

УДК 681.5:504.06

## МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ ВОДИ У РІКАХ ПРИКАРПАТТЯ НА ЗАСАДАХ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

*М. І. Горбійчук, О. Т. Лазорів*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, e-mail [gorb@nung.edu.ua](mailto:gorb@nung.edu.ua)*

Р. Бистриця невелика за довжиною (17км). Вона утворюється від злиття трьох віток-рік: Бистриці Надвірнянської, Бистриці Солотвинської і Ворони, витoki яких знаходяться у Карпатах. Вздовж берегів р. Бистриця ведеться активна господарська діяльність. Як приклад, можна навести м. Надвірну, де провідне місце у його економіці займають видобуток нафти, деревообробна і легка промисловість. В басейні р. Бистриця руслоформуючі паводки характеризуються досить інтенсивними підйомами, що у цілому відповідає режиму Українських Карпат. Такі паводки можуть бути значними і навіть катастрофічними. Тому актуальною проблемою є прогнозування зміни рівня води у р. Бистриця на основі спостережень за паводковою ситуацією і з врахуванням погодних умов.

У 2007 р. на протязі березня – серпня фіксувались погодні умови та рівень води р. Бистриця Надвірнянська біля с. Чернів. Спостереження здійснювались щоденно і реєструвались такі показники як рівень води, середньодобові температура, кількість опадів, швидкість тиску і барометричний тиск.

Аналіз зміни рівня води у р. Бистриця Надвірнянська за вказаний період показує, що має місце гармонічний тренд, тобто математичну модель такої зміни будемо шукати у вигляді

$$\tilde{H}_t = H_t + G(t), \quad (1)$$

де  $\tilde{H}_t$  - поточний рівень води, см;

Складову  $G(t)$  шукали у вигляді гармонічного ряду [1,2] з некрatними частотами

$$G(t) = A_0 + \sum_{j=1}^m (A_j \sin(t\omega_j) + B_j \cos(t\omega_j)), \quad (2)$$

де  $t$  - такти відліку часу,  $t = 1, 2, 3, \dots, N$ ;  $A_0, A_j, B_j$  - параметри гармонічного ряду (2);  $\omega_j = \omega_{j-1} + \Delta\omega_j$  - некрatні частоти,  $j = 1, 2, 3, \dots$ .

Складову  $H_t$  подамо як регресійну модель у вигляді полінома степені  $m$

$$y = \sum_{i=0}^{M-1} a_i \prod_{j=1}^k x_j^{s_{ji}}, \quad (3)$$

де  $M$  - кількість членів полінома;  $a_i$  - коефіцієнти полінома;  $s_{ji}$  - степені аргументів, які повинні задовольняти обмеженню -  $\sum_{j=1}^n s_{ji} \leq m$ . Число членів

$M$  полінома (3) визначають за такою формулою :

$$M = \frac{(m+n)!}{m!n!}. \quad (4)$$

Ділянка ріки, за якою ведеться спостереження, разом зі спостерігачем розглядалась як деяка система, що характеризується сукупністю вхідних величин  $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_k)^T$  і вихідною величиною  $y$  (рис. 1). У нашому випадку –

$$x_1 = T_t, \quad x_2 = f_t, \quad x_3 = f_{t-1}, \quad x_4 = f_{t-2}, \quad x_5 = f_{t-3}, \quad x_6 = v_t, \quad x_7 = p_t, \quad y = H_t.$$

Утворимо упорядковану структуру довжиною  $M$ , в якій на  $i$ -тому місці буде стояти одиниця або нуль в залежності від того чи параметр  $a_i, i = \overline{1, M}$  моделі (3) відмінний від нуля, чи нульовий. Така упорядкована послідовність нулів і одиниць утворює хромосому. Отже, задачу синтезу емпіричної моделі була сформульована таким чином: із початкової популяції хромосом шляхом еволюційного відбору вибрати таку, хромосому, яка забезпечує найкраще значення функції пристосування - мінімальне значення критерію селекції [1].

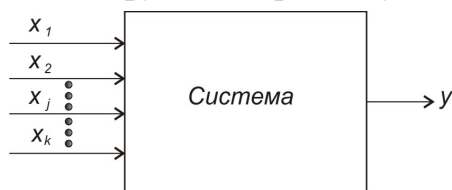


Рисунок 1 – Структурна схема системи «ділянка ріки – спостерігач»

Для розв'язання поставленої задачі був застосований генетичний підхід [2].

