Основи побудови та застосування біомедичної апаратури

Види критеріїв якості

Єдиний критерій, на всі можливі випадки, сформулювати неможливо: те, що є добрим для одних умов, може виявитись незадовільним за інших умов.

Тому на практиці використовують ряд критеріїв.

Типовим критеріями є:

- **критерій прийнятності;**
- **критерій переваги.**

Критерій прийнятності

Критерій прийнятності встановлює межу між прийнятними та неприйнятними значеннями вектора якості $\vec{Q}$: по один бік цієї межі (у напрямку початку координат) значення вектора $\vec{Q}$ вважаються з точки зору призначення системи прийнятними, а по інший бік – неприйнятними.

Ілюстрація критерію прийнятності на прикладі вектора якості з двома стандартними показниками якості

Критерій прийнятності

Точками тут показано множину можливих систем. Крива abc і є межею між прийнятними та неприйнятними значеннями вектора $\vec{Q} = (k_1, k_2)$.

У загальному випадку рівняння цієї області

$$f(k_1, k_2, \ldots, k_m) = 0 \text{ або } f(k_1, k_2, \ldots, k_m) \le 0. \qquad (1)$$

Тут знак «=» відповідає межі області, а знак «≤» випадку, коли точки повинні лежати всередині цієї області або на її межі.

Ситуацію ускладнює те, що за умовою (1) прийнятне значення кожного показника якості $k_i \; (i = 1, 2, \ldots, m-1, m)$ залежить від значень інших показників.

У розглядуваному прикладі це виглядає так: прийнятне значення показника

k_1 тим більше, чим менше значення показника k_2, і навпаки.

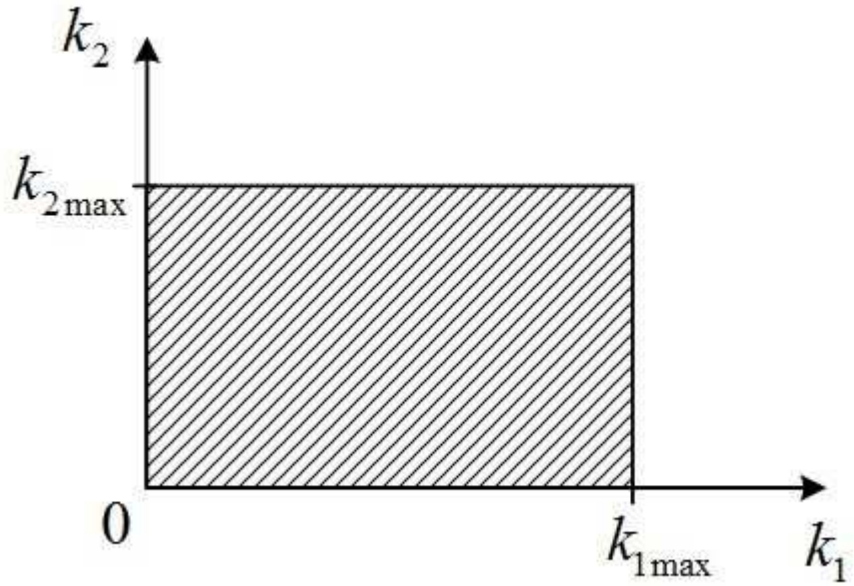
Звідси випливає потреба у спрощенні умови (1).

Критерій прийнятності

Наприклад, це може бути такий варіант: прийнятне значення кожного показника k_i не залежить від значень інших показників:

$$k_1 \le k_{1\max}, k_2 \le k_{2\max}, \ldots, k_{m-1} \le k_{(m-1)\max}, k_m \le k_{m\max}, \quad (2)$$

де $k_{i\max}$ – максимальні (гранично допустимі) значення показників k_i.



Ілюстрація критерію прийнятності за умовою (2)

Критерій прийнятності

Недоліки критерію прийнятності:

- якщо у множину прийнятних рішень потрапляє кілька рішень, то яке з них обрати в якості кінцевого, даний критерій відповіді не дає.

- неможливість графічної ілюстрації на кшталт рисунка на слайді 3, коли показників якості більше, ніж два.

Тоді на допомогу приходить критерій переваги.

Критерій переваги

Критерій переваги однієї системи (одного значення її вектора якості $\vec{Q}$ над іншою системою (іншим значенням вектора якості $\vec{Q}$).

У загальному випадку він складається з безумовного критерію переваги (БКП чи критерій Парето) та умовного критерію переваги (УКП).

