

О. В. Грабовський, Л. В. Коломієць, д.т.н.

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ПРИНЦИПОВІ ПИТАННЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МУЛЬТИХРОМОСОМНОГО ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Розглядається рішення одного з принципів завдань багатокритеріальної оптимізації показників якості інформаційно-обчислювальної системи. Показується, що воно може бути отримане з використанням мультихромосомного генетичного алгоритму. Рішення дозволяє знайти співвідношення параметрів елементів системи, які найкраще задовольняють заданим критеріям якості на етапах її життєвого циклу.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, показник, якість, оптимізація, генетичний алгоритм

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. При сучасному розвитку інформаційних технологій визначальне значення для практики підтримки прийняття рішень набувають методи оцінки станів об'єктів. Як правило, при оцінці якості технічних систем до яких відносяться інформаційно-вимірювальні системи (ІВС), на кожному з етапів їх життєвого циклу виділяються істотні фактори, що спричиняють найбільший вплив на цільову функцію управління, і з урахуванням цих факторів або груп параметрів проводиться оцінка ефективності функціонування об'єкта [1]. На основі прийнятих рішень далі може йти мова про оптимізацію показників якості технічної системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що в основі оптимізації технічних систем лежить системний аналіз (СА). Його означення та процедура проведення є, наприклад, у [2]. Результатом СА є вибір з множини можливих варіантів побудови системи на підставі аналізу та перебору, одного варіанту, який буде вважатися оптимальним, тобто задовольняти деякому критерію (критеріям). При аналізі складних систем задача оптимізації розглядається як багатокритеріальна, а її результат – як один з кращих варіантів, що погоджує ряд суперечливих вимог до рішення, яке приймається.

Одним з напрямків СА є вивчення процесів проектування, створення, випробування та експлуатації складних технічних систем з орієнтацією цих процесів на досягнення максимального підвищення якості. У нашому випадку – на побудову оптимальних за співвідношенням показників якості технічних засобів, програмного та інформаційного

забезпечення ІВС. Згідно до загальновідомих означень, якість, як сукупність характеристик об'єкта (системи), що відносяться до його здатності задовольняти встановлені або передбачувані потреби, представляє собою багатовимірний об'єкт, для дослідження якого можуть бути корисні підходи та результати, отримані в результаті системного аналізу.

Галуззю науки, яка вивчає та реалізує методи кількісної оцінки якості об'єктів реального світу, є кваліметрія. Кваліметрія є частиною квалітології – науки про якість. Базуючись на цьому, в основу дослідження, на відміну від відомих методів дослідження ІВС з використанням генетичних алгоритмів (ГА), які мають у своєму підґрунті синергетичні методи, нами покладений саме кваліметричний підхід: в кваліметрії, при аналізі, синтезі та пошуку оптимуму якості об'єктів, можуть застосовуватися методи системного аналізу і навпаки, системний аналіз включає в себе кваліметричну оцінку показників системи.

Т.ч., процес оптимізації якості ІВС можна умовно розділити на п'ять взаємопов'язаних етапів:

- 1) побудова ієрархічної структури системи шляхом послідовного її розчленування на окремі підсистеми та елементи;
- 2) побудова графа (дерева) якості, який дає повну картину якісних і кількісних показників кожної складової та всієї системи в цілому;
- 3) розробка структурно-логічної схеми системи;
- 4) створення узагальненої моделі якості системи;
- 5) пошук оптимуму співвідношення показників якості системи.

Виходячи зі сказаного, формальною **постановкою задачі** є виявлення факту того, чи

повинна модель життєвого циклу кожної складової та системи в цілому визначатися в технічному завданні згідно до діючих стандартів. При цьому необхідно встановити, чи показники якості на кожному етапі життєвого циклу є комплексними показниками і чи ці показники складаються з відповідних показників технічних і програмних засобів та рішень.

Виклад основного матеріалу. На основі розгляду структури ІВС як програмно-апаратної системи, доцільним є формулювання вимог до складу генетичної моделі оцінки якості в цілому і видів забезпечення – зокрема на етапах життєвого циклу: проектуванні, виробництві, експлуатації. Виходячи з цього, необхідно піддати аналізу методи оптимізації якості з урахуванням нечіткої інформації з метою обґрунтування необхідності розробки вдосконаленого методу, орієнтованого на генетичні алгоритми. З цієї точки зору виникає необхідність розгляду критеріїв оптимізації та формулювання пропозицій з комплексної оцінки якості ІВС з урахуванням видів забезпечення і етапів життєвого циклу, а також пропозицій щодо використання структури показників якості та керованих параметрів, які необхідно враховувати при розробці мультихромосомної генетичної моделі оцінки якості ІВС.

У неформальній формі завдання можна трактувати в такий спосіб: *потрібно знайти співвідношення параметрів елементів системи, які щонайкраще задовольняють заданим критеріям якості на всіх етапах життєвого циклу.*

Послідовне виконання пунктів процесу оптимізації приводить до побудови дерева властивостей (рис. 1).

Аналіз приведенного рисунка показує, що листи дерева будуть простими або квазіпростими показниками якості, які характеризують елементи системи; вузли – комплексні показники якості, які характеризують частини системи (підсистеми) та

систему в цілому; а гілки визначають взаємозв'язки між показниками. У якості критеріїв, що визначають якість системи, можуть бути як комплексні показники якості (КПЯ), так і прості або квазіпрості показники (ППЯ). При цьому тут розуміється, що такі показники характеризують лише співвідношення програмно-технічних компонентів системи без урахування економічної складової.

З метою формування цільової функції (ЦФ), розглянемо рис. 2.

Слідуючи з приведенного рисунка та з врахуванням того, що $K_i = \{L_i \cup K_{i+1}^{k_{i+1}}\}$, де K_i – множина показників властивостей i -го ярусу ($i = 1, 2, 3, \dots$), K_{i+1} – множина показників властивостей $i+1$ -го ярусу, k_{i+1} – мірність множини $i+1$ -го ярусу ($k \in \mathbb{N}^+$), L_i – множина ППЯ i -го ярусу ($L_i \subset K_i$), будь-який КПЯ можна представити як суму множин ППЯ поточного ярусу та множин КПЯ наступного ярусу дерева властивостей. Як видно, значення показників будуть векторною оцінкою можливого рішення $f(x) = (f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n))$, таким чином:

$$\begin{aligned} \text{ЦФ}_1 &= f(z_{\text{ППЯ}_1}, z_{\text{ППЯ}_2}); \\ \text{ЦФ}_2 &= f(z_{\text{ППЯ}_3}, z_{\text{ППЯ}_4}); \\ \text{ЦФ}_3 &= f(\text{ЦФ}_1, \text{ЦФ}_2, z_{\text{ППЯ}_5}) = \\ &= (z_{\text{ППЯ}_1}, z_{\text{ППЯ}_2}, z_{\text{ППЯ}_3}, z_{\text{ППЯ}_4}, z_{\text{ППЯ}_5}), \end{aligned}$$

де $\text{ЦФ}_1, \text{ЦФ}_2, \text{ЦФ}_3$ – цільові функції, які відповідно визначають значення КПЯ₁, КПЯ₂, КПЯ₃; $(z_{\text{ППЯ}_1}, \dots, z_{\text{ППЯ}_5})$ – значення ППЯ₁, ППЯ₂, ППЯ₃, ППЯ₄ та ППЯ₅ відповідно.

Узагальнюючи наведені вище вирази на дерево властивостей, запишемо:

$$\begin{aligned} \text{ЦФ}_{rj} &= f(\text{ЦФ}_{1j+1}, \text{ЦФ}_{2j+1}, \dots, \text{ЦФ}_{ij+1}, \dots, \text{ЦФ}_{nj+1}, z_{\text{ППЯ}_{1rj}}, z_{\text{ППЯ}_{2rj}}, \dots, z_{\text{ППЯ}_{arj}}, \dots, z_{\text{ППЯ}_{mrj}}) = \\ &= f(z_{\text{ППЯ}_{1rj}}, z_{\text{ППЯ}_{2rj}}, \dots, z_{\text{ППЯ}_{brj}}, \dots, z_{\text{ППЯ}_{vrj}}) \end{aligned} \quad (1)$$

де: ЦФ_{rj} – цільова функція КПЯ відповідного вузла r ярусу j дерева властивостей ($j = 0, 1, 2, \dots, k-1$); ЦФ_{ij+1} – цільова функція КПЯ вузла i ($i = 1, 2, \dots, n$) ярусу $j+1$ дерева властивостей (параметр функції ЦФ_{rj});

$z_{\text{ППЯ}_{arj}}$ – значення, що ППЯ_{arj} є параметром функції ЦФ_{rj} ($a = 1, 2, \dots, m$); $z_{\text{ППЯ}_{brj}}$ – значення, що ППЯ_{brj} є параметром функції ЦФ_{rj} або функції ЦФ_{ij+1} ; ($b = 1, 2, \dots, v$).

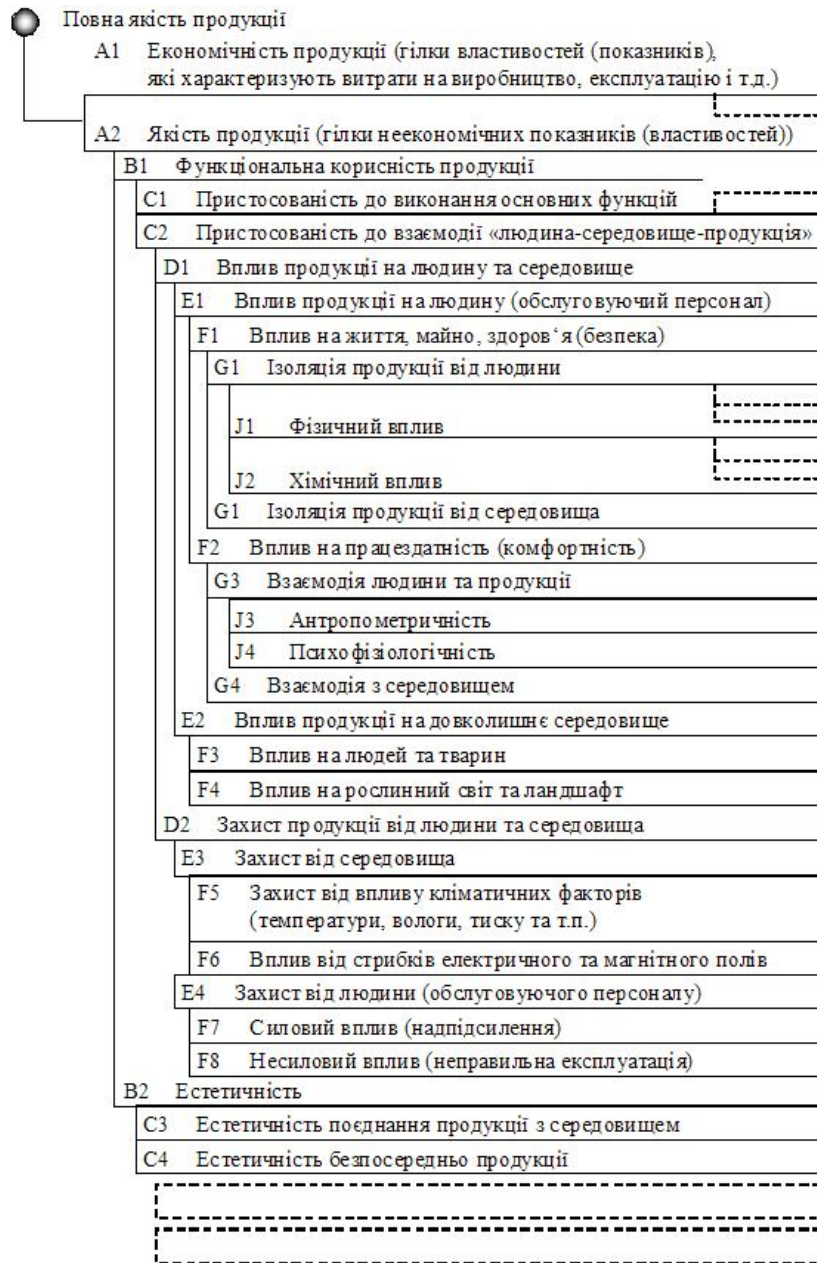


Рисунок 1 – Узагальнене дерево властивостей деякої умовної системи

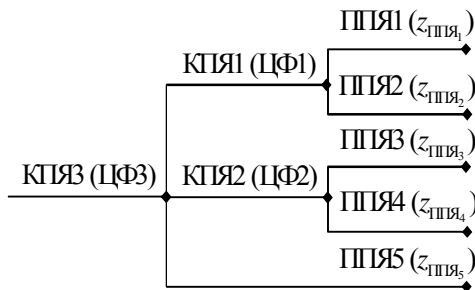


Рисунок 2 – Фрагмент ярусів дерева властивостей

та ярусах дерева властивостей, на основі узагальнення коду ППЯ у вигляді $Z_k Y_k X_k \dots B_k A_k A_0$, для кожного з обраних критеріїв по формулі (1) можемо синтезувати вирази для визначення ЦФ. Далі можемо синтезувати особини з використанням мультихромосомного генетичного алгоритму.

Наступна фаза роботи ГА – це формування популяції та циклічне, до виникнення заданої умови виходу із циклу, виконання стандартних ГО по відомих методиках, які достатньо докладно викладені у численній науковій літературі.

Т.ч., як видно, у процесі моделювання, шляхом послідовного проходу по листях, гілках

Розрахунки значень ЦФ критеріїв є однією з

найбільш важливих задач, розв'язуваних у процесі оптимізації системи. Розглянемо фрагмент дерева властивостей, представлений на рис. 3.

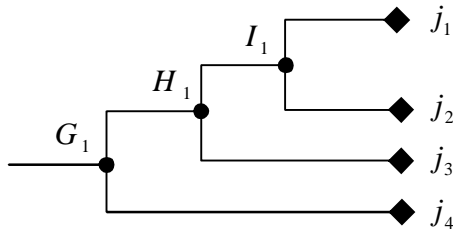


Рисунок 3 – Фрагмент дерева властивостей

$$I_1 = f(J_1, J_2); H_1 = f(I_1, J_3) = f(J_1, J_2, J_3); G_1 = f(H_1, J_4) = f(I_1, J_3, J_4) = f(J_1, J_2, J_3, J_4),$$

де ППЯ J_1, J_2, J_3, J_4 будуть параметрами векторних оцінок.

Вигляд векторних оцінок, які розраховані

Нехай критеріями якості будуть вузли I_1, H_1, G_1 та ППЯ J_3 і J_4 . Тоді, відповідно до вище наведеної методики формування ЦФ, можемо записати:

для критеріїв I_1 та H_1 , приведений на рис. 4, а та 4, б – відповідно.

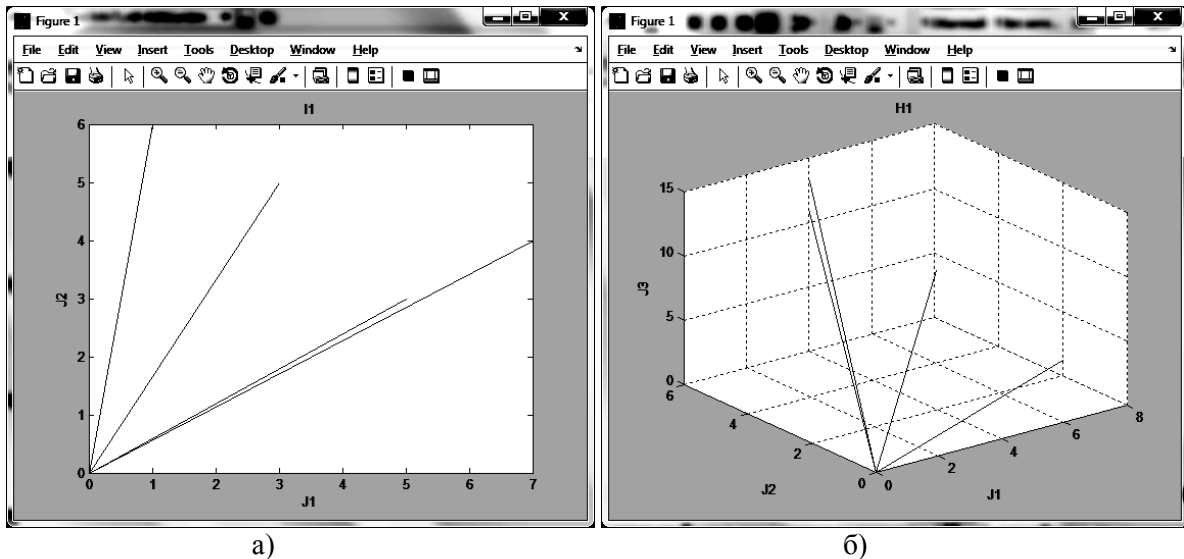


Рисунок 4 – Вигляд векторних оцінок, які розраховані для критеріїв I_1 (а) та H_1 (б)

Визначення функцій приналежності деякої величини нечіткій множини в багатомірних областях визначення, що є декартовим добутком X деякого числа n складових їхніх областей (X_1, \dots, X_n) , дане в [3]. Відповідно до теорії нечітких множин, синтезуємо означення для випадку функції бажаності Харрінгтона d , тобто покажемо приналежність векторної оцінки показника якості метричній шкалі Харрінгтона.

Означення 1. Класичним n -арним відношенням R , яке задане на області визначення $Z_{ППЯ} = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_n$, називатимемо впорядковану множину кортежів з n елементів, тобто:

$$R = \{ \{ (z_1, \dots, z_n), \mu_R(z_1, \dots, z_n) = d \} \mid (z_1, \dots, z_n) \in Z_{ППЯ} \}$$

де: ППЯ – інтегральний показник якості, який характеризує співвідношення економічної та технічної компонент системи; Z_i – можливі значення i -го ППЯ; (z_1, \dots, z_n) – кортеж, ступінь приналежності якого відношенню R дорівнює:

$$\mu_R(z_1, \dots, z_n);$$

$$d = \mu_R(z_1, \dots, z_n) = 1, \text{ якщо } (z_1, \dots, z_n) \in R;$$

$$d = \mu_R(z_1, \dots, z_n) = 0, \text{ якщо } (z_1, \dots, z_n) \notin R.$$

Функція приналежності класичного відношення відображає область визначення $Z_{ППЯ}$ на дискретну множину $\{0,1\}$, тобто:

$$d = \mu_R : Z_1 \times \dots \times Z_n \rightarrow \{0,1\}.$$

Означення 2. Нечітким n -арним відношенням R , яке задане на області визначення $Z_{\text{ПЛЯ}} = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_n$, називатимемо впорядковану множину кортежів з n елементів, тобто:

$$R = \left\{ \left((z_1, \dots, z_n), \mu_R(z_1, \dots, z_n) = d \right) \mid (z_1, \dots, z_n) \in Z_{\text{ПЛЯ}} \right\},$$

де: Z_i – можливі значення i -го ППЯ; (z_1, \dots, z_n) – кортеж, ступінь приналежності якого відношенню R дорівнює $\mu_R(z_1, \dots, z_n)$.

Функція приналежності нечіткого відношення відображає область визначення $Z_{\text{ПЛЯ}}$ на безперервний інтервал $[0,1]$:

$$d = \mu_R(z_1, \dots, z_n): Z_1 \times \dots \times Z_n \rightarrow [0,1].$$

У загальному випадку функція бажаності Харрінгтона d відношення R являє собою гіперповерхню в $(n+1)$ мірному просторі, де n – кількість ППЯ і/або квазіпростих показників якості формуючого критерію на підставі дерева властивостей (див. рисунки).

Для критеріїв, які мають фізичний смисл (ФК), розрахунок значення ЦФ може бути проведений з використанням аналітичного виразу, який визначає сам ФК. При цьому його параметрами будуть $z_{\text{ПЛЯ}_i}^{\text{ФК}_j}$ відповідного етапу життєвого циклу ІВС.

Складемо алгоритм розрахунків значення ЦФ і функції Харрінгтона для ФК:

Крок 1. Вибірка з хромосоми двійкового коду гена, який відповідний i -му ППЯ j -го ФК.

Крок 2. Зворотне перетворення довжин кодових послідовностей генів.

Крок 3. Переклад із заданою точністю двійкового коду гена в десяткове значення. Отримане число буде відповідати значенню ППЯ, кодованому відповідно до додаткової метричної шкали, яка може бути введена за особливими (необхідними) встановленими критеріями.

Крок 4. Переклад кодованого значення ППЯ з додаткової метричної шкали в код шкали Харрінгтона шляхом зсуву отриманого десяткового значення на величину z_{min} вліво.

Крок 5. Зворотне перетворення значення ППЯ кодованого у відповідності зі шкалою Харрінгтона зі значення z_i в z_i , тобто одержання поточного фізичного значення параметра $z_{\text{ПЛЯ}_i}^{\text{ФК}_j}$.

Крок 6. Розрахунки значення ФК (довжини вектора – див. рис. 4) з використанням відповідного аналітичного виразу $f_{\text{ФК}_j} = f(z_{\text{ПЛЯ}_1}^{\text{ФК}_j}, \dots, z_{\text{ПЛЯ}_i}^{\text{ФК}_j}, \dots, z_{\text{ПЛЯ}_n}^{\text{ФК}_j})$, де n – кількість

параметрів (ППЯ), які відносяться до даного критерію.

Крок 7. Розрахунок функції бажаності Харрінгтона d для отриманого значення ФК. Залежно від постановки завдання (визначення припустимих значень ФК – довжин векторів) можливі два варіанти розв'язку. (2)

Варіант 1. Задане чітке обмеження у вигляді лінгвістичного значення з чіткими границями, наприклад: значення ЦФ критерію I_1 (рис. 3)

$\text{ЦФ}_{I_1} = f(J_1, J_2)$ не повинне перевищувати z_{max} ($z_{I_1} \leq z_{\text{max}}$). У цьому випадку при визначенні d_{I_1} будемо використовувати бінарне відношення $R = \left\{ (z_{I_1}, z_{I_2}), \mu_R(z_{I_1}, z_{I_2}) = d_{I_1} \right\}$, де $d_{I_1} = \{0,1\}$.

Представлення d_{I_1} у вигляді дискретної тривимірної функції приналежності, змодельоване в LabVIEW, приведене на рис. 5.

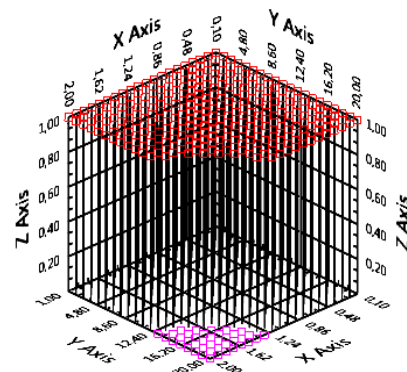


Рисунок 5 – Розраховане представлення d_{I_1} у вигляді дискретної тривимірної функції приналежності, де вісь Z відповідає функції бажаності Харрінгтона d ФК I_1 ; вісь X – значенням параметра J_1 ; вісь Y – значенням параметра J_2

Варіант 2. Задане нечітке обмеження у вигляді лінгвістичного значення з нечіткими границями. У цьому випадку при визначенні d використовуватимемо нечітке відношення, а замість дискретної множини $d = \{0,1\}$ розглядатимемо безперервний інтервал $d = [0,1]$.

Наприклад: значення ЦФ критерію I_1 (рис. 3) $\text{ЦФ}_{I_1} = f(J_1, J_2)$ повинне бути мінімальним і не повинне перевищувати z_{max} .

При визначенні d_{I_1} використовуватимемо нечітке відношення (2). Представлення d_{I_1} у вигляді безперервної тривимірної функції приналежності, змодельоване в LabVIEW, приведене на рис. 6.

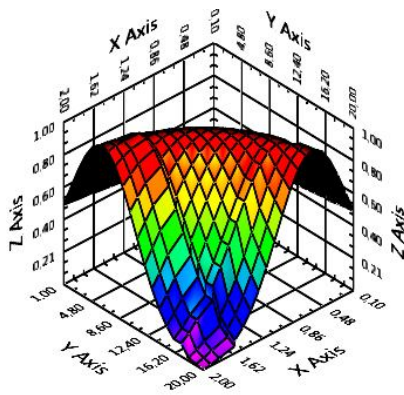


Рисунок 6 – Представлення d_{i_1} у вигляді безперервної тривимірної функції приналежності. Вісь Z відповідає функції бажаності Харрінгтона d ФК I_1 ; вісь X – значенням параметра J_1 ; вісь Y – значенням параметра J_2

Як видно, обидва варіанти розв’язку дають значення довжини вектора d , який розташований на $(n+1)$ осі просторових координат ФК.

Складемо алгоритм для ЦФ критеріїв, які мають логічний смисл (ЛК). Аналітичний вираз подібний до виразу для розрахунків ЦФ ФК, у випадку ЛК відсутній, хоча його векторна оцінка може бути побудована за значеннями простих і квазіпростих ПЯ, як це показано на рис. 4. Тому метою алгоритму є визначення значення функції Харрінгтона.

Кроки 1...4 алгоритму визначення для ЛК збігаються з відповідними кроками алгоритму розрахунків для ФК.

Крок 5. По відомому коду метричної шкали Харрінгтона – розрахунок значення функції бажаності d_i для ППЯ які є критеріями і які на підставі дерева властивостей формують ЛК.

Крок 6. Згідно крокам 5...7 алгоритму для ФК, обчислення значення функції Харрінгтона для КПЯ які є фізичними критеріями і які на підставі дерева властивостей у якості квазіпростих ПЯ формують ЛК.

Крок 7. Розрахунок значення функції бажаності Харрінгтона для ЛК проводиться на підставі дерева властивостей з урахуванням значення функції Харрінгтона d_i простих і квазіпростих ПЯ, які формують ЛК [4]:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}, \quad (3)$$

де D – узагальнена функція бажаності

Харрінгтона (функція бажаності ЛК що розглядається), n – кількість ПЯ, які формують ЛК.

Недоліком виразу (3) є те, що всі d_i рівноважні. Оскільки значення D згідно (3) є середнім геометричним, то для урахування ваг цей вираз можливо представити у вигляді середнього геометричного зваженого:

$$D = \sum_{i=1}^n w_i \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}, \text{ де } w_i \text{ – ваговий коефіцієнт } i\text{-го}$$

ПЯ. Детальний аналіз визначення вагових коефіцієнтів був проведений в [5], де показано, що їх значення лежать в діапазоні $0 < w_i \leq 1$, а крок визначення складає 0,1. Причому найбільш вагомим коефіцієнтам присвоюється значення 1.

Розглянемо фрагмент дерева властивостей (рис. 3). Нехай вузол H_1 є логічним критерієм з нечітко заданими умовами. Тоді, відповідно до (3), $D = d_{H_1} = \sqrt{d_{I_1} \cdot d_{J_3}}$, де d_{J_3} – функція бажаності Харрінгтона критерію J_3 (простий показник), d_{I_1} – функція бажаності Харрінгтона критерію I_1 (квазіпростий показник). Представлення d_{H_1} у вигляді безперервної тривимірної функції приналежності, змодельоване у середовищі LabVIEW, приведене на рис. 7.

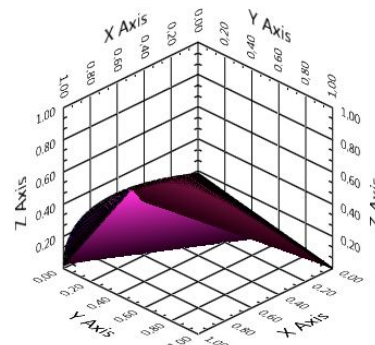


Рисунок 7 – Представлення d_{H_1} у вигляді безперервної тривимірної функції приналежності, де вісь Z відповідає функції бажаності Харрінгтона d_{H_1} ЛК H_1 ; вісь X – функції бажаності Харрінгтона d_{I_1} ФК критерію I_1 ; вісь Y – функції бажаності Харрінгтона d_{J_3} критерію J_3

Значення функції приналежності критеріїв визначаються як їхні цільові функції, в процесі парето-оптимізації. Теоретичне обґрунтування зв'язку парето-оптимальних розв'язків і векторів дані в [6]. Там же виведена рівність $P(Y) = f(P_f(X))$, де $P(Y)$ – множина парето-оптимальних векторів, $f(P_f(X))$ – множина парето-оптимальних розв'язків, та доведено, що знаючи множину парето-оптимальних розв'язків, можна знайти відповідну множину парето-оптимальних векторів і навпаки, маючи множину парето-оптимальних векторів можна побудувати відповідну множину парето-оптимальних розв'язків.

На підставі наведеного, можемо зробити висновок про те, що множину парето-оптимальних векторів можна розглядати як множину недомінуємих по відношенню (\geq) елементів множини можливих векторів Y .