На основі розробленого алгоритму була написана програма у середовищі MatLab для побудови математичної моделі залишку, який отримали після вилучення лінійного і гармонічного трендів. Було вибрано  $m = 4$ . З використанням розробленої програми синтезована модель, яка вміщує 177 ненульових і  $330 - 177 = 153$  нульових параметрів  $a_i, i = \overline{0, M - 1}$  полінома (3). Результати роботи програми відтворює рис. 2 де через «o» позначені експериментальні дані, а через «+» - значення  $y$ , які обчислені як вихід синтезованої моделі.

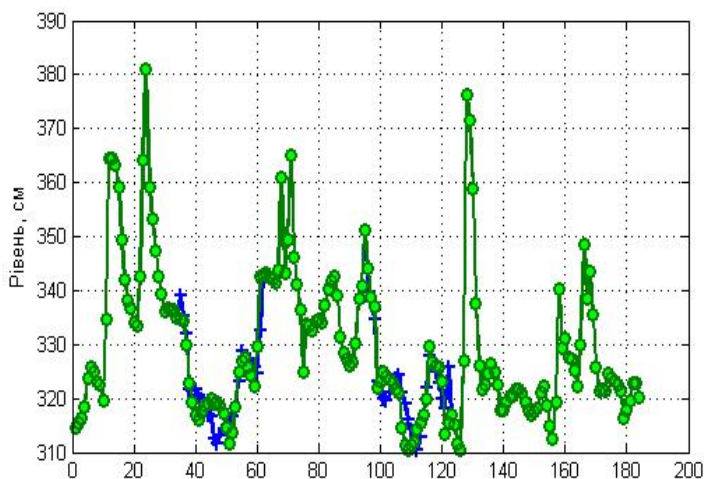


Рисунок 2 – Залежність рівня води у р. Бистриця Надвірнянська від погодних умов

Графік залежності (1) показаний на рис. 2, де «+» позначені обчислені значення за формулами (2) і (3), а значком «o» відмічені експериментальні значення рівня води у р. Бистриця Надвірнянська. Застосування ідей генетичних алгоритмів до побудови математичної моделі зміни рівня води дало можливість отримати адекватну модель і значно зменшити об'єм обчислень. Остання обставина відкриває широкі можливості для побудови складних моделей як фізичних явищ, так і технологічних процесів. тримана модель зміни рівня води у р. Бистриця Надвірнянська у залежності від погодних умов може бути використана при прогнозуванні повеней і є досить актуальною задачею для Прикарпатського регіону.

### Список посилань

1 Горбійчук М. І. Довгострокове прогнозування стоку ріки Дністер / М. І. Горбійчук, О. В. Пендерецький, М. А. Шуфнарович // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2009. - №1 (19). – С. 20 – 23.

2 Горбійчук М. І. Оцінка точності прогнозування зміни станів коливних процесів з некрatними частотами / М. І. Горбійчук, М. А. Шуфнарович, О. Т. Лазорів // Нафтогазова енергетика. – 2014. - №2 (22). – С. 76 – 85.

УДК 004.9:621.317.38

## **АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ КОНТРОЛЮ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДАНОГО ПРОЦЕСУ**

*В. Д. Сенчак*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
(76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, [ksm@nung.edu.ua](mailto:ksm@nung.edu.ua))*

В даний час потреби народного господарства України в електроенергії за рахунок власного виробництва забезпечуються не в повному обсязі. Тому, однією з актуальних проблем є зменшення витрат електроенергії в різних галузях народного господарства України. Значна частка неефективних витрат електроенергії спостерігається в житлово-комунальному господарстві.

За останні десятиліття сфера використання комп'ютерних систем і мереж значно розширилась. Вказаний процес викликаний появою нової елементної бази, яка дозволила створювати компактні та відносно дешеві комп'ютерні системи. Спеціалізовані комп'ютерні мережі дозволяють забезпечити надійну і ефективну роботу датчиків, виконавчих механізмів та їх зв'язок з відповідними контролерами або промисловими комп'ютерами [1,2,3,4,5].

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що в даний час контроль показників електроенергії, з об'єктів, де потужність приєднаних електроустановок не перевищує 150 кВт, в переважній більшості, ведеться як і багато років тому – вручну (один раз на місяць контролери підприємства, яке надає послуги з електропостачання, здійснюють безпосередній обхід лічильників споживачів і знімають з них дані про використану електроенергію).

Застосування автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії дасть можливість одержувати точну інформацію, підвищить ефективність керування енергетикою, зробить можливим отримання реальних балансів електроенергії і потужності, необхідних для оцінювання поточних режимів енергоспоживання, короткострокового і довгострокового прогнозування,