

Збірник матеріалів конференції. - Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2000 - 343 с.

3. "Використання персональних ЕОМ у навчальному процесі вищих та середніх закладів", п'ята всеукраїнська науково-методична конференція, 2-3 червня, 1998. Збірник матеріалів конференції. - Львів: ЛДУ - Львів, 1998 - 130 с.

4. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века. (В поисках практико-ориентированных образовательных концепций) - М.: Изд-во "Совершенство", 1998. - 608 с.

5. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. - М.: Народное образование, 1998. - 256 с.

УДК 550.386:681.3

## ВИЯВЛЕННЯ ТА ВРАХУВАННЯ ЗСУВНИХ ДЕФЕКТІВ У ЧАСОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЯХ

© \*Юрій Городиський, \*\*Євген Струк, \*Тамара Климович

\* Карпатське відділення Інституту геофізики НАН України, м.Львів, вул. Наукова 3-б.

\*\* НУ "Львівська Політехніка", м.Львів, вул. С.Бандери, 12.

*До найхарактерніших дефектів часових рядів, які бажано ідентифікувати і видалити на першому етапі обробки цих рядів, належать високі і зсувні дефекти. Запропоновано статистичний метод виявлення, ідентифікації та врахування зсувних дефектів, форма, тривалість та величина яких можуть бути довільними.*

*The most typical defects of time series, which must be identified and eliminated during the initial analysis are jump- and shift-like defects. The statistical method of arbitrary shape, duration and amplitude shift-like defects identification and elimination is proposed. The method is constructed on the base of  $t$ -distribution and described in algorithmical sequence.*

Характерними дефектами неперервних часових рядів геомагнітних спостережень, як показує досвід, є збурення і зсуви. Збурення – це випадкового характеру високі, ніяк не корельовані з геодинамічними процесами, для вивчення яких проводяться неперервні спостереження геомагнітного поля. Один з методів ідентифікації і відсортування збурень з часового ряду розглянутий нами в роботі [1]. Під зсувом будемо розуміти зміщення рівня часового ряду. Такі зміщення в геомагнітних не-

перервних спостереженнях можуть викликатись особливостями апаратури (наприклад, її чутливістю до помітних температурних змін), техногенними причинами, а також природними явищами, часовий і просторовий масштаб яких помітно менший від масштабів явищ, викликаних процесами з джерелами в ядрі і мантії Землі. Тому зрозуміло, що зсуви можуть мати різну тривалість від різкого скачка між двома послідовними вимірами до відносно повільного зміщення рівня. Очевидно також, що і величина та форма зсувів можуть бути дуже різноманітними.

Для дослідження геодинамічних процесів в корі і верхній мантії великий інтерес становить задача розділення зсувів за їх походженням, однак її розв'язання передбачає деякі апіорні відомості про природу процесів, що їх спричинюють і тут розглядатись не буде. В даній роботі зосередимо увагу лише на задачі ідентифікації зсувів і наступному вирівнюванню часових рядів.

З отриманого в неперервному режимі часового ряду  $T$  послідовно вибирається відрізок  $L$ , що містить  $N$  даних. На першому етапі аналізу відрізка  $L$  позбуваємося трендової складової, якщо вона присутня [2]. Отриманий ряд переглядаємо вікном  $w$ , що містить  $n$  точок, зі зміщенням вікна на одну точку. Для кожної позиції вікна знаходимо ширину  $W$  вибірки, яку воно накриває:

$$W_i = T_{max} - T_{min}, \quad T_{max}, T_{min} \in T_j; j = i, \dots, i + n; i = 1, \dots, N - n. \quad (1)$$

Розміщуємо величини  $W_i$  в порядку зростання, отриманий впорядкований ряд позначимо  $rW_i$ .

