

УДК 621.317.31: 51-74

Лутчин Т.М., аспірант

ВИЯВЛЕННЯ ВІДХИЛЕНЬ РІВНІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВЕЙВЛЕТ – ПЕРЕТВОРЕНЬ

У даній статті розглядається використання вейвлет – перетворень в енергетиці та наводиться спосіб застосування реагування вибірки вейвлет – коефіцієнтів на зміну вхідних даних.

В данной статье рассматривается использование вейвлет - превращений в энергетике и приводится способ применения реагирования выборки вейвлет - коэффициентов на изменение входных данных.

This article discusses the use of wavelet - transformations in the energy sector and provides a way of responding sample wavelet - coefficients on the change of input data.

Вступ. З розвитком технологій обробки вимірювальної інформації відстежується тенденція до екстенсивного зростання показників, необхідних для створення більш чітких у конструктивній побудові баз даних. З передового досвіду відомо, що використання вейвлет – перетворення дає можливість трансформувати реальні графіки електричних навантажень (ГЕН) у вигляд зручніший для застосування класичних методів обробки інформації. Використанням перетворених значень дозволяє вирішувати не тільки важливі, але і складні завдання, пов'язані з необхідністю проведення оптимальної класифікації і систематизації даних [1, 2]. Багатоцільове використання перетворених значень ефективно тільки у тому випадку, якщо опрацьовану інформацію можна отримати з мінімальними інформативними втратами і з оптимальною точністю відновлення [3].

Аналіз досліджень і публікацій. У зв'язку з необхідністю обробки вибірок та баз даних за останні десятиліття найбільшу увагу приділялось проблемам передачі і відновлення сигналів [4]. Оскільки в Україні існує значна потреба обліку, передачі і зберігання даних, які відповідають за якість електроенергії, тому об'єм баз даних різко збільшився (у середньому у 5 разів). Також слід зазначити, що вимірювальні значення приладами обліку піддаються неодноразовому резервуванню (2 – 3 рази). У результаті з'являється попит на створення нових методик обробки інформації, які не тільки знижують перевантаженість ліній зв'язку або нівелюють потребу їх заміни, але і збільшують контрольованість перетоків інформації. Таким чином, можна досягти значного додатного економічного ефекту від запропонованих заходів за рахунок можливості раціонального

використання ліній зв'язку. Тобто, або провести оцінку вільних активів і, у міру вірогідності, довантажити канали передачі інформації, або у разі відсутності такої можливості використовувати існуючі канали, але при цьому стискати початкову інформацію [5].

Як відомо, у електроенергетиці почали застосувати вейвлет – аналіз до вимірюваних сигналів. Їх використання має своє відображення практично у всіх галузевих напрямках енергетики. Це підтверджується чисельними дослідженнями, кількість яких з кожним днем збільшується [6]. Зручність реалізації подібних алгоритмів пояснюється високою адаптивністю і результативністю у порівнянні з класичними статистичними методами обробки даних. Кратномасштабний аналіз, вейвлети Добеші та Мейєра – лише невеликий перелік з найбільш поширених методик аналізу вимірювальних сигналів. Для електроенергетики в якості таких сигналів можуть виступати: рівні енергоспоживання, показники якості електроенергії, на основі яких створюють бази даних для подальшого аналізу.

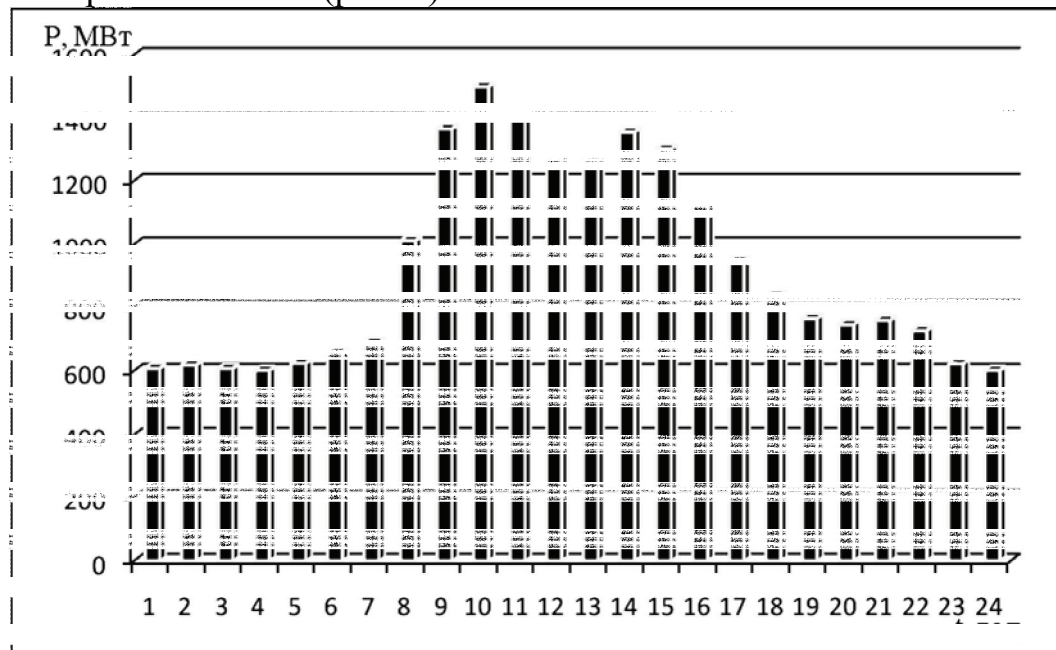
У даний час вейвлет – перетворення отримали широке застосування для аналізу нестационарних інформаційних сигналів. Доцільність його використання в електроенергетиці обумовлюється тим, що ГЕН мають аперіодичний і нелінійний характер. Вейвлет – аналіз – особливий тип лінійного перетворення інформаційних сигналів і відображення цими сигналами фізичних даних про процеси і фізичні властивості природних середовищ і об'єктів, тому даний метод може бути успішно використаний для математичної обробки необхідних сигналів. З його допомогою можна не тільки виявити характерні частоти сигналу, але і отримати відомості про певні локальні координати, при яких проявляються ці частоти [7].

