

ТЕОРІЯ І МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

УДК 657.471.012

Л. Гліненко, І. Атаманова

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра конструювання і технології виробництва радіоапаратури

ОЦІНКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ЗА КРИТЕРІЄМ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИТРАТ

© Л. Гліненко, І. Атаманова, 2001

Проаналізована існуюча технологія оцінки прийнятних витрат на елементи системи в ФВА. Запропоновано удосконалити методику шляхом введення нового критерію функціональної доцільності витрат.

За основу функціонально-вартісного аналізу покладено функціональний підхід до оцінки технічних систем, за яким довільна технічна система розглядається як засіб реалізації певної технічної функції, яка забезпечує задоволення деякої потреби [1]. За таким тлумаченням технічна система моделюється у вигляді дерева внутрішньосистемних функцій, гілка верхнього рівня якого збігається із зовнішньою функцією системи. Гілки першого ярусу відповідають основним внутрішнім функціям системи, другого – допоміжним першого рангу тощо. Оптимальний варіант реалізації системи вибирається, враховуючи чисельно визначену межу мінімально необхідних витрат на реалізацію кожної з функцій, що дає змогу проводити оптимізацію за інтегральним показником якості, до складу якого входить вартість функцій.

Оптимізація системи за таким критерієм передбачає, що для вартості кожної функції, що складається з вартості її носія та експлуатаційних витрат, існує межа «функціональної доцільності». Ця межа задається співвідношенням функціональної значущості (вагомості) внутрішніх функцій. Інакше кажучи, чим більший внесок даної функції в реалізацію головної функції системи, тим більша частка витрат може припадати на дану функцію, і, отже, на її носія. Рангування функцій за значущістю здійснюється відповідно до ступеня безпосередньої участі в перетворенні об'єкта головної функції з використанням відповідних розрахунків коефіцієнтів функціональної участі. Після розташування функцій у порядку монотонного спадання і присвоєння їм відповідних рангів межа функціональної значущості описується формулою:

$$W_i = \frac{2n}{\sum_{i=1}^n i}, \quad (1)$$

де i – ранг функції, n – кількість функцій за умови, що кожна функція має власний ранг.

Межа функціонально виправданих витрат на функцію задається кривою, що є дзеркальним відбиттям кривої функціональної значущості окремих функцій [2]. Сукупність цих двох кривих утворює функціонально-вартісну діаграму (рис. 1).

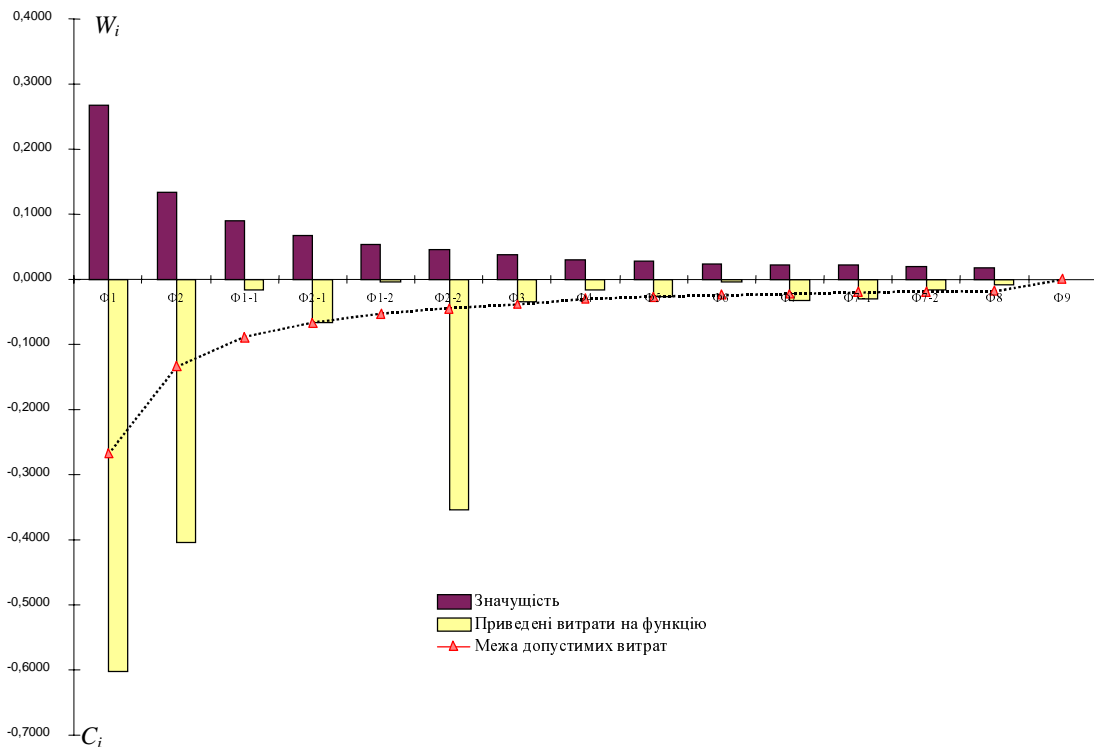


Рис.1. Побудова функціонально-вартісної діаграми в ФВА

Масштабування шкали вартостей здійснюється, виходячи з припущення, що в існуючій системі-прототипі витрати на функцію із середнім значенням функціональної значущості $W_j = W_{ср}$ збігаються із функціонально необхідними $C_j = C_{opt}$, де

$$W_{ср} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i = \frac{2}{\sum_{i=1}^n i} \sum_{i=1}^n \frac{1}{i}. \quad (2)$$

Неважко показати, що існуюча межа допустимих витрат на функції різних рангів і крива приведених витрат описуються рівняннями:

$$\bar{C}_{id} = -W_i; \quad (3)$$

$$\bar{C}_i = -\frac{C_i}{C_j},$$

де j відповідає рангу функції із середньою вагомістю, тобто є розв'язком рівняння:

$$\frac{i}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{i} = n. \quad (4)$$

Всі функції, приведена вартість яких перевищує відповідну для їх рангу межу функціонально допустимих витрат, вважаються надлишковими за вартістю реалізації і утворюють так звану *зону надлишкових витрат*. Відповідно всі функції, що потрапляють у цю зону, розглядаються як занадто витратні і підлягають економізації. Інакше кажучи, або носій функцій повинен бути здешевлений, або функція повинна бути реалізована іншим носієм чи вилучена з системи.

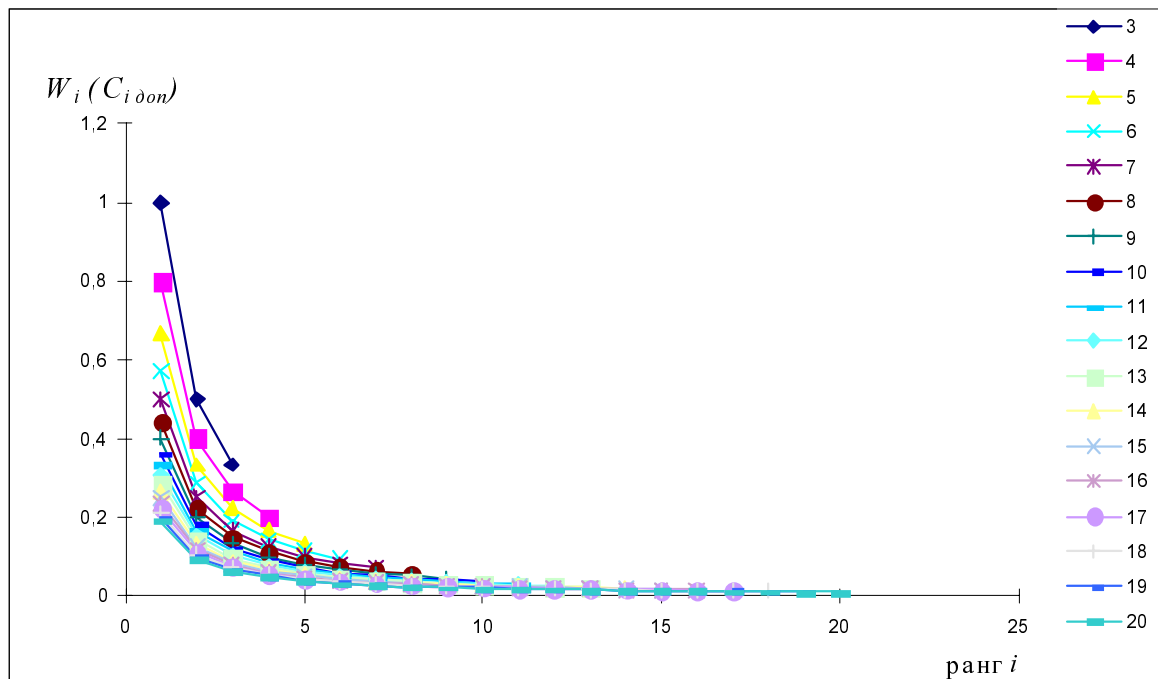


Рис. 2. Криві $W_i = W_i(i) = C_{i \text{ доп}}(i)$ для різних кількостей виділених функцій ($n=3 \div 20$)

Застосування такої методики для складних електронних систем має, окрім тривалості самої процедури побудови функціонально-вартісної діаграми, ще деякі недоліки, пов'язані зі способом визначення зони надлишкових витрат (рис. 2).

Це суто методологічні недоліки, які проявляються в тому, що:

1) розрахунки потребують роздрібнення гілок функціонального дерева до рівня елементарних функцій одного й того ж рівня, що для складних систем є вкрай трудомістким, а деколи взагалі неможливе;

2) положення кривої допустимих витрат (рис. 2) залежить від вартості функції із середньою функціональною значущістю, що породжує принаймні дві проблеми. По-перше, припущення про оптимальність витрат саме на цю функцію є абсолютно довільним; по-друге, визначення за (4) рангу функції з $W_i = W_{\text{сер}}$ переважно є наближеним. Як видно з рис. 3, $W_{\text{сер}}$ збігається з рангом реально існуючої функції лишень для $i = 4, n = 2$ та $i = 8, n = 4$; в решті випадків за функцію із середньою значущістю приймається функція з W_i , найближчим до середнього;

3) положення і форма кривої допустимих витрат, як видно з рівнянь (3) і (5), залежить від кількості виділених функцій, що, в свою чергу, визначається суб'єктивно виділеним рівнем роздрібнення функцій на «елементарні»;

4) оптимізація витрат на функції полягає в пошуку конструктивних і технологічних способів такої реалізації функцій, яка забезпечувала б наближення цих витрат до кривої гранично допустимих витрат. При цьому не враховується те, що при зменшенні кількості допоміжних функцій більш низьких рангів із усуненням їх носіїв буде змінюватись як положення, так і форма кривої функціональних значущостей і, як наслідок, кривої допустимих витрат (рис. 2). Як видно з рис. 2, крива є крутішою, тобто буде зростати частка допустимих витрат на функції вищих рангів, що ілюструє рис. 3. Ранг функції з середньою значущістю також зсувається в бік вищих рангів.

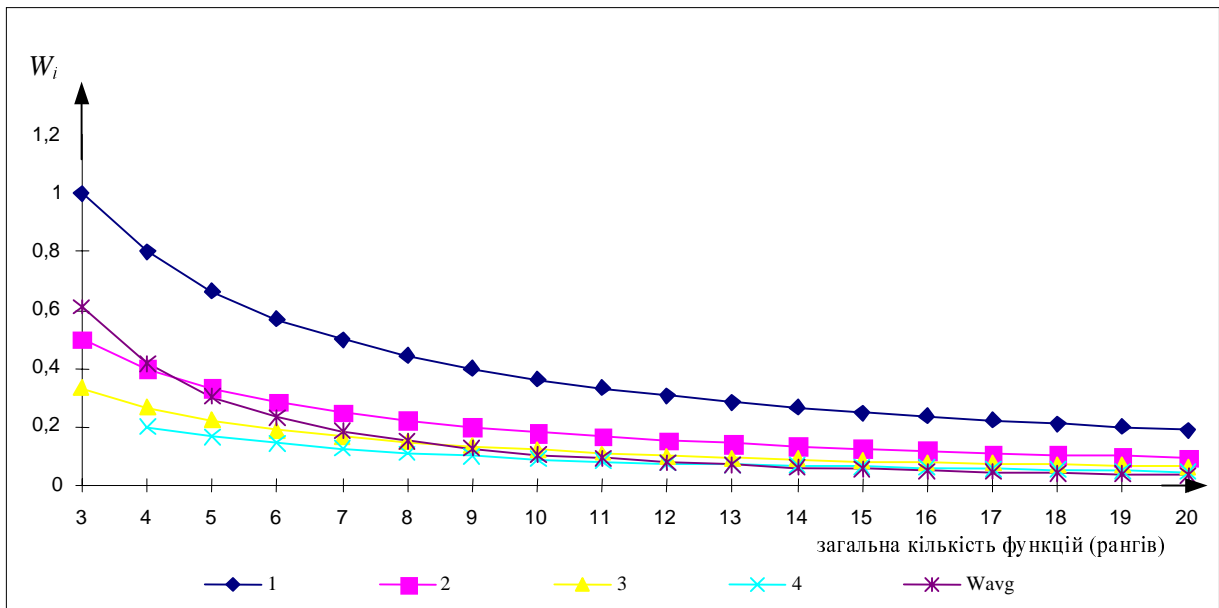


Рис. 3. Залежність функціональної значущості W_i від кількості рангів (функцій) n для $i = 1 \div 4$ і $i = i_{\text{сєр}}$