Безумовний критерій переваги: нехай порівнюються дві системи (два варіанти її побудови) S' та S'', яким відповідають вектори якості

$$\vec{Q}' = (k_1', k_2', ..., k_m') \text{ та } \vec{Q}'' = (k_1'', k_2'', ..., k_m'');$$

ці вектори мають стандартний вигляд (чим менший k_i, тим краща система при незмінних значеннях інших m-1 показників). Необхідна та достатня умова того, що система S'' краща за систему S' є такою: $k_i'' \le k_i'$ для всіх i, і щонайменше для одного номера $i = i_0$ виконується строга нерівність $k_{i_0}'' < k_{i_0}'$.

У скороченій формі ця умова матиме такий вигляд: $\vec{Q}'' \le \vec{Q}'$.

І навпаки, якщо $\vec{Q}'' \ge \vec{Q}'$ (тобто $k_i'' \ge k_i'$ для всіх i, і щонайменше для одного номера $i = i_0$ виконується строга нерівність $k_{i_0}'' > k_{i_0}'$), то система S'' безумовно гарша за систему S'.

Якщо ж $\vec{Q}'' = \vec{Q}'$, тобто $k_i'' = k_i'$ для всіх i, то системи S' та S'', є рівноцінними за якістю.

Критерій переваги

Приклад 1. Нехай задано $\vec{Q}' = (2, 7, 10)$ та $\vec{Q}'' = (1, 3, 9)$. Визначити кращу систему.

Відповідь: безумовно кращою є система $\vec{Q}''$.

Приклад 2. Нехай задано $\vec{Q}' = (2, 7, 10)$ та $\vec{Q}'' = (1, 8, 9)$. Визначити кращу систему.

Відповідь: тут не виконується жодна з трьох умов БКП. У такому випадку кажуть, що за ***БКП системи не є порівнюваними.***

За такої ситуації у розгляд вводять інший критерій переваги – умовний критерій переваги.

Критерій переваги

Умовний критерій переваги: потрібно додатково домовитись, за яким принципом одній комбінації показників якості $k'_1, k'_2, \ldots k'_m$ повинна надаватись перевага над іншою комбінацією $k''_1, k''_2, \ldots k''$.

З цією метою вводиться результуюча скалярна функція векторного аргументу

$$K_{res} = f_{res}(k_1, k_2, \ldots, k_m) = f_{res}(\vec{Q}),$$

де K_{res} – результуючий (узагальнений) показник якості;

$f_{res}(k_1, k_2, \ldots, k_m)$ – деяка визначена функція показників якості k_i, яку називають «цільова функція» («результуюча цільова функція»).

Вигляд цільової функції обґрунтовують виходячи з призначення системи.

Вигляд цільової функції можна вибрати різний: чим менший K_{res}, тим краща система (тоді її ще називають функцією втрат), або, навпаки, чим більший K_{res}, тим краща система (тоді це функція корисності).

Критерій переваги

Доволі поширеним варіантом цільової функції є такий:

$$K_{res} = \sum_{i=1}^{m} c_i k_i = c_1 k_1 + c_2 k_2 + \ldots + c_m k_m, \qquad (3)$$

де c_i – вагові коефіцієнти, на які накладають обмеження вигляду:

$$c_i > 0, \sum_{i=1}^{m} c_i = 1.$$

Але вибір вагових коефіцієнтів у виразі (*) теж суб'єктивний!

Приклад 3. Нехай задано $\vec{Q}' = (2, 7, 10)$ та $\vec{Q}'' = (1, 8, 9)$;

$c_1 = 0{,}1; c_2 = 0{,}45; c_3 = 0{,}45.$ Визначити кращу систему.

Відповідь: спочатку обчислимо значення цільової функції для кожної із систем:

$$K'_{res} = \sum_{i=1}^{m} c_i k_i = 0{,}1 \cdot 2 + 0{,}45 \cdot 7 + \ldots + 0{,}45 \cdot 10 = 7{,}85;$$

$$K''_{res} = \sum_{i=1}^{m} c_i k_i = 0{,}1 \cdot 1 + 0{,}45 \cdot 8 + \ldots + 0{,}45 \cdot 9 = 7{,}75.$$

Критерій переваги

Бачимо, що $K''_{res} < K'_{res}$, на підставі чого робимо висновок про те, що кращою є система $\vec{Q}''$.

Переваги УКП: за його використання, на відміну від БКП, не порівнюваних варіантів відсутні; порівнюється лише пара скалярних величин, а не векторні.

Недоліки УКП: вибір цільової функції дуже суб'єктивна процедура, тому і критерій названо умовним.

Критерій переваги

БКП використовують, як правило, на стадії наукових досліджень та на початкових етапах проектування, коли враховують відносно невелику кількість показників якості (до 5 – 10). На заключних етапах проектування, коли потрібно враховувати більшу кількість показників якості та порівнювати не порівнювані за БКП варіанти, використання конкретного УКП є не лише виправданим, але й необхідним.