Постановка завдання. Перед тим, як обрати метод вейвлет – аналізу слід відповісти на питання вирішення одно або багатоцільової задачі. Якщо це другий випадок, то необхідно підібрати спосіб, який дозволить комплексно вирішити проблему. Не дивлячись на різноманітність існуючих методик вейвлет – перетворення, більшість з них призначена для досягнення точного одно цільового рішення. Тобто, при вирішенні декількох завдань використовувати доводиться відразу ряд методів або перепрограмувати деякі етапи алгоритму.

Ця стаття присвячена розширенню галузей використання та меж застосування способів інформаційної обробки. Для вирішення багато критерійних завдань слід спочатку брати до уваги методи, які відзначаються інформативністю результуючих вейвлет – коефіцієнтів. Існуючий алгоритм кратномасштабного аналізу дозволяє отримати на останньому кроці таку ж кількість перетворених коефіцієнтів, як і початкова вибірка даних. Це означає що, при необхідності дослідження добових ГЕН, формується вибірка з 24 значень рівня споживання і 8 допоміжних нульових значень з метою створення повної вибірки, що

складається з 32 значень ($m = 5$). За рахунок початково заданих нульових значень результуюча вибірка вейвлет – коефіцієнтів спрощується до 24 визначених значень. При цьому точність відновлення даних не втрачається, що є наслідком наявності взаємозв'язку між перетвореними коефіцієнтами.

Окремо варто виділити ще одну особливість вейвлет – коефіцієнтів – рівномірна реакція вибірки на зміну вхідних даних. Для прикладу розглянемо реальний ГЕН (рис. 1).



Рисунк 1. Сумарний ГЕН машинобудівної промисловості України

При відомих значеннях коефіцієнтів попереднього рівня наступний рівень може виконуватися безпосередньо по них з врахуванням нормуючого множника. В загальному виді [7]:

$$c_{m-1,n} = \frac{c_{m,2n} + c_{m,2n+1}}{\sqrt{2}}. \quad (1)$$

Крім апроксимуючих коефіцієнтів можуть бути виділені також деталізуючи коефіцієнти [wave]:

$$d_{m-1,n} = \frac{c_{m,2n} - c_{m,2n+1}}{\sqrt{2}}. \quad (2)$$

У межах кожного кроку розкладу m з апроксимуючих та деталізуючих коефіцієнтів формується послідовність вейвлет – коефіцієнтів $k_{m,n}$.

Згідно вищенаведеного алгоритму (1 – 2) проведемо вейвлет – перетворення реального сумарного ГЕН, представленого на рис. 1. Вейвлет – коефіцієнти останнього кроку перетворення носять досить нерівномірний характер (рис. 2).

