

УДК 621.3.036.5 (043.2)

**МЕТОДИ ВИБОРУ ЗРАЗКІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОТЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ***Самков О. В., д-р техн. наук, Ничипоренко Л. В., Калакура Р. Т., Глушков В. О.*

Національний авіаційний університет

sam\_a2006@i.ua

*Запропонований методичний підхід на основі методу аналізу ієрархії для розв'язання завдань порівняльної оцінки та вибору зразків енергетичного котлового обладнання за багатьма показниками.***Ключові слова:** зразки, обладнання, вибір, порівняльна оцінка, показники, критерії.*To solve the task evaluation and sampling power boiler equipment by many parameters proposed methodological approach based on the method of analysis hierarchy.***Keywords:** designs, equipment selection, comparative evaluation, indicators and criteria.**Вступ**

У сучасних умовах, коли на світовому ринку пропонується широка номенклатура нових зразків складних технічних систем (СТС), виникає наукова проблема з порівняльної оцінки та вибору їх кращих зразків за критерієм «ефективність (якість) — вартість» [1; 2]. Результати її розв'язання дають змогу забезпечити оптимальний вибір зразків СТС та уникнути значних економічних витрат.

Проблема вибору зразків СТС виникає досить часто на етапах їх створення, експлуатації та модернізації при управлінні проектами на стадіях життєвого циклу СТС.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Дана проблема належить до класу задач кваліметрії. Її розв'язанню присвячено значну кількість досліджень, у результаті яких розроблено ряд методичних підходів для розв'язання наукових задач вибору залежно від специфіки їх застосування на практиці [1—4].

Однак ці підходи мають недоліки, пов'язані, в першу чергу, з таким: суб'єктивністю експертних оцінок і недостатнім рівнем достовірності розв'язків з вибору зразків СТС; зведення задачі вибору до однокритеріальної; відсутність систем автоматизованого розв'язання задач вибору та ін.

Розглянемо методичний підхід щодо розв'язання задачі з порівняльної оцінки та вибору кращих зразків СТС, який спрямований на усунення цих недоліків, на прикладі вибору кращих зразків енергозберігаючого котлового обладнання (ЕКО).

**Постановка завдання**

Отже було проведено порівняльний аналіз існуючих методів розв'язання задач кваліметрії та запропоновано методичний підхід з вирішення завдань порівняльної оцінки та вибору зразків ЕКО за багатьма показниками на основі методу аналізу ієрархії (МАІ), який належить до багатокритеріальних методів прийняття рішень.

Постановка завдання досліджень зводиться до вибору такого зразка ЕКО, який би забезпечував оптимальне значення критерію вибору з урахуванням індивідуальних переваг споживачів щодо технічних характеристик та економічності обраного зразка.

Порівняльне оцінювання та вибір кращого зразка енергозберігаючого обладнання за критерієм «якість (ефективність) — вартість» можуть мати однокритеріальну та багатокритеріальну постановки.

Постановка багатокритеріальної задачі передбачає: з множини  $S_1, S_2, \dots, S_k, \dots, S_j$  зразків ЕКО, які пропонуються на ринку з відповідними характеристиками  $S_j(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ ,  $j=1, J$  необхідно вибрати оптимальний зразок  $S_{\text{опт}}$  з такими характеристиками, що забезпечують максимальний рівень його технічної досконалості  $(T_{\text{д}})_{\text{max}}$  та мінімальну вартість його придбання і витрат на експлуатацію  $C_{\text{min}}$ .

При зведенні одного з критеріїв «якість (ефективність) — вартість» у розряд обмежень задача вибору енергозберігаючих обладнання може бути зведена до однокритеріальної.

**Вирішення поставленого завдання**

Для вирішення поставленого завдання запропоновано метод аналізу ієрархії (МАІ), який належить до багатокритеріальних методів прийняття рішень. Він ґрунтується на ієрархічному представленні елементів, які визначають суть проблеми.

Проблема поділяється на простіші складові з таким оцінюванням: особою, що приймає рішення (ОПР), або експертом відносного ступеня взаємодії елементів ієрархічної структури [4].

