

*The problems of reliability of the results obtained at each stage of the study.
Accuracy, research, research object, the object of study, observation
method, comparison, and experiment.*

УДК 621.396.67

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО КРИТЕРІЮ ЯКОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Г.О. Мірських, О.В. Окушко, кандидати технічних наук

Наведено алгоритми побудови узагальненого критерію якості енергетичних об'єктів в умовах невизначеності. Показано, що для формування узагальненого критерію якості можна використовувати функції різних видів. Зазначено, що використання широкоживаної адитивної функції дає можливість під час формування критерію якості голівну увагу приділяти визначенню вагових коефіцієнтів.

Якість об'єкта, узагальнений критерій якості, енергетичний об'єкт, синтезуюча функція, вагові коефіцієнти.

Будь-який енергетичний об'єкт (апарат, система, процес) зазвичай характеризується значною кількістю вихідних параметрів (характеристик), що забезпечують можливість його використання за призначенням у заданих умовах. Ці вихідні параметри (споживчі характеристики) визначають різні властивості об'єкта, мають різні фізичну природу та розмірність тощо. Наприклад, електродвигун змінного струму характеризується сукупністю вихідних параметрів, які обумовлюють здатність виконання ним функцій, що визначені його призначенням за умов надійного функціонування, економічного використання енергоресурсів та сировини, а також дотримання вимог безпеки. Серед таких параметрів можна виділити: технічні (струм (I), потужність (P), $\cos \varphi$, ККД тощо) та параметри навколишнього середовища, в якому може експлуатуватися електричний двигун (відносна вологість, насиченість пилом, вид середовища, тип приміщення тощо).

Мета дослідження – побудова узагальненого критерію якості енергетичних об'єктів в умовах невизначеності із використанням вагових коефіцієнтів.

Матеріали та методика досліджень. Споживча якість енергетичного об'єкта визначається не величиною якогось окремого вихідного параметра, а всією сукупністю відповідних величин цих параметрів. Адже саме вся сукупність значень вихідних параметрів (споживчих характеристик) відрізнятиме однакові за призначенням об'єкти та визначатиме пріоритети їх використання тим чи іншим споживачем. Звичайно, що і в процесі проектування (при визначенні відповідного технічного завдання або оптимального варіанта), і в процесі організації контрольного моніто-

© Г.О. Мірських, О.В. Окушко, 2013

рингу, і під час порівняння однакових за призначенням, але різних за характеристиками енергетичних об'єктів має враховуватися саме вся сукупність їх споживчих характеристик (вихідних параметрів).

У зв'язку з наведеним постає питання щодо формування на основі сукупності вихідних параметрів енергетичного об'єкта деякого узагальненого параметра, який міг би бути критерієм якості цього об'єкта як цілісної системи. При цьому необхідно враховувати, що різні вихідні параметри, звичайно, по-різному впливають на вибір відповідного об'єкта споживачем, а отже мають і по-різному впливати на величину узагальненого критерію якості, визначаючи, так би мовити, різний за обсягом (вагою) вклад в остаточну величину цього критерію [3 – 5]. Такий узагальнений параметр (показник, критерій) якості об'єкта залежить від його первинних параметрів і, за своєю суттю, є відповідною математичною моделлю цього об'єкта.

Результати досліджень. Споживчу якість енергетичного об'єкта (як цілісну, системну категорію) можна визначити узагальненим критерієм якості (зведеним показником якості) Q , побудова якого в загальному випадку подається таким алгоритмом.

1. Вибрати функції нормування $q_i(\varphi_i(x_i))$, $i = 1, 2, \dots, m$, де m – кількість вихідних параметрів, що входять до узагальненого критерію; x_i – i -й вихідний параметр (елемент вектора вихідних параметрів – $x = (x_1, \dots, x_m)$), який визначається за деякою числовою шкалою $\varphi_i(\mathbb{R}^1)$ (\mathbb{R}^1 – множина дійсних чисел – одновимірний евклідов простір), що породжується безперервним строго зростаючим відображенням $\varphi: \mathbb{R}^1 \rightarrow \mathbb{R}^1$.

За допомогою вибраних функцій нормування вихідні параметри об'єкта можна перетворити в окремі (безрозмірні) показники $q_i = q_i(\varphi_i(x_i))$, причому $q_i \in [0, 1]$.

