

# БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА ВИЗНАЧЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ ВМИКАННЯ ЕНЕРГОУСТАНОВОК В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Голик О.П., Сосунова О.О., Хавтуляріна І.О.  
Кіровоградський національний технічний університет

**Анотація.** Запропоновано критерій послідовності вмикання енергоустановок в системах електропостачання з автономними джерелами енергії.

**Ключові слова:** відновлюване джерело енергії, електропостачання, енергоустановка, функція мети, коефіцієнт ваги показника.

## MULTICRITERION TASK OF DETERMINATION SEQUENCE BY INCLUDING OF ENERGY POWER PLANT IS IN THE CONDITIONS OF VAGUENESS

Golik O., Sosunova O., Khavtulyarina I.  
Kirovograd National Technical University

**Abstract.** The criterion of sequence of including of the power plants is offered in the systems of electric supply with autonomous energy sources.

**Keywords:** renewable energy source, power supply, power plant, objective function, gravimetric coefficient.

**Вступ.** Наразі все більш широкого використання знаходять комбіновані системи, до складу яких входять як резервні електростанції (бензинові, дизельні генератори, тощо) так і відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Використання ВДЕ в таких системах дозволяє економити паливе. Проте такі технічні рішення не завжди призводять до кардинального вирішення проблеми енергозабезпечення автономних споживачів. Оскільки ВДЕ, як правило, мають стохастичний характер надходження, то можна сказати, що такі системи працюють в умовах невизначеності.

**Постановка задачі.** Спрощену структуру системи енергопостачання (СЕП) автономних споживачів наведено в [1]. До складу даної СЕП входять первинні джерела енергії (наприклад, фотоелектричні перетворювачі, вітроустановка та резервна електростанція). З метою забезпечення найбільш ефективного перетворення первинних джерел енергії та задоволення потреб споживача, СЕП повинна мати систему автоматичного керування. В джерелі [1] запропоновано підхід до автоматизації процесу енергопостачання від автономних джерел енергії.

Розробка СЕП автономних споживачів, яка використовує в якості первинних джерел енергії ВДЕ та резервну електростанцію, пов'язана з пошуком та обґрунтуванням її оптимальної конфігурації і складу з урахуванням реальних кліматичних умов експлуатації, характеристик обладнання, а також особливостей споживача (очікувані графіки споживання енергії).

Критерієм оптимальності повинна бути мінімальна вартість складових системи при гарантованому електропостачанні. Тобто, необхідно забезпечити такий алгоритм роботи системи, щоб енергетичні потреби споживача були максимально задоволені за рахунок використання ВДЕ та мінімальним використанням резервної електростанції, з урахуванням умов експлуатації СЕП.

**Мета роботи.** Метою дослідження є розробка критерію послідовності вмикання енергоустановок, який враховує експлуатаційні умови СЕП автономних споживачів.

**Основна частина.** В роботі [2] запропоновано алгоритм роботи блоку керування автономної енергоустановки, який полягає у використанні критерію максимального сукупного ККД енергоустановки. З цією метою було розроблено та використано принцип пріоритетного використання джерел енергії. Енергопостачання споживача здійснюється безпосередньо від первинного джерела (з максимальним ККД). При надлишковій потужності

первинного джерела електроенергія накопичується в електрохімічних акумуляторах. Однак в даному критерії не враховано такі показники роботи енергоустановок: ресурс роботи, готовність установки до вмикання, питома вартість 1 кВт · год. енергії та ін. Таким чином, даний критерій не враховує всі експлуатаційні умови системи.

Для ефективного використання енергетичних установок в роботі [3] запропоновано наступний критерій:

$$J = \frac{E_1 \cdot W_1 + E_2 \cdot W_2 + E_n \cdot W_n}{N_\Sigma} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $N_\Sigma$  – загальна кількість виробленої енергії енергетичними установками за певний період часу;  $E_1, E_2, \dots, E_n$  – відповідно, питомі вартості 1 кВт · год. електричної енергії;  $W_1, W_2, \dots, W_n$  – кількість виробленої енергії енергоустановкою за певний період часу.

Проте даний критерій також не враховує повністю всі експлуатаційні умови СЕП (ресурс роботи, тривалість технічних перерв, тощо).

Для досягнення поставленої мети необхідно щоб критерій послідовності вмикання енергоустановок враховував експлуатаційні умови системи та показники роботи кожної енергоустановки: питома вартість 1 кВт · год. енергії, виробленої  $i$ -ою енергоустановкою  $E_i$ ; кількість виробленої  $i$ -ою енергоустановкою енергії за певний період часу  $W_i$ ; ресурс роботи  $i$ -ої енергоустановки  $r_i$ ; готовність  $i$ -ої енергоустановки до вмикання  $L_i$ ; тривалість технічних перерв в роботі  $i$ -ої енергоустановки  $B_i$ .

Крім того, необхідно кожному показнику, що входить до критерію, надати відповідний ваговий коефіцієнт. Тоді критерій визначення пріоритетів послідовності вмикання енергоустановок буде мати наступний вигляд:

$$J = E_i \cdot a + \frac{b}{W_i} + \frac{c}{r_i} + L_i \cdot d + B_i \cdot e \rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $a, b, c, d, e$  – ваговий коефіцієнт показника в критерії.

В різних джерелах [4, 5] наводяться рекомендації по визначенню вагових коефіцієнтів в критерії. Серед найвідоміших методів є визначення коефіцієнтів ваги за допомогою експертів. Для розв'язання даної задачі доцільним є використання методу парних порівнянь та оцінка важливості параметрів в балах.

**Висновки.** Використання запропонованого критерію дає змогу визначити умови ефективного використання автономних джерел енергії та послідовності вмикання енергоустановок, при цьому враховуються умови експлуатації СЕП автономних споживачів.

### Список використаних джерел

1. Голик О. П. Підхід до розв'язання задачі автоматичного керування процесом автономного енергопостачання в умовах невизначеності / О. П. Голик, Р. В. Жесан, Ю. Б. Беляєв // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: ХНТУ, 2013. – С. 94-96. С. 580.
2. Попель О. С. Автономные энеоустановки на возобновляемых источниках энергии / О. С. Попель // Энергосбережение. – 2006. – № 3. – С. 70-76.
3. Голик О. П. Моделі прийняття рішень для систем автоматизації процесу керування енергопостачанням автономних споживачів в умовах невизначеності вхідної інформації / О. П. Голик, Т. В. Міняйчева // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: ХНТУ, 2012. – С. 252-254.
4. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений / Черноруцкий И. Г. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
5. Казаков И. Е. Методы оптимизации стохастических систем / Казаков И. Е., Гладков Д. Я. – М.: Наука, 1987. – 304 с.