

## ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ КОЕФІЦІЕНТІВ НЕЛІНІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ ПРОГНОЗУЮЧОЇ ФУНКЦІЇ ОБСЯГІВ ДОБОВОГО СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ

Дудніков С. М.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Запропоновано методика щодо визначення кількості коефіцієнтів нелінійної складової прогнозуючої функції, яка інтерпретує зміни обсягів добового споживання енергії.*

**Постанова проблеми.** Використання дробових частин в аргументах нелінійної складової математичної моделі [1], яка інтерпретує характер періодичних добових змін обсягів споживання енергії, забезпечує можливість проведення прогнозних розрахунків та називати таку модель прогнозуючою функцією. Ступінь відхилення загальної нелінійної прогнозуючої функції від реального графіка має велике значення при проектуванні систем енергопостачання. Від величини відхилення залежить ступінь обґрунтування багатьох відомих показників, таких як: оцінка економічного ефекту від впровадження запропонованої системи, потужності енергетичного обладнання та інше. Допустиме відхилення прогнозуючих значень до експериментальних залежить від характеру змін споживання електричної енергії і відповідно від кількості нелінійних складових функцій, методика обґрунтування множини яких невідома.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Прогнозуючу функцію [1] процесу споживання обсягів енергії  $W(t)$  протягом заданого проміжку часу тривалості  $T$  (для доби  $T=24$  години) представимо для зручності роз'яснення в спрощеному вигляді:

$$W(t) = W_0 + W_1 \frac{t}{T} + W_2(t) + \varepsilon^*(t), \quad (1)$$

де  $W_0$  - початкове ("опорне") значення обсягу спожитої енергії,  $\kappa\text{Вт}\cdot\text{год}$ ;

$W_1$  - постійна добових обсягів електричної енергії  $W_1 = W(T) - W(0)$ , де  $W(0)$  і  $W(T)$  відповідно початкові і кінцеві покази лічильників добового споживання енергії,  $\kappa\text{Вт}\cdot\text{год}$ ;

$t$  - поточний час,  $\text{год}$ . ( $0 \leq t \leq T$ );

$T$  - підсумковий час, для доби  $T=24$   $\text{год}$ .;

$\varepsilon^*(t)$  - випадкова складова обумовлена впливом численних неврахованих обсягів енергії,  $\kappa\text{Вт}\cdot\text{год}$ ;

$W_2(t)$  - нелінійна складова обсягу споживання енергії:

$$W_2(t) = W_2 \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) + W_3 \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + \dots + W_{n+1} \sin\left(\frac{n\pi t}{T}\right), \quad (2)$$

де  $n$  - порядок полінома, величини яких залежать від частоти змін максимумів навантаження на протязі доби,  $n = 1, 2, \dots, y.o.$ ;

$\pi$  - постійна циклічної зміни,  $\pi=3,14$   $y.o.$

Кількість коефіцієнтів нелінійної складової  $W_2 \dots W_n$  залежить від допустимої величини похибки наближення до графіка діючого споживача. Чим більше прийняти до обробки кількість коефіцієнтів - тим менша величина похибки. Фактично кількість коефіцієнтів нелінійної складової  $W_2 \dots W_n$  визначимо крапковим методом найменших квадратів [2] в функції зміни кількості коефіцієнтів нелінійної складової від  $1$  до  $n$ :

$$S(W_n) = \sum_{i=0}^{W_n-1} (\delta_i - \delta_{i+1})^2 \quad (3)$$

де  $\delta_i$  - середньоквадратичне відхилення споживання енергії, обсяги якої визначені за експериментальними даними ( $W_i$ ) та з використанням розв'язку рівняння (1) ( $W_m$ ) з  $i$  - ою кількістю коефіцієнтів нелінійної складової:

$$\delta = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (W_i - W_m)^2}}{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=0}^N W_i} \quad (4)$$

де  $N$  - кількість показників лічильника за термін часу,  $N=24$   $v.o.$

**Мета статі** - теоретичне обґрунтування кількості коефіцієнтів нелінійної складової прогнозної функції змін обсягів добового споживання енергії на прикладі споживачів електричної енергії АПК.

**Основні матеріали дослідження.** Визначимо кількість коефіцієнтів нелінійної складової  $S(w_n)$  рівняння (1) для графіків електроспоживання зимового сезону ДПДГ "Гонтарівка" (а) та виробничих споживачів АПК (б) в системі MATCAD з використанням функції Linfit. При використанні системи присвоємо значення:

-  $j$  - кількість коефіцієнтів нелінійної складової:  $j = (1 \dots n)$ , де  $n = 6$ ; при цьому величина кількості коефіцієнтів нелінійної складової  $n$  для дослідження приймається в інтерактивному режимі роботи з персональним комп'ютером до моменту прийняття функцією стійкого характеру;

-  $\delta_i$  - зміна середньоквадратичних відхилень графіків споживання електричної енергії споживачами АПК і рівняння (1), яке характеризує зміни їх навантажень, в залежності від кількості коефіцієнтів нелінійної складової  $i$ ;

-  $y$  – експериментальні величини обсягів споживання електричної енергії споживачами ДПДГ "Гонтарівка";

-  $y_l$  – зміни обсягів споживання виробничими споживачами АПК за даними [3].

