

YURIY FEDKOVYCH CHERNIVTSI NATIONAL UNIVERSITY

in cooperation with

Ministry of Education and Science of Ukraine

National Academy of Sciences of Ukraine

Institute of Cybernetics NAS Ukraine

Taras Shevchenko National University of Kyiv

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

**Proceedings of the Third International Conference on**

**«INFORMATICS AND COMPUTER  
TECHNICS PROBLEMS»**

**(PICT – 2014)**

**27 – 30 May, 2014 Chernivtsi, UKRAINE**

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Національний технічний університет України «КПІ»  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»  
(ПІКТ – 2014)**

**Праці ІІІ-ї Міжнародної науково-практичної конференції**

**«ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ»  
(ПИКТ – 2014)**

**Труды ІІІ-ей Международной научно-практической конференции**

**Proceedings of the Third International Conference on  
«INFORMATICS AND COMPUTER TECHNICS PROBLEMS»  
(PICT – 2014)**

**ЧЕРНІВЦІ  
27 – 30 ТРАВНЯ, 2014**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ ВАРОЧНОГО ВІДДІЛЕННЯ ПИВЗАВОДУ МЕТОДАМИ ВЕЙВЛЕТ- ПЕРЕТВОРЕННЯ**

*Проведені дослідження і порівняння методів перетворення Фур'є і вейвлет-перетворення для аналізу часових рядів технологічного процесу. Встановлені особливості поведінки технологічних процесів приготування пивного суслу дозволили синтезувати системи управління варочним відділенням пивзаводу.*

Передбачення якісних показників готової продукції і затрати на її виробництво є ключовими питаннями для автоматизації будь-якого заводу. Не виключенням є і пивзавод. Для проведення оцінки таких показників функціонування варочного відділення можна використовувати перетворення Фур'є. Даний метод базується на простих розрахунках. В результаті застосування методу Фур'є, ми отримуємо амплітудно-частотний спектр, згідно із яким визначаємо наявність деякої частоти у вихідному сигналі. Такий метод ефективний, коли нам не потрібно ідентифікувати часовий інтервал. Коли ця необхідність постає, використання даного методу не актуальне. Також перетворення Фур'є не використовується, коли необхідно дослідити ділянки з стрибками сигналів, отримати інформацію про переважаючий розподіл частот у часі, дослідити сигнали, що додаються та інше.

Дослідження показали, що в часових рядах варочного відділення пивзаводу існують суттєві нерегулярності, такі як: похідні різного порядку, стрибки, спади, злами. Часто зустрічаються ділянки хаотичного та стохастичного характеру. В результаті вищенаведеного, виникає ряд незручностей при дослідженні часових рядів. Ці незручності пов'язані з визначенням моменту виникнення циклів, їх протяжності, передбачення виникнення нештатних ситуацій, труднощі пов'язані з керуванням об'єктом при зміні атракторів.

Для вирішення цих проблем пропонується застосовувати вейвлет-перетворення. Математичний апарат вейвлет-аналізу подібний до перетворення Фур'є. Однією і основною відмінністю є використання нового базису для розкладання сигналів. Її називають вейветна функція.

В порівнянні з перетворенням Фур'є, вейвлет-аналіз дає можливість виявляти флуктуації в частотній і одночасно в часовій області, дозволяє дати оцінку особливостям часового ряду, які є непередбачуваними і разовими [1].

Отже, вейвлет-перетворення є більш інформативними, ніж перетворення Фур'є, і дає змогу визначити локальні закономірності технологічного процесу об'єкта керування.

Поняття «вейвлет» в перекладі означає коротка хвиля. Вейвлет- це узагальнена назва цілого класу математичних функцій певного розміру. Ці функції отримують із однієї базової шляхом зсувів і розтягувань в часі. Вейвлет-перетворення аналізує і розглядає часові функції, що локалізовані за часом і частотою. Зазвичай, вейвлет- перетворення поділяють на дискретні і неперервні.

Вейвлет-аналіз являє собою особливий тип лінійного перетворення сигналу і фізичних даних. База власних функцій, за якими проводиться розкладання сигналу, має специфічні особливості і можливості. Вейвлет- перетворення дозволяють сконцентрувати увагу на тих чи інших локальних особливостях технологічних процесів, що аналізуються, які не можуть бути виявлені з допомогою традиційних перетворень Лапласа і Фур'є.

Вейвлет має вигляд коротких хвильових пакетів з середнім значенням нуль, що локалізовано по осі незалежних змінних. За локалізацією по часовому і частотному уявлені вейвлет займає проміжне положення між гармонійними функціями, що локалізовані за частотою і функцією Дірака, що локалізоване за часом.

Теорія вейвлет- перетворення не є фундаментальною фізичною теорією, але дає зручний і

ефективний засіб для вирішення багатьох практичних задач [2].

Базовими функціями вейвлет-аналізу можуть бути різні функції із компактними носіями – модульовані імпульсами синусоїди, функції із стрибками рівня. Ці функції забезпечують аналіз і відображення сигналів з локальними особливостями, наприклад стрибками, розривами, різкими перепадами.

Розрахунок вейвлет коефіцієнтів виконується за формулами:

$$C(a, b) = \sqrt{a} \int_{-\infty}^{+\infty} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) f(t) dt$$

де  $f(t)$  – функція, що досліджується;  $\psi$  – вейвлет-функція;  $a, b$  – коефіцієнти вейвлет-функції.

Вейвлетний масштабно-часовий спектр  $C(a, b)$  складається із двох складових частин.  $a$  – масштабу вейвлета, що вимірюється в одиницях обернених частоті та  $b$  – часового зміщення вейвлета за сигналом, що вимірюється в одиницях часу. Слід врахувати, що параметри можуть приймати всі значення в області вимірювання.

Неперервне вейвлет перетворення  $f(t) \in L^2(R)$ , використовуємо для якісного частотно-часового аналізу [3]. Це відповідає перетворенню Фур'є із зміною гармонійного базису  $\exp(-j\omega t)$  на вейвлетний  $\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ :

$$\tilde{N}(a, b) = \langle f(t), \psi_{ab}(t) \rangle = \left(\frac{1}{\sqrt{|a|}}\right) \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

де, коефіцієнти  $C(a, b)$  – проекції сигналу на вейвлетний базис,  $(a, b) \in R, a \neq 0$ .

#### Висновок

Проведено дослідження часових рядів витрати та густини затору, показників температури заторних та варочних котлів методами перетворення Фур'є та вейвлет аналізу. Порівняння цих методів дало змогу визначити, що перетворення Фур'є та вейвлет-аналіз дають точні результати дослідження часових рядів. Але в інформативності метод вейвлет-перетворення суттєво виграє. На відміну від перетворення Фур'є дозволяє виявити надтонкі локальні особливості досліджуваних часових рядів та відслідковувати його динамічну поведінку.

При детальному дослідженні чітко видно підняття і спад параметрів з певно періодичністю. Вейвлет-аналіз також дає точніші данні про динаміку зміни параметрів технологічного процесу.

#### ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Новиков Л.В. Основы вейвлет-анализа сигналов: Учебное пособие [Текст] Л.В. Новиков // СПб.: ИАНПРАН, 1999. – 152 с.
2. Дьяков В.А. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник [Текст] В.А. Дьяков, И.В. Абраменкова // СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
3. Левкович-Маслюк Л.П. Введение в вейвлет-анализ: Учебный курс [Текст] Л.П. Левкович-Маслюк, А.В. Переберин // М.: ГрафиКон'99, 1999. – 208 с.