МАІ поєднує три підходи щодо порівняння альтернатив:

- 1) порівняння альтернатив щодо стандартів;
- 2) порівняння альтернатив копіюванням;
- 3) попарне порівняння.

Перші два підходи з порівняння використовуються у випадку, коли з тих чи інших причин

відсутні оцінки альтернатив за деякими критеріями. Найбільш поширеним є підхід з попарного порівняння.

На основі тверджень за дев'ятибальною шкалою заповнюються матриці попарного порівняння. Наступними кроками є дії, спрямовані на отримання власного вектора порівняних величин (котлів, стандартів та ін.). Обирається краща величина, що має більше значення елемента вектора.

Проведення порівняльної оцінки та обґрунтування вибору зразків ЕКО є складним завданням, для вирішення якого потрібно мати їх основні кількісні значення показників технічного вдосконалення з ваговими коефіцієнтами, а також основні критерії та алгоритми порівняльної оцінки та вибору [2].

Отже, необхідно розробити методичні основи для проведення порівняльної оцінки та зразків

ЕКО. Вирішення завдання на основі обраного методу полягає у виконанні таких етапів у певній послідовності [1–4]:

1 етап — проведення аналізу характеристик зразків ЕКО;

2 етап — вибір показників та інтегрального критерію;

3 етап — структуризація поставленого завдання;

4 етап — проведення попарного порівняння варіантів на основі обраних показників та визначення вагових показників;

5 етап — визначення векторів пріоритетів нижчих рівнів;

6 етап — обчислення глобальних пріоритетів.

Основні показники та критерії, що вибрані для порівняльного аналізу зразків сучасного ЕКО, наведені у табл. 1 та рис. 1.

Таблиця 1

Характеристика деяких зразків ЕКО

Зразки ЕКО	Країна-виробник	Номинальна потужність, кВт	ККД, %	Вага, кг	Гарантійний термін, міс.	Вартість, тис. грн.
Данко 24	Україна	24	92	88	29	3650
Маяк-20 КС	Україна	20	90	80	24	2740
КС-Г-24Д	Україна	24	90	80	24	3260
Палій-25	Україна	25	91	90	24	3450

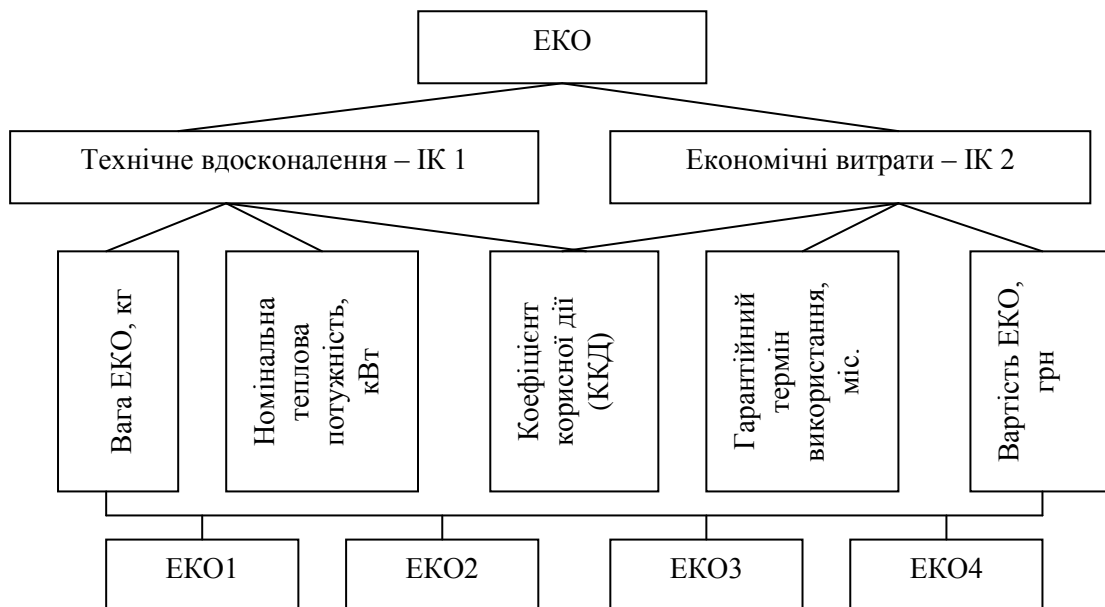


Рис. 1. Структурна схема зв'язків критеріїв та показників при виборі зразків ЕКО на основі МАІ