Отримані на рис. 1 точкові представлення функцій шляхом мінімізації функціонала методом найменших квадратів надають можливість прийняти рішення щодо вибору кількості коефіцієнтів нелінійної складової  $j$  рівняння (1). Кількість коефіцієнтів нелінійної складової  $j$  приймається на момент, коли їх різниця середньоквадратичних відхилень приймає мінімальні значення і при подальшому збільшенні величини  $j$  величина функції  $S(j)$  суттєво не змінюється, тобто функція  $S(j)$  приймає стійкий характер.

За даними отриманих варіантних рішень кількість коефіцієнтів  $j$  нелінійної складової рівняння (1) становлять для: а) ДПДГ "Гонтарівка"  $j=5$ ; б) виробничих споживачів АПК  $j=3$ .

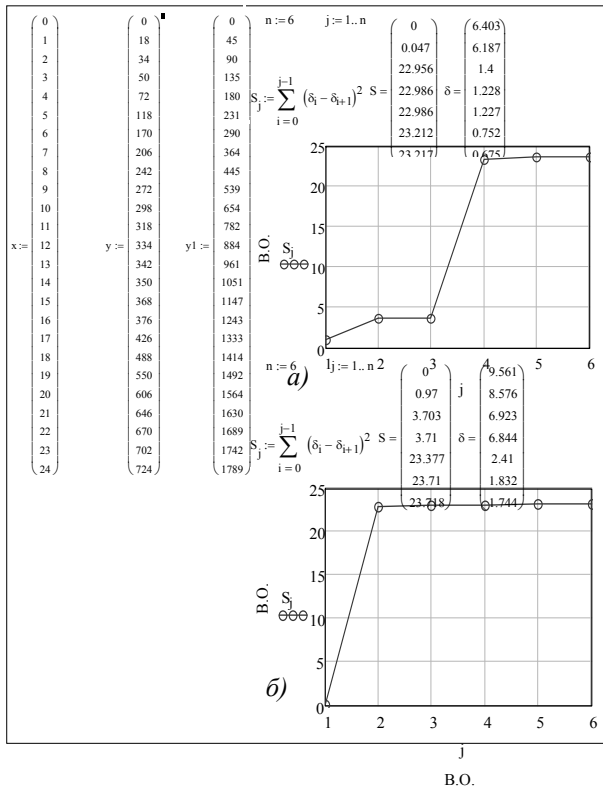


Рисунок 1 - Обґрунтування кількості коефіцієнтів  $j$  нелінійної складової прогнозуючої функції

Якщо порівняти (Табл. 1.) добовий обсяг споживання активної електроенергії зимового сезону, наприклад споживача ДПДГ "Гонтарівка" (дані показання лічильника активної енергії -  $W_i$ ) з розрахунковими даними, визначеними за формулою (1) -  $W_m$  з прийнятою кількістю коефіцієнтів нелінійної складової ( $j=5$ ), то їх середньоквадратичне відхилення  $\delta$  (формула (4)), не перевищує 1%.

Таким чином визначення кількості коефіцієнтів нелінійної складової прогнозуючої функції (1) надає змогу вибрати певну кількість коефіцієнтів нелінійної складової рівняння (1) і виконати прогнозний аналіз

змін споживання обсягів енергії з підвищеною точністю.

Таблиця 1 – Результати співвідношення експериментальних ( $W_i$ ) та за рішенням прогнозуючої функції ( $W_m$ ) з визначеною кількістю коефіцієнтів нелінійної складової  $j$

кВт·год	год. доби					
	0	5	10	15	20	24
$W_i$	724	842	1022	1092	1330	1448
$W_m$	732	841,4	1027	1088	1318	1452

**Висновки.** Обґрунтування кількості коефіцієнтів нелінійної складової рівняння, яке інтерпретує характер змін добових обсягів споживання енергії, запропоновано виконувати крапковим представленням функцій шляхом мінімізації функціонала методом найменших квадратів, що підвищить точність обчислення змін прогнозних обсягів добового споживання енергетичних ресурсів на перших стадіях проектування.

### Список використаних джерел

- Гончар М. І. Математичне моделювання процесу споживання електричної енергії / М. І. Гончар, В. М. Зефіров, С. М. Дудніков // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". Харків: ХНТУСГ, 2007. - Вип. 57, Т. 2. - С. 16-24.
- Тиман А. Ф. Теорія приближення функцій дійствительного перемного / Тиман А. Ф. – М.: Фитматгиз, 1960. – 624 с.
- Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства., НИИ "Сельэнергопроект". - М., 1985. - 49 с.

### Аннотация

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕЛИНЕЙНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ОБЪЕМОМ СУТОЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Дудников С. Н.

*Предложена методика, которая позволяет определить количество коэффициентов нелинейной составляющей прогнозирующей функции объемов суточного потребления энергии.*

### Abstract

#### DEFINITION OF QUANTITY OF FACTORS OF NONLINEAR MAKING PREDICTING FUNCTION OF VOLUMES OF DAILY CONSUMPTION OF ENERGY

S. Dudnikov

*The technique which allows to define quantity of factors of nonlinear making predicting function from changes of volumes of daily consumption of energy is offered.*