



НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№1(12)/2002



УДК 519.816:623.76

Мітрахович М. М., Бурячок В. Л., Луханін М. І.
 Озброєння Міністерства оборони України. Україна, м. Київ

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МНОЖИНИ КРИТЕРІЇВ ПОДІБНОСТІ
 ТА ЗІСТАВЛЕННЯ СТРУКТУРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗРАЗКІВ-АНАЛОГІВ ІЗ ЗРАЗКОМ
 (СИСТЕМОЮ) ТЕХНІКИ, ЩО ОБРАНИЙ ЗА БАЗОВИЙ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ
 ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ**

Анотація

У статті запропоновані основні аспекти методики визначення множини критеріїв подібності та зіставлення структурних властивостей зразків-аналогів із зразком (системою) техніки, що обраний за базовий при вирішенні завдань прогнозування їх застосування та розвитку.

Abstract

In article are stated main aspects of the methods of the determination of the main criterion of the resemblance and comparisons structured characteristic sample-analogue with sample (the system) of the technology, which is chose as base sample, at decision of the problems of the forecasting their further using and developments.

Даний підхід до вирішення задач прогнозування застосування та розвитку зразків (систем) техніки використовує знання про аналогічні роботи та орієнтований на залучення аналого-порівняльних методів, які базуються на зіставленні перспективних робіт або їх складових частин з відомими аналогами (виробами, зразками, системами) за параметрами та витратами на їх забезпечення [1–3].

Мета методики полягає у:

- виборі деякої множини зразків-аналогів, тобто визначенні можна чи ні розглядати той або інший виріб (систему) як зразок-аналог;
- упорядкуванні зразків-аналогів за шкалою переваг (ступенем близькості до зразка, що розроблюється або модернізується);

- виділенні найкращого (найближчого) з безлічі зразків-аналогів;

- приведенні у відповідність структур зразків-аналогів та перспективного (зразка, що розроблюється або модернізується) або базового зразка.

Вагомою ознакою та головним елементом методики є порівняння [4].

Порівняння – це процедура виявлення ознак подібності і розходження в досліджуваному об'єкті шляхом зіставлення його з іншими об'єктами. Зіставлення об'єктів за ознаками подібності дозволяє перейти до об'єднання їх в окремі групи. Виявлення ознак подібності використовується для висновків: "аналогічні об'єкти, що досліджуються, чи ні". В даному випадку про невідомі властивості об'єкта судять на підставі подібності цього об'єкта з іншими.

Порівняння (або встановлення подібності) здійснюється послідовно за трьома основними критеріями. Два з них, як правило, розбивають на два підкритерія, в результаті чого при порівнянні використовуються п'ять критеріїв подібності.

Перший критерій – це функціональна подібність, тобто подібність зразків (об'єктів, систем, підсистем) за переліком функцій, що ними виконуються.

Функціональна подібність може бути повною, частковою (коли велика частина функцій зразків збігається цілком), приблизною (деякі функції схожі).

Друга група критеріїв означає структурну або конструктивну подібність.

На верхніх рівнях ієрархії, наприклад програми модернізації техніки, елементами, що розроблюються,

можуть бути системи, підсистеми та блоки. Тоді другий рівень подібності визначається як структурний, тобто відшукується подібність за переліком елементів та зв'язками між ними.

При аналізі структурної подібності розрізняють два критерії, а саме:

- за переліком елементів;
- за зв'язками між ними.

Критерій переліку елементів, як і критерій функціональної подібності, має три ступені градації: повний, частковий, приблизний. Зв'язки між елементами можуть збігатися цілком або частково.

На нижніх рівнях ієрархії елементами, що розробляються, можуть бути зразки та вироби. В них можливе виділення конструктивної подібності на основі порівняння конструктивних схем, компонування елементів. У конструктивно схожих виробах реалізується та ж сама принципова схема або ідея, зустрічаються однакові або подібні агрегати та складальні засоби.