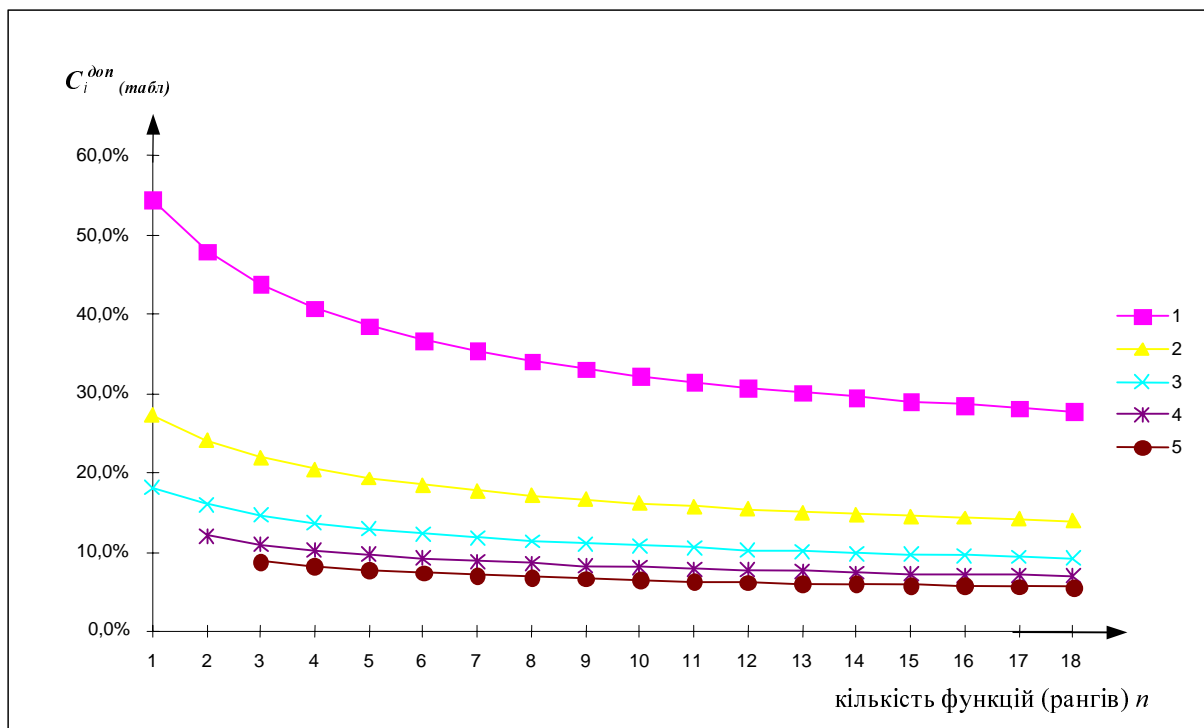


Рис. 4. Зміна прийнятної частки витрат (%) на функції 1-5-го рангів залежно від загальної кількості функцій (рангів)

Для усунення цих недоліків і спрощення процедури функціонально-вартісного аналізу пропонується прийняти за критерій оптимальності витрат на реалізацію функції показник функціонально виправданої частки витрат на функцію кожного з рангів.

Очевидно, що частка функціонально виправданих витрат на функції різних рангів, виходячи з простої симетрії кривих функціональної значущості і допустимих приведених витрат, буде визначатися за формулою:

$$c_i^{omn} = \frac{\bar{C}_{i\delta}}{\sum_{i=1}^n \bar{C}_{i\delta}} = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} = \left[i \sum_{i=1}^n (i)^{-1} \right]^{-1}. \quad (5)$$

Ця величина легко піддається розрахунку як для заданої, так і для скороченої (внаслідок застосування інших рішень) кількості функцій; не залежить від коректності визначення рангу функції із середньою функціональною значущістю і оптимальності витрат на неї; може бути використана при різнорівневому декомпонуванні функцій в межах різних блоків. Значення має тільки ранг, присвоєний даній функції, що спрощує процедуру розрахунку і робить її більш коректною. Більше того, ці частки можуть бути розраховані попередньо, що зводить процес оцінки функціональної доцільності витрат до простого порівняння реальної частки витрат, що припадає на дану функцію, з табличним значенням для функції відповідного рангу. Графічне відображення сукупності цих табличних значень для функцій 1÷5-го рангів і $n = 3 \div 20$ наведено нижче, на рис. 4.

Отримані нами криві допустимої частки витрат на функції різних рангів при різній кількості функцій (рис. 4) можуть бути інструментом приведення витрат на функції до функціонально необхідних як перерозподілом витрат між функціями, так і усуненням деяких функцій разом з носіями

1. Гліненко Л.К., Смердов А.А., Вибойцик О.М. *Моделювання евристичних задач проектування*. Львів, 1997. 2. *Техника ФСА. Справочник*. К., 1990.

УДК 621.396.6:681.3

В. Каркульовський, І. Мотика

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра систем автоматизованого проектування

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ. ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ

© Каркульовський В., Мотика І., 2001

Розглядаються особливості застосування методу діакоптики при моделюванні складних механічних систем на етапі аналізу структури системи.

Для підвищення ефективності застосування сучасних інформаційних технологій проектування при аналізі складних механічних систем доцільним є використання методів діакоптики та теорії мереж, які широко застосовуються для аналізу електричних кіл. Однак, на жаль, в електричних мережах геометрія системи не має особливого значення, окрім, звичайно, кіл НВЧ, де геометричні розміри елемента суттєво впливають на характеристики системи. У механічних системах метричні характеристики відіграють вирішальну роль. Ці системи необхідно розглядати у тривимірному просторі із врахуванням кутів повороту окремих елементів. Тому виникає необхідність у проведенні геометричного аналізу (ГА) перед розрахунком статичного та динамічного режимів.

Для аналізу складна механічна система розчленовується плоскими перерізами на окремі складові – базові елементи та шарніри, які, відповідно, відображають компоненти механічної системи та способи їх з'єднання.