Якщо на відріжку  $L$  часового ряду є хоча б один зсув, то значення  $W_i$ , які йому відповідають, перебуватимуть, очевидно, в кінці ряду  $rW_i$ . Тому на цьому етапі відбувається перевірка гіпотези  $H_0$  про належність останнього елемента ряду  $rW_i$  і певної кількості перших його елементів (наприклад, першої чверті чи третини) до однієї і тієї ж генеральної сукупності. Цю гіпотезу перевіряємо за допомогою  $t$ -розподілу [3]. А саме, гіпотеза  $H_0$  приймається на рівні значимості  $p$ , якщо

$$\frac{|x - \bar{x}|}{s} \leq \tau_{1-p}, \quad (2)$$

де  $x$  – максимальне значення ряду  $rW_i$ ,  $\bar{x}$  – середнє підвибірки, що містить  $x$  і взятую кількість перших елементів цього ряду,  $s$  – середньоквадратичне відхилення цієї підвибірки,  $\tau_{1-p}$  – критерій табульований [3] і залежить тільки від об'єму нашої підвибірки.

Якщо гіпотеза  $H_0$  приймається, то на аналізованому проміжку  $L$  часового ряду зсув виявити не вдалося. Зсуваємо цей проміжок на  $N/2$  точок, після чого повторюємо описану вище процедуру.

Якщо ж  $H_0$  не приймається, то відбувається перевірка наступних умов:

- 1) не перебуває в кінці відрізка  $L$ ;
- 2) не спричинене збуреним значенням в ряді  $T$ .

Якщо ці умови виконуються, то далі йде процедура виявлення країв знайденого зсуву. Ця процедура здійснюється так. Знаходимо на відріжку  $L$  початкового часового ряду  $T$  те місце, якому відповідає вікно з найбільшим значенням  $rW_i$ . Зміщуємо дане

вікно на одну точку вліво і перевіряємо згідно з (2) гіпотезу  $H_0$ . Таке зміщення і перевірку гіпотези  $H_0$  будемо виконувати доти, доки ця гіпотеза не буде виконана. В цьому випадку за початок зсуву приймаємо крайню праву точку вікна  $w$ . Аналогічно, зміщуючи вікно  $w$  від позиції, що відповідає найбільшому значенню  $rW$  вправо, знайдемо кінцеву точку зсуву.

Вирівнювання ряду здійснюємо відніманням від значень ряду, які перебувають після кінцевої точки зсуву оцінкової величини зсуву  $\Delta T$ . Процедура знаходження величини  $\Delta T$  виглядає так. За допомогою алгоритму "Тьюкі 53X" [4] повністю знімаємо можливі незначні тренди з прилеглих до зсуву ділянок часового ряду. Знаходимо середні значення  $t_1$  і  $t_r$  для отриманих детрендованих ділянок зліва і справа від зсуву, відповідно. І за величину  $\Delta T$  приймаємо їх різницю:

$$\Delta T = t_r - t_1 \quad (3)$$

На аналізованому відрізьку  $L$  може виявитись не один, а кілька зсувів. Тому всю розглянуту послідовність операцій від початку повторюємо для того самого відрізьку  $L$ , при умові, що з нього виключені результати, які належать вже ідентифікованому зсуву. Умовою завершення аналізу відрізьку  $L$  на наявність зсувів є виконання гіпотези  $H_0$ . Після цього відбувається зміщення аналізованого відрізьку на  $N/2$  точки.

Повернемось тепер до умов 1) і 2), від виконання яких залежить проведення ідентифікації країв зсуву. Якщо максимальне  $W$  перебуває в кінці відрізьку  $L$ , то ідентифікуємо лише початок можливого зсуву, щоб можна було виключити значення, які йому належать і продовжити процедуру виявлення та врахування інших зсувів, якщо вони є на даному відрізьку. Сам же такий зсув буде повністю ідентифікований під час аналізу наступного відрізьку після зміщення на  $L/2$ .