Третя група критеріїв стосується параметричної подібності об'єктів, що порівнюються. Вона охоплює моменти подібності за складом і номіналом параметрів. Останні мають три ступені градації. Якщо має місце подібність виробів за функціями та структурою, то це припускає наявність однакового складу параметрів. Причому значення одних параметрів можуть збігатися, а інших ні, тобто, як правило, спостерігається часткова параметрична подібність.

Методика передбачає порівняння перспективного зразка і можливих зразків-аналогів послідовно [5, 6] за всіма запропонованими критеріями.

В результаті цього визначається три подібності (наприклад: "функціональна" або "функціонально-параметрична") та їх ступінь. Ступінь подібності, хоча і має кількісне вираження, є величиною наближеною, тому що заснована на парному порівнянні зразків-аналогів з перспективним (базовим) зразком ("подібність краща, або гірша"), тобто їхньої якісної оцінки. Тому узагальнений ступінь подібності є достовірним для упорядкування зразків-аналогів за шкалою переваг (ступенем близькості) і виділення найбільш близьких (найкращих).

Для упорядкування можливих зразків-аналогів за ступенем близькості пропонується використовувати метод Електра. Його головна перевага по відношенню до інших методів експертних оцінок полягає в тому, що:

- вихідні дані задаються за якісною шкалою;
- можливе попарне порівняння зразків-аналогів за ступенем їх близькості до перспективного (базового) зразка;
- критерії, що використовуються для порівняння впорядковані за ступенем важливості (найбільш істотною є функціональна подібність, найменш — параметрична, яка до того ж залежить від перших двох критеріїв);

- результат є якісною оцінкою, що впорядкована за шкалою переваг;

- можливе призначення числових номіналів для якісних шкал критеріїв, використовуючи для цього ту чи іншу експертну систему.

Наведемо приклад застосування методу Електра для вирішення задачі упорядкування зразків-аналогів і виділення серед них безлічі найближчих.

Алгоритм полягає у проведенні таких етапів.

Перший етап: виділення критеріїв та визначення їхніх шкал (якісних):

"Ф" — функціональна подібність (можливі значення): "п" — повна подібність; "ч" — часткова подібність; "с" — функції схожі; "р" — функції різні; "С" — структурна подібність (комбіноване за двома ознаками):

склад елементів (можливі значення): "п" — повна подібність; "ч" — часткова подібність; "с" — склад схожий; "р" — склад різний;

компонування елементів (можливі значення): "п" — повна подібність; "с" — компонентування схоже; "р" — компонентування різні.

Варіанти сполучення двох ознак ("склад" і "компонування"): "п, п"; "п, с"; "п, р"; "ч, с"; "ч, р"; "с, с"; "с, р"; "р, р".

"П" — параметрична подібність за ознаками: склад параметрів з множиною можливих значень ("п", "ч", "с", "р"), значення параметрів з множиною ("п", "ч", "р").

Варіанти сполучення двох ознак аналогічні функціональній подібності.

Другий етап розгалужується на вирішення таких задач:

а) визначення вагових коефіцієнтів критеріїв. Пропонуються значення: "Ф" — 0,5; "С" — 0,3; "П" — 0,2.

Можливе корегування запропонованих вагових коефіцієнтів особою, що приймає рішення (ОПР) або групою експертів.

б) визначення реперів за кожною шкалою. Пропонуються значення:

для шкали з чотирьох значень: "п" — 1; "ч" — 0,5; "с" — 0,3; "р" — 0;

для шкали з трьох значень: "п" — 1; "с" — 0,5; "р" — 0, що також можуть бути відкореговані;

для комбінованих значень реперів визначаються як середнє з двох вихідних реперів: "п, п" — 1; "п, с" — 0,75; "п, р" — 0,5; "ч, с" — 0,5; "ч, р" — 0,25; "с, с" — 0,3; "с, р" — 0,15; "р, р" — 0.