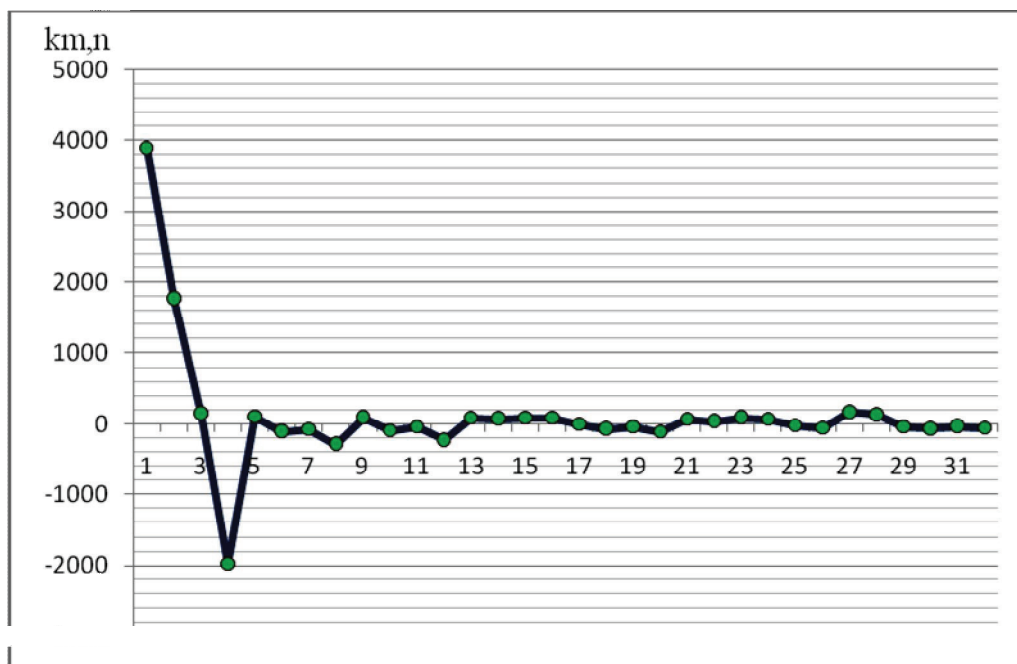


Рисунок 2 . Вейвлет – перетворений реальний сумарний ГЕН машинобудівної промисловості України

Результати досліджень показали, що при відхиленні одного реального значення від раніше вейвлет – перетвореної вибірки значень призведе до пропорційного зростання значень всіх вейвлет – коефіцієнтів на це значення з урахуванням нормуючого множника. Тобто згідно реального ГЕН, наведеного на рисунку 1, протягом 7-ої години було спожито 690,53 МВт електроенергії. Припустимо, що рівень енергоспоживання різко зріс на 320 МВт, тоді всі повторно перераховані вейвлет – коефіцієнти зростуть на:

$$\frac{320}{2^2} = 56 \hat{A} \hat{d}. \quad (3)$$

Цю особливість можна використовувати для великих підприємств та енергогенеруючих компаній, графіки енергоспоживання та енерговиробництва відповідно яких формуються попередньо. На основі заданого графіка розраховуються вейвлет – коефіцієнти. При роботі у режимі реального часу пропорційні відхилення всіх вейвлет – коефіцієнтів від попередньо розрахованих значень буде сигналізувати про невідповідність роботи з запланованим графіком.

Також можна встановити граничні значення (наприклад, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ і т.д.), при перевищенні яких буде спрацьовувати сигналізування системи контролю рівня електроспоживання. Формування графіків обмеження споживання електричної енергії проводиться з метою запобігання порушення режиму роботи Об'єднаної енергетичної системи України або її окремих енергорайонів внаслідок дефіциту потужності та електроенергії, зниження частоти, порушення режиму допустимих

перетоки і перевантаження мережних елементів, зниження напруги в контрольних точках енергосистеми до аварійного рівня [8]. Згідно умов договору між енергопостачальною компанією та споживачем при перевищенні заявлених значень електроспоживання у пікових зонах, до останнього учасника договору застосовують штрафні санкції у вигляді фінансових стягнень. Тому використання вейвлет – перетворень важливе для споживача електричної енергії для вчасного інформування про відхилення реального від заявленого ГЕН.

Висновки. У результаті аналізу властивостей вейвлет – перетворення досліджено реагування вибірки вейвлет – коефіцієнтів, утвореної зі значень ГЕН, на зміну вхідних даних. Пропонується розширити використання вейвлет – коефіцієнтів в енергетиці для сигналізуванню про відхилення реальних від заявлених рівнів електроспоживання.

Використані джерела інформації:

1. Фокин Ю. А. Вероятностно - статистические методы в расчетах систем электроснабжения / Ю. А. Фокин. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
2. Волошко А. В. Статистическая кластеризация информационных сигналов на основе вейвлет – преобразования/ А. В. Волошко, Т. Н. Лутчин / Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2009. – №1. – С. 80 – 86.
3. Петров А. П. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований: Учебное пособие/ А. П. Петров/ Курган: Изд - во Курганского гос. Ун – та. - 1998. – 85 с.
4. Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник/ И. Гайдышев. – СПб: Питер. – 2001. – 752 с.
5. Кендалл М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды/ М. Дж. Кендалл, А. Стьюарт. - М.: Наука. – 1976. – 237 с.
6. Шорников Ю. В. Компьютерное моделирование бинарной системы специализированными средствами/ Шорников Ю. В. - Научный вестник НГТУ. – 2004. - № 3 (18). - С. 31 - 42.
7. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам/ И. Добеши. – Регулярная и хаотическая динамика. – 2001. – 464 с.
8. Наказ про затвердження Інструкції про складання застосування графіків обмеження та аварійного відключення споживачів, а також противарійних систем зниження електроспоживання від 23.11.2006 N 456, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 19 лютого 2007 р. за N 151/13418 - zakon.rada.gov.ua