Для визначення того, що знайдене значення  $rW$  не спричинене одиничним високком, проводиться наступна процедура. У початковому ряді  $T$  знаходимо ту ділянку, якій відповідає максимальне значення  $rW$ . До цієї ділянки додаємо по одній точці ряду  $T$  зліва і справа від неї і отриманий відрізок переглядаємо вікном  $w_{min} = 3$  зі зміщенням на одну точку. Подібно, як описано для методу в цілому, знаходимо ширину  $mW$  кожного такого інтервалу і впорядковуємо отримані  $mW$  в порядку зростання. Кількість значень  $mW$ , очевидно, становить  $m = n - 2$ . Якщо максимальне значення  $rW$  спричинене одиничним високком, то лише три найбільші елементи  $mW$  будуть помітно відрізнитись від усіх перших елементів цього ряду. Тому наближеною умовою того, що найбільший  $rW$  викликаний збуреним значенням є

$$mW_{m-4} \sim mW_1.$$

Для надійної перевірки того, що збурення не є причиною аномальності значення  $rW$ , перевіряємо згідно з критерієм (2) гіпотезу про те, що  $mW_{m-4}$  і всі  $mW_j < mW_{m-4}$ , ( $j = 1, \dots, n-5$ ) належать до однієї і тієї самої генеральної сукупності. В разі відхилення такої гіпотези вважаємо, що причиною аномальності є зсув і переходимо до описаної раніше ідентифікації його крайніх точок.

На завершення зауважимо, що описаний тут і в нашій попередній роботі [1] методи первинного аналізу і виправлення часових рядів стосуються різних типів дефектів. Тому вони ефективно працюватимуть, якщо дефектів іншого типу в ряді не буде, або їх

буде незначна кількість. У випадку, коли на аналізованому відрізку  $L$  зустрінеться каскад зсувів та помітна кількість збурених результатів, описані алгоритми можуть виявитись неефективними. Хоча в практиці геомагнітних спостережень випадки подібного поєднання таких дефектів зустрічаються досить рідко, однак задача розробки сумісного алгоритму ідентифікації та сортування обох типів дефектів має значний практичний і теоретичний інтерес і буде нами розглянута в майбутньому.

1. Ю.М.Городиський, Є.С.Струк, Т.А.Климкович Метод сортування часових рядів з помітною кількістю некондиційних даних. // Вісник ДУ "Львівська політехніка" №392. С.141-145.
2. Дж.Бокс, Г.Дженкінс Аналіз временных рядов. Прогноз и управление. Вып. I., М., Мир, 1974.
3. Е.И.Пустельник Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., Наука, 1968.
4. Р.Отнес, Л.Эноксон Прикладной анализ временных рядов. Основные методы. М., Мир, 1982.

УДК 681.142.37

## НЕЙРОМЕРЕЖА З ФУНКЦІОНАЛЬНИМ РОЗШИРЕННЯМ ВХОДІВ

© Ірина Юрчак

НУ "Львівська політехніка", м. Львів, вул.С. Бандери, 12

*На основі парадигми "Функціонал на множині табличних функцій" реалізована віртуальна нейромережа. Створено програмний продукт штучної нейронної мережі, який можна використовувати при прогнозуванні процесів з різних галузей економіки, енергетики, математики.*

*There is realised virtual neural network that is based on the paradigm "Functional on the table function set". The software of artificial neural network that can be used for the prognose of processes from the differ branches of economic, energetic, mathematic and etc. are builded.*

За останні роки в більшості промислово розвинутих країнах були розгорнуті широкомасштабні національні та міжнародні програми досліджень та розробок, які спрямовані на створення нейрокомп'ютерів – ЕОМ на основі штучних нейронних мереж. Нейрокомп'ютери дозволяють з високою ефективністю вирішувати цілий ряд "інтелектуальних" задач, таких як розпізнавання образів, обробка сигналів, виконання прогнозів, діагностики, оптимізації, асоціативної пам'яті та управління.