Третій етап: оцінка можливих аналогів за зазначеними критеріями.

Четвертий етап: побудова графів переваг (за кожним критерієм будується свій граф переваги).

П'ятий етап: розрахунок матриць згоди та незгоди.

Шостий етап, як і другий, розгалужується на вирішення декількох задач, а саме:

- а) побудова узагальненого графа; варіювання границь із кроком 0,1 у зазначеному нижче порядку доти, поки не буде отриманий зв'язний граф:

$$\left. \begin{array}{l} G(1,0) \\ G(0,9,0) \\ G(1,0,1) \\ G(0,9,0,1) \end{array} \right\} \pm 0,1 \dots \pm 0,2$$

- б) видалення контурів.

Сьомий етап:

- а) виділення найкращого елемента (зразка-аналога);
б) виділення близьких зразків-аналогів за графом, причому кількість гірших вершин повинна бути меншою, ніж кращих.

Наступним кроком відбувається приведення у відповідність структур зразків-аналогів та перспективного (зразка, що розроблюється або модернізується) або базового зразка.

Припустимо, що перспективний (базовий) зразок O представлений ієрархічною структурою $O = H(O_j)$, де O_j – елемент структури; i – номер рівня ієрархії; j – номер вузла в даному рівні. У загальному вигляді структура зразка представлена на рис. 1.

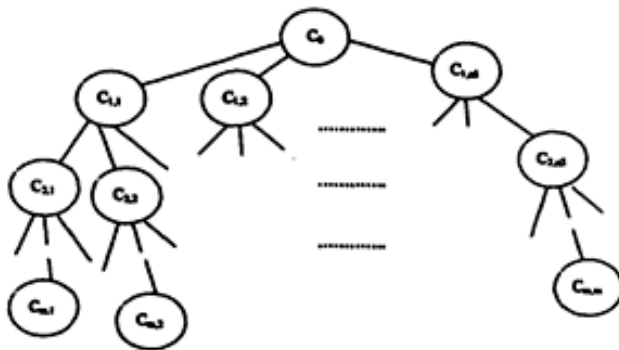


Рис. 1

Необхідно зіставити множину зразків-аналогів $\{A^k\}_{k=1}^N$, кожен з яких також представлений ієрархічною структурою $A^k = H(a_j^k)$ $i = \overline{0, n^k}$, $j = \overline{0, m^i}$, зі структурою базового (перспективного) зразка O . В результаті зіставлення необхідно визначити відповідність рівнів зразків-аналогів і рівнів базового зразка. Послідовність дій в даному випадку наступна.

На першому кроці відбувається порівняння елементів базового зразка O та зразків-аналогів A^k . Для цього будується матриця відповідності елементів A^k і O . Вихідна матриця відповідності елементів базового зразка O й зразків-аналогів A^k може бути заповненою таким чином:

- а) шляхом використання експертних оцінок;
б) використовуючи імпорт вихідних даних.

Перелік рядків і стовпців матриці відповідності визначається елементним складом O і A^k . У вузлах матриці повинен бути визначений ступінь близькості S відповідних елементів у діапазоні $[0,1]$.

На другому кроці відбувається оцінка відповідності рівнів зразків-аналогів та базового зразка.

Формування вихідної матриці відповідності елементів базового зразка O й зразків-аналогів A^k шляхом використання експертних оцінок полягає в такому.

По-перше, у даному випадку дані, що необхідні для роботи методики вводяться експертом.

По-друге, для візуалізації цієї операції використовуються матриця відповідності (табл. 1) та графічна шкала близькості, від якої представлений на рис. 2.

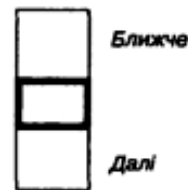


Рис. 2

По-третє, використовуючи дані, що знаходяться в матриці $Mm(A^k)$, одержуємо оцінку близькості рівнів зразка-аналога і базового зразка.

