе до підвищення ефективності їх функціонування.

Література

1. Mallat S. Singularity detection and processing with wavelets / S. Mallat, W.L. Hwang // IEEE Trans. Info Theory. — 2002. — V. 38, № 2. — P. 617 — 642.
2. Малла, С. Вэйвлеты в обработке сигналов / С. Малла. — М.: Мир, 2005. — 671с.
3. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика / Э. Сигел. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. — 1056 с.