2. Вибрати вид узагальнюючої (синтезуючої) функції:

$$Q = Q(q) = Q(q_1, q_2, \dots, q_m),$$

яка за своєю математичною суттю визначає відображення $Q: [0, 1]^m \rightarrow [0, 1]$,

m -вимірного одиничного куба $[0, 1]^m \in \mathbb{R}^m$ (\mathbb{R}^m – m -вимірний евклідов простір) в одиничний відрізок $[0, 1] \in \mathbb{R}^1$.

Зважаючи на те, що вихідні параметри об'єкта по-різному впливають на узагальнюючий критерій якості, до синтезуючої функції, як це вказано вище, мають бути введені додаткові параметри, котрі визначають міру впливу (вагу) відповідного вихідного параметра на узагальнюючий критерій якості. З урахуванням цього синтезуючу функцію слід записати, як:

$$Q(q, w),$$

де $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ – вектор вагових коефіцієнтів, причому

$$\forall_i w_i \geq 0 \text{ та } w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1 \quad (1)$$

3. Визначити вектор вагових коефіцієнтів $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$, яким синтезуюча функція $Q(q, w)$ ідентифікується однозначно.

Таким чином, для побудови зведеної оцінки якості матеріального об'єкта, що описується вектором первинних параметрів $x = (x_1, \dots, x_m)$, необхідно однозначно визначити такі математичні категорії (математичні об'єкти):

1) безперервні строго зростаючі функції:

$$y_i = \varphi_i(x_i), i = 1, 2, \dots, m,$$

що визначають шкали, за якими вимірюються вихідні параметри об'єкта;

2) функції нормування:

$$q_i = q_i(y_i) \in [0, 1], i = 1, 2, \dots, m,$$

що призначені для перетворення вихідних параметрів в окремі (безрозмірні) показники;

3) синтезуючу m -вимірну функцію:

$$Q = Q(q) \in [0, 1],$$

яка і визначає вид зведеної оцінки (зведеного показника);

4) m -вимірний вектор $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ вагових коефіцієнтів, які є параметрами синтезуючої функції $Q = Q(q; w)$.

Лише після однозначного визначення всіх чотирьох вказаних математичних категорій можна отримати однозначну числову зведену оцінку – узагальнений критерій якості об'єкта. Зазначимо, що в загальному випадку кількість математичних категорій, які мають бути визначені в процесі формування узагальненого критерію якості згідно з наведеним алгоритмом сягає $2m + 2$.

На практиці зазвичай доводиться формувати узагальнений критерій якості в умовах невизначеності, яка виражається в тому, що всі вказані математичні об'єкти визначені не однозначно, а з точністю до відповідної множини. Наявність такої невизначеності призводить до того, що матеріальному об'єкту, який описується вектором первинних параметрів $x = (x_1, \dots, x_m)$, протиставляється не один узагальнений критерій якості, а

ціла множина $Q = \{Q^{(t)}, t \in T\}$ таких критеріїв.

Додатково до наведеного слід зазначити, що, як правило, первинна інформація про величини вагових коефіцієнтів є результатом експертного опитування. При цьому незалежно від кількості факторів, що впливають на узагальнений критерій якості судження щодо величини їх впливу, тобто щодо величини вагових коефіцієнтів будуть різнитися. Тут доречно згадати слова Мішеля Монтеня [2]: "Ніколи не існувало двох цілком однакових суджень, точно так як один волос не буває схожим на інший і

одне зерно на інше. Найбільш стала властивість всіх людських суджень полягає в їх несхожості.” Розбіжності в оцінках явищ та об’єктів навколишнього середовища обумовлені не тотожністю сприймання цих явищ та об’єктів різними людьми [1]. Тому визначення величини вагових коефіцієнтів передбачає, з одного боку, узагальнення відповідних суджень експертів, а, з другого, – актуалізує задачу розроблення розрахункових алгоритмів (алгоритмів об’єктивізації) формування таких коефіцієнтів.