У матриці $Mm(A^k)$ знаходяться $m \cdot n_i$ (m – кількість рівнів базового зразка, n_i – кількість рівнів i -го зразка-аналога) підматриць, кожна з яких містить інформацію про поелементне відношення рівнів базового зразка та зразка-аналога. Правило згортки підматриць до конкретного числа полягає у застосуванні графічної шкали близькості, що приведена на рис. 2.

Формування вихідної матриці відповідності елементів базового зразка O й зразків-аналогів A^k шляхом використання імпорту вихідних даних полягає в такому.

По-перше, передбачається, що дані, необхідні для роботи методики, були введені раніше. У цьому випадку матриця заповнюється автоматично.

По-друге, оцінивши попарно елементи зразка-аналога A^k і базового зразка O , отримуємо заповнену k -ту матрицю відповідності її елементів.

Оскільки розглядається k зразків-аналогів, то матимемо k матриць $Mm(A^k)$, де $k = \overline{0, N}$. Кожен елемент матриці $Mm_{A^k}(i, j) \in [0,1]$ буде характеризувати близькість рівнів зразка-аналога та базового зразка. Очевидно, що це правило повинне задовольняти таким умовам:

- якщо спостерігається взаємно однозначна відповідність елементів рівня базового зразка й зразка-аналога, результатом роботи правила буде одиниця;
- якщо зв'язків між елементами рівнів не спостерігається, то результатом роботи правила буде нуль;

Таблица 1

Матрица відповідності елементів зразка O й аналога A^k

	Рівні O	1			2						M		
Рівні A^k	Елементи	$C_{1,1}$	...	...	$C_{2,1}$	...	C_{2,n^k}$	...	...	...	C_{m,1}$	...	C_{m,n^k}
1	$A_{1,1}^k$												
	A_{1,n^k}^k												
...	...												
	...												
	...												
n^k	$A_{n^k,1}^k$												
	A_{n^k,n^k}^k												

- якщо рівень O близький до рівня A^k зі ступенем α , то це не означає, що рівень A^k близький до рівня O зі ступенем α .

За основне правило в даному випадку можна обрати таке:

$$I = \frac{\sum_{j=1}^{n^k} \max_{i=1, \dots, m} (C_{i,j})}{n^k}$$

По-третє, застосувавши дане правило до всіх підматриць l -ї матриці $Mm(A^k)$, одержимо матрицю $M(A^k)$.

В результаті застосування розробленої методики:

а) буде отриманий набір з k матриць $M(A^k)$, вигляд яких представлений на рис. 3. Кожний елемент матриці $Mm_{A^k}(i, j) \in [0,1]$.

O				
A^k				
k				

Рис. 3. Матриця відповідності рівнів

б) для кожного рівня зразків-аналогів буде знайдений такий рівень базового зразка, який йому максимально відповідатиме. Так i -му рівню k -го зразка-аналога відповідатиме i -й рядок матриці $M(A^k)$. Знайшовши в цьому рядку елемент $C_{ij} = \max M(A_{ij}^k)$, $i = \overline{1, m}$, можливо визначити такий i -й рівень k -го зразка-аналога, якому відповідатиме j -й рівень базового зразка.

Література

1. Башин М. Л. Прогнозирование научно-технического прогресса. — М.: Московский рабочий, 1970. — 243 с.
2. Васильев Ю. П. Прогнозирование и перспективное планирование в промышленности. — Л.: Лениздат, 1973. — 184 с.
3. Добров Г. М. Прогнозирование науки и техники. — М.: Наука, 1969. — 156 с.
4. Чирков В. Г. Выбор рациональных технических решений // Б-ка инженера. — К: Техника, 1991. — 159 с.
5. Гохман О. Г. Экспертное оценивание. — 1991.
6. Добров Г. М., Ершов Ю. В. и др. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. — К: Наукова думка, 1974.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВