

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И
СПОРТА УКРАИНЫ**

**ОДЕССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



**IV ВСЕУКРАИНСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
АВТОМАТИЗАЦИЯ – 2011**

Сборник докладов

Одесса,
12 – 14 октября, 2011

ВИЯВЛЕННЯ ФЛІКЕР-ШУМУ В ДИНАМІЧНИХ ЗМІННИХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ ДЕФЕКОСАТУРАЦІЇ

Надано результати дослідження динамічних даних технологічного процесу дефекосатурації як складної системи. За результатами дослідження зроблено висновки про можливість виявлення флікер-шуму системи для якісної оцінки її внутрішньої структури та змін у структурі. Запропоновано методику дослідження та аналізу даних.

Постановка задачі. Дослідження можливості виявлення флікер-шуму та аналізу структурної організації досліджуваної складної системи відділення сокоочищення цукрового заводу.

Лабораторний аналіз якості очищення дифузійного соку, який широко використовують на цукрових заводах, потребує необхідного обладнання та персоналу, крім того, такий спосіб не дає оперативної інформації і носить, як правило, періодичний характер з дискретністю 1-2 години. Особливо важливим є аспект виявлення ситуаційних змінювань з метою організації керуючих дій превентивного характеру для забезпечення високої якості цукру.

Вищезазначене вимагає розробки та обґрунтування нових методів дослідження внутрішньої структури системи, одним із яких є дослідження якісних показників систем за рівнем флікер-шуму [1, 2], спектральна густина якого $S(f)$, як відомо, обернено пропорційна до частоти f : $S(f) \sim 1/f$.

В сучасних дослідженнях за рівнями флікер-шуму (ФШ) прогнозують якісні показники різних електронних компонентів [1]. Першопричиною використання ФШ є помічена його залежність від внутрішньої структури об'єкта, або системи [2, 3].

Виконані дослідження.

Флікер-шум реєструють не тільки в електронних системах. Спектр виду $1/f^\alpha$, де $0,5 \leq \alpha \leq 1,5$, реєструють у радіотехнічних пристроях, у біологічних системах та у геофізичних процесах [3–4].

Нами досліджувались часові ряди основних технологічних змінних процесу дефекосатурації: рН дефекованого соку, рН першої та другої сатурації, витрата дифузійного соку та вапнякового молока, вміст CO_2 сатураційного газу та ряд інших. Зміни $S(t)$ подані як флуктуації навколо деякого середнього значення часових рядів технологічних параметрів (рис. 1).

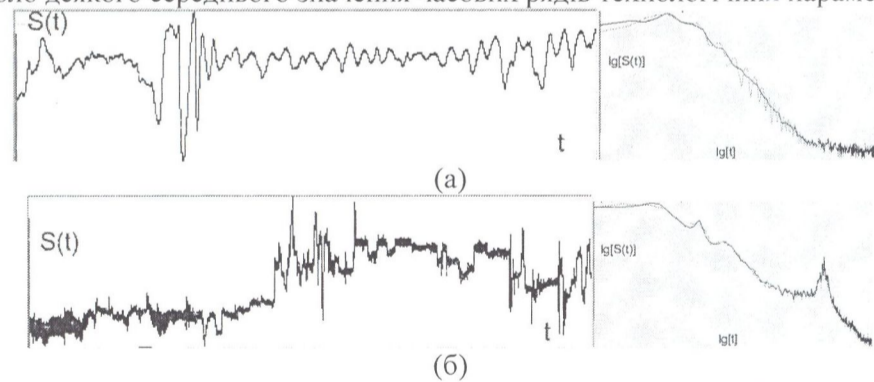


Рис. 1. Зміна значень $S(t)$ та спектри потужності для величини рН - (а) і витрати дифузійного соку - (б)

У [2] розглянуто використання хаотичних серій динамічних змінних різноманітної сутності та природи і подано переважно у вигляді часових рядів або просторових рядів і карт. Аналіз часової еволюції технологічних процесів очистки дифузійного соку для виявлення кардинальних змінювань проблемного характеру проводили згідно із методологією флікер-шумової спектроскопії, яка дозволяє виявити в хаотичних часових рядах послідовності різних нерегулярностей (сплески, стрибки, злами похідних різних порядків), за якими встановлюються передвісники нештатних ситуацій в об'єктах керування. Інформацію про процеси пропонується встановлювати за спектром потужності, який визначається на основі експериментальних значень часових рядів [2]:

$$S(f) = \frac{S(0)}{1 + (2\pi f T_0)^n}, \quad (1)$$

де $S(0)$, T_0 і n – феноменологічні параметри (“паспортні параметри”), за допомогою яких розрізняють досліджувані складні структури або динаміку досліджуваної еволюції відкритих дисипативних систем.

Параметр n характеризує швидкість “втрати пам’яті” (кореляційних зв’язків) у послідовності сплесків на часових інтервалах; параметр T_0 має зміст часу кореляції; $S(0)$ – спектральна густина на середніх частотах.

Так, при $n = 4$ у досліджуваній системі відбувається турбулентна дифузія; при $n = 5/3$ – повністю розвинута турбулентність і т.д. [2]. Порівняння значень “паспортних параметрів”, отриманих під час аналізу часових рядів, з їхніми значеннями, визначеними для окремих випадків, дає можливість якісно відобразити характер тих складних процесів, які зумовлюють досліджувану еволюцію.

У [3] наведено результати комп’ютерного моделювання хаотичного руху елементарних частинок і на підставі аналізу їхніх спектрів стверджується, що для формування фліккер-складової спектра шумів визначальною є внутрішня структура досліджуваної системи. У [4] обґрунтовується гіпотеза виникнення фліккер-складової спектра шумів у системах, що перебувають у нерівноважному стані і наведено емпіричний вираз для спектральної густини шумів у нерівноважних ізольованих системах:

$$S(f) \sim \frac{ae^{f\tau}}{e^{f\tau} - 1}, \quad (2)$$

де a – значення спектральної густини в області середніх частот; τ – час релаксації системи.

На відміну від (1), вираз (2) дає змогу за експериментально визначеним спектром $S(f)$ однозначно визначити час релаксації системи τ . Очевидно, що τ є структурно чутливою величиною і за значенням τ та його зміною можна зробити висновки про особливості внутрішньої структури досліджуваної системи та її зміну.

Висновки. Визначивши час релаксації системи τ , який можна визначити із (2) за відомою спектральною густиною $S(f)$ зміни в часі досліджуваного параметра динамічної системи $S(t)$ (рис.1), та зміну часу релаксації, можна зробити висновки про внутрішню структуру системи та її еволюцію. Виконані дослідження динамічних даних технологічних змінних процесу дефекосатурації підтвердили, що шуми типу $1/f$ є структурно чутливими шумами: рівень фліккер-шуму залежить від початкової стаціонарності параметру. Чим менша амплітуда і частота зміни параметра, тим меншим є рівень фліккер-шуму, і навпаки, зі збільшенням амплітуди та частоти зміни параметра рівень фліккер-шуму зростає. Отже, вимірний фліккер-шум може бути використаний для оцінки змін, що відбулися у внутрішній структурі системи. Оцінка значущості релаксації системи τ також не є великою проблемою й має цілком певний фізичний зміст. Таким чином, універсальність критерію і відносна простота оцінки його значущості дозволяють зробити висновок про те, що сплески варіацій можуть розглядатися як універсальна прогнозна ознака зміни стану досліджуваної системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жигальский Г.П. Неравновесный $1/f$ -шум в проводящих пленках и контактах [Текст] // Успехи физических наук, т.173, №5, 2003 г., с.465-490.
2. Тимашев С.Ф. Фликкер-шумовая спектроскопия в анализе хаотических потоков в распределенных динамических диссипативных системах [Текст] // Журнал физической химии, 2001, т. 75, №10. с.1900-1908.
3. Колодій З., Стадник Б., Бардила Т., Саноцький Ю., Колодій А. Флуктуації та їх комп’ютерне моделювання [Текст] // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Вимірювальна техніка та метрологія”, 2005, випуск 65. – С.11–19.
4. Колодій З.О. Спектр флуктуацій при моделюванні хаотичного руху в об’єктах, які перебувають у нерівноважному стані [Текст] // Журнал фізичних досліджень, т.9, №2, 2005. – С. 103–111.