За таких умов, звичайно, вказана (первинна) інформація щодо значень вагових коефіцієнтів носитиме нечисловий характер, подається висловлюваннями (судженнями експертів) типу:

- не можна навести ніякої інформації, яка б якимось чином сприяла визначенню пріоритету часткових показників якості q_i ;

- всі часткові показники q_i однаково важливі; тобто жоден з часткових показників не може бути визнаним більш пріоритетним відносно будь-якого іншого часткового показника; це означатиме, що всі вагові коефіцієнти мають бути однакової величини;

- окремий частковий показник q_i , з точки зору використання об’єкта за призначенням, більш важливий, ніж окремий частковий показник q_j (тобто частковий показник q_i для нормальної експлуатації об’єкта має пріоритет перед частковим показником q_j , що математично можна подати як

$q_i \succ q_j$); це означатиме, що величина вагового коефіцієнта w_i має бути більша за величину вагового коефіцієнта w_j , при цьому величина кожного вагового коефіцієнта може визначатися як конкретною величиною, так і з точністю до певного діапазону можливих значень, який не перехрещується з діапазонами можливих значень інших вагових коефіцієнтів.

Спрощення задачі побудови зведеного показника якості під час розв’язання практичних задач досягається однозначним визначенням функцій перетворення вихідних параметрів об’єкта у безрозмірні часткові показники якості (q_i) та прийняттям якоїсь добре вивченої та зручної у використанні форми синтезуючої функції, наприклад адитивної. При цьому зведений показник якості (узагальнений критерій) об’єкта подається як:

$$Q(q; w) = \sum_{i=1}^m w_i q_i . \quad (2)$$

За наведених припущень у співвідношенні (2) невизначеними залишаються лише величини компонент вектора вагових коефіцієнтів.

Висновки

1. Побудова узагальненого критерію якості енергетичного об’єкта передбачає реалізацію відповідного алгоритму, який у загальному випадку складний і потребує введення визначеної кількості припущень та застережень.

2. Узагальнений критерій якості енергетичних об’єктів найчастіше подається в адитивній формі, яка (з урахуванням прозорого фізичного змісту та простоти) задовольняє більшості потреб практики при визна-

ченні якості енергетичних об'єктів різноманітного призначення та дає можливість під час аналізу якості таких об'єктів зосередити увагу виключно на розробці алгоритмів і визначенні відповідних вагових коефіцієнтів.

3. Інформація щодо значень вагових коефіцієнтів, у загальному випадку найчастіше нечислова за способом визначення, характеризується неточністю та неповнотою. Це актуалізує дослідження, спрямовані на розроблення розрахункових методів (об'єктивізацію) визначення цих коефіцієнтів.

Список літератури

1. Беркли Д. Сочинения / Д. Беркли. – М.: Мысль, 2000. – 397 с.
2. Монтень М. Опыты: Избранные главы / М. Монтень. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1998. – 249 с.
3. Неклюдов Ю.В. О расчетном методе определения весовых коэффициентов при скаляризации векторного критерия качества / Ю.В. Неклюдов // Материалы Всероссийской НТК "Наука и образование – 2002". – М.: Москов. гос. техн. ун-т, 2002. – С. 141 – 142.
4. Ногин В.Д. Использование количественной информации об относительной важности критериев в принятии решений // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 2000. – № 2. – С. 89 – 93.
5. Хованов Н.В. Модели учета неопределённости при построении сводных показателей эффективности деятельности сложных производственных систем / Н.В. Хованов, Федотов Ю.В. // Научные доклады СПбГУ. – 2006. – № 28R. – 37 с.

Приведены алгоритмы построения обобщенного критерия качества энергетических объектов в условиях неопределенности. Показано, что для формирования обобщенного критерия качества можно использовать функции разных видов. Отмечено, что использование широкоупотребляемой адитивной функции предоставляет возможность во время формирования критерия качества главное внимание уделять определению весовых коэффициентов.

Качество объекта, обобщенный критерий качества, энергетический объект, синтезирующая функция, весовые коэффициенты.

The algorithms of creation of the generalized quality criterion of power objects in the uncertainty conditions are given. The generalized criteria of object quality in indeterminacy conditions construction algorithms are considered. It is shown formations of the generalized criterion of quality it is possible to use functions of different types. Use usual additive function allows the formation of quality criteria focus on identifying weights.

Quality of the object, the generalized criterion of quality, energy facilities, synthesizing function weights.