Таблиця 2

**Етап 1.** Як інтегральні критерії (ІК) обрано технічну досконалість та економічні витрати, а за показники — такі, що мають найбільшу інформативність та вплив.

Серед них: номінальна теплова потужність, кВт, коефіцієнт корисної дії (ККД), вага ЕКО, кг, вартість, грн, гарантійний термін, міс.

**Етап 2.** На основі аналізу взаємозв'язків між об'єктами, показниками, ІК та метою, розроблено відповідну структурну схему (рис. 1).

**Етап 3.** Проведено порівняння суджень експертів щодо визначення впливу показників на ІК та застосовано дев'ятибальну бальну шкалу порівнянь альтернатив.

**Етап 4.** З груп матриць парних порівнянь формується набір локальних пріоритетів, що виражають відносний вплив множини елементів на елемент верхнього рівня та на їх основі отримується вектор пріоритетів.

**Етап 5.** Розрахунок глобальних пріоритетів (ГП) для ІК проводився у вигляді суми добутків локальних пріоритетів і пріоритету відповідного показника (табл. 2).

Глобальні пріоритети

ЕКО	ГП для ІК технічна досконалість	ГП для ІК економічність
1	0,254	0,287
2	0,230	0,315
3	0,279	0,232
4	0,261	0,219

Для розрахунку значення першого рівня (визначення найкращого ЕКО) було визначено вплив ГП на кінцевий результат.

Значення пріоритетів першого рівня для зразків ЕКО розраховувалось як сума добутку коефіцієнтів впливу ІК і відповідних значень ГП. Для нашого прикладу найкращим зразком із запропонованих варіантів було визначено зразок ЕКО № 2 (табл. 3 та рис. 2).

Таблиця 3

Вектор пріоритетів першого рівня

ЕКО1	ЕКО2	ЕКО3	ЕКО4
0,270531	0,293435	0,243701	0,229369

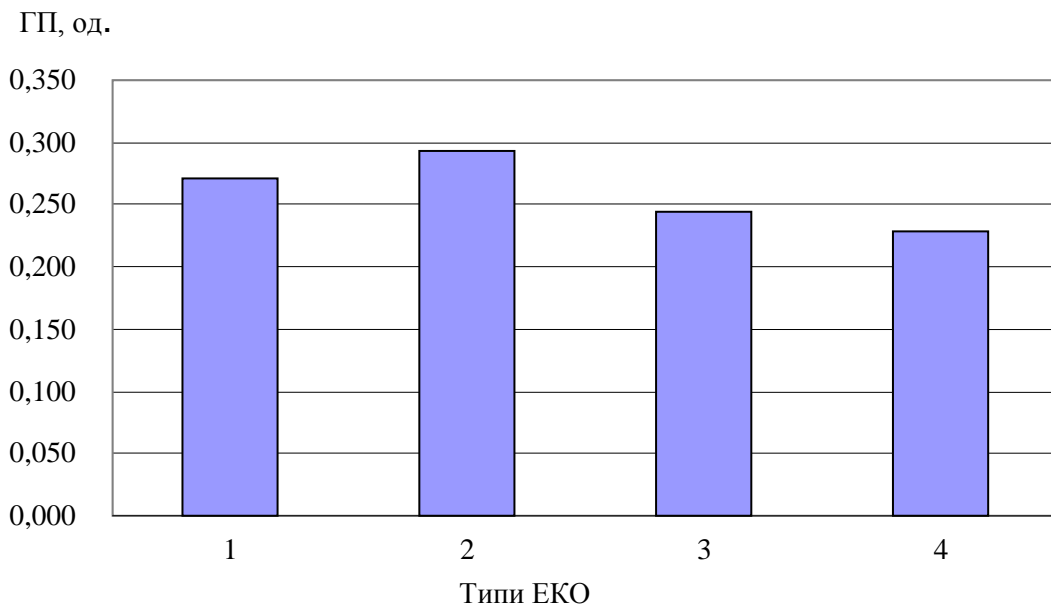


Рис. 2. Діаграма значень пріоритетів першого рівня для зразків ЕКО

Однією із задач, яка розв'язувалась у процесі досліджень, була задача дослідження впливу вагових коефіцієнтів при показниках та інтегральних критеріях на результати вибору зразків, що порівнювалися. Це пов'язано з тим, що метод МАІ ґрунтується на використанні значної кількості експертних оцінок, які визначають вагові оцінки основних порівняльних показників і кри-

теріїв. Відомим недоліком таких експертних оцінок є їх суб'єктивність та недостатня достовірність.

Для підвищення достовірності результатів вибору в рамках даного методичного підходу запропоновано ввести процедуру перевірки результатів вибору та обґрунтування діапазонів впливу вагових оцінок. Задача вибору зразків ЕКО розв'язується на основі автоматизації

прийняття рішення для деяких варіантів вихідних даних у діапазоні зміни вагових оцінок від мінімальних до максимальних, а також при рівності всіх вагових коефіцієнтів ( $k_1 = k_2 = 0,5$ ).

Отримані результати досліджень (рис. 3) показують, що варіанти вибору зразків ЕКО критичні до вагових показників та враховують пріоритети суб'єктів при виборі. Для підвищення обґрунтованості значень коефіцієнтів пріоритетів розроблено якісну шкалу, яка переводиться в кількісні значення. Ця шкала ґрунтується на якісних оцінках об'єкта, що вибирається суб'єктом (рівноцінний, слабкий, середній, сильний і абсо-

лютий пріоритет) та має відповідні значення кількісного переведення.

Такий самий алгоритм розв'язання задачі було використано для оцінки впливу вагових коефіцієнтів для порівняльних показників, що використовувались для вибору зразків ЕКО.

Аналіз отриманих результатів показав (рис. 4), що при значній перевазі показника вартості для зразків, що порівнюються, на перше місце виходить зразок ЕКО1.

При значній перевазі гарантійного терміну на перше місце виходить зразок ЕКО2 та ін.

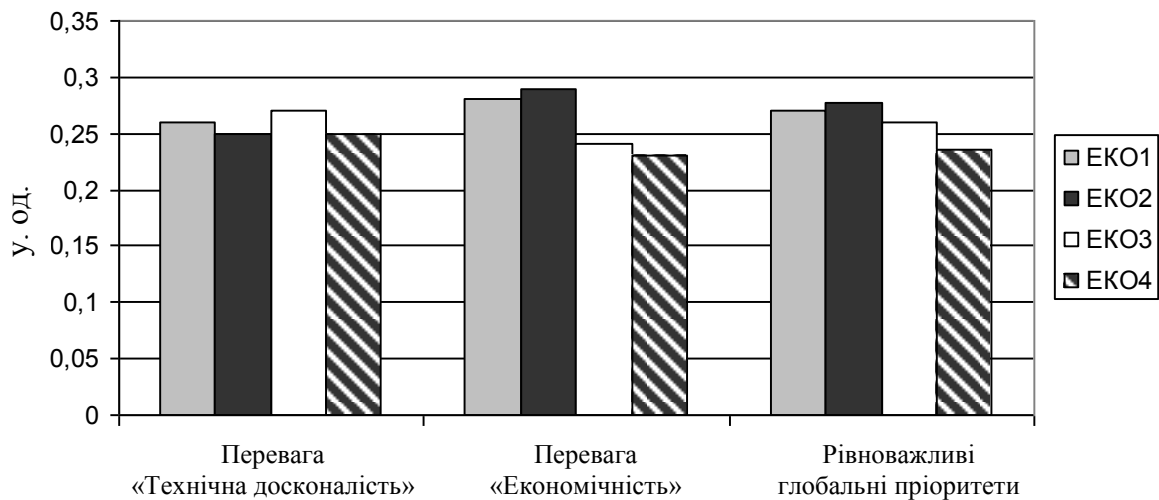


Рис. 3. Вплив вагових коефіцієнтів на результати вибору зразків ЕКО для рівня глобальних пріоритетів

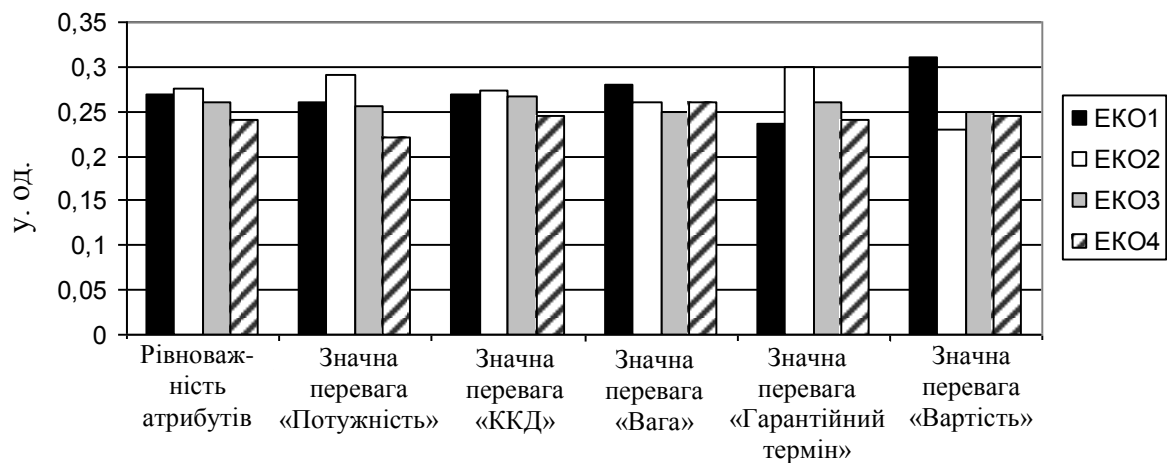


Рис. 4. Вплив вагових коефіцієнтів на результати вибору зразків ЕКО для рівня порівняльних показників

У рамках методичного підходу з порівняльної оцінки та вибору зразків ЕКО запропоновано алгоритм зі зниження впливу суб'єктивності в оцінках показників на основі застосування

діапазонів змін вагових оцінок та переведення їх на основі шкал з якісних у кількісні.

## Висновки

Для порівняльного оцінювання та вибору кращого зразка ЕКО було запропоновано метод аналізу ієрархії (МАІ).

Вирішення завдання вибору кращих зразків ЕКО дає змогу усунути недоліки існуючих підходів на основі цього методу і використовувати його переваги при розв'язанні задач вибору ЕКО, а також зменшити кількість помилкових рішень та підвищити їх обґрунтованість.

Розв'язано задачу впливу вагових оцінок експертів на кінцевий результат вибору. Розроблено алгоритм автоматизованого вибору зразків ЕКО, який може бути реалізований у вигляді елементів системи підтримки та прийняття рішень.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархии : пер. с англ. / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 320 с.

2. *Методичний підхід для порівняльної оцінки та вибору зразків енергетичного котлового обладнання // Проблеми інформатизації та управління / О. В. Самков, Ю. А. Захарченко, А. А. Скріпченко, М. М. Хамровська.* — К. : НАУ, 2009. — № 4 (28). — С. 120—124.

3. *Азгальдов Г. Г.* Теория и практика оценки качества товаров / Г. Г. Азгальдов. — М. : Экономика, 1982. — 258 с.

4. *Брахман Т. Р.* Многокритериальность и выбор альтернативы в технике / Т. Р. Брахман. — М. : Радио и связь, 1984. — 288 с.

Стаття надійшла до редакції 06.06.2011.