Прийmemo Y за множину особин у популяції (множина багатомірних результуючих векторів критеріїв якості) $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$, де y_a – результуючий вектор a -ї особини, N – кількість особин у популяції. Використаємо в якості основи алгоритм побудови множини парето-оптимальних векторів (особин) з [6]. Після модифікації він матиме наступний вигляд:

Крок 1. Поклавши $P(Y) = Y$, $a = 1$, $b = 2$, утворюємо поточну множину парето-оптимальних векторів, яка на поточному кроці співпадає з множиною Y .

Крок 2. Реалізуємо перевірку виконання нерівності $y_a \geq y_b$ за кожним критерієм окремо, тобто зіставляємо довжини векторів відповідних критеріїв. Якщо нерівність неправильна, то здійснюємо перехід до кроку 5.

Крок 3. Видаляємо з поточної множини $P(Y)$ вектор y_b , оскільки він не є парето-оптимальним.

Крок 4. Перевіряємо виконання нерівності $b < N$. Якщо вона є істинною, то $b = b + 1$ і відбувається повернення до кроку 2. Якщо нерівність не є істинною, то відбувається перехід до кроку 7.

Крок 5. Перевіряємо нерівність $y_b \geq y_a$ за кожним критерієм окремо, тобто зіставляємо довжини векторів відповідних критеріїв. Якщо нерівність не є істинною, то відбувається повернення до кроку 4.

Крок 6. Видалення з поточної множини векторів $P(Y)$ вектора y_a .

Крок 7. Перевіряємо виконання нерівності

$a \leq N - 1$. Якщо вона є істинною, то $a = a + 1$, а потім $b = a + 1$ та повернення до кроку 2. Якщо нерівність не є істинною, то відбувається закінчення обчислень.

У якості ознаки закінчення роботи генетичного алгоритму, як слідує з [6], найбільш часто використовують таке поняття, як «неполіпшення пристосованості популяції». У нашому випадку це означає *повторюваність парето-оптимальних векторів (особин) протягом декількох поколінь*.

Процес парето-оптимізації проводиться для кожної популяції, починаючи з початкової. Отримані парето-оптимальні особини використовуються для формування нової популяції в ГА, як основний генетичний матеріал. Аналіз ефективності різних методів відбору батьківських пар при багатокритеріальній оптимізації приведений у [7]. Варто відзначити, що в якості найбільш ефективних механізмів відбору у [7] відзначені *елітний, витиснення та ранговий*.

Висновки. Завдання багатокритеріальної оптимізації показників якості ІВС може бути розв'язане на основі мультихромосомного генетичного алгоритму, що дозволить знайти співвідношення параметрів елементів системи, які щонайкраще задовольняють заданим критеріям якості на всіх етапах життєвого циклу.

Список використаних джерел

1. Колесникова, Е. В. Методы оценки качества технических систем [Текст] / Е. В. Колесникова, Г. В. Кострова, И. В. Прокопович // Труды Одесского политехнического университета. – О. : ОНПУ. – 2007. – №1(27). – С. 128-130 : [Електронний ресурс] / Портал : ОНПУ. – Режим доступу \www/ URL: http://pratsi.opu.ua/app/webroot/articles/131299239_1.pdf. – Заголовок з контейнера, доступ вільний, 30.10.2012.
2. Кириллов, В. И. Квалиметрия и системный анализ : навч. посібник / В. И. Кириллов. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 440 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-985-475-353-9 (Новое знание); ISBN 978-5-16-004689-1 (ИНФРА-М).
3. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с. : ил. – (Адаптивные и интеллектуальные системы). – ISBN 978-5-94774-353-1 (русс.), ISBN 3-7908-1385-0 (англ.).
4. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : монография /

Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 269 с. – ISBN відсутній.

5. Федорченко, С. Г. Обобщенная функция полезности и ее приложения : монографія / С. Г. Федорченко, Ю. А. Долгов, А. В. Кирсанова [та ін.] / Під ред. С. Г. Федорченко. – Тирасполь : Приднестровский ун-т, 2011. – 196 с. – ISBN978-9975-4062-3-9.

6. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход : монографія. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 144 с. – ISBN 5-9221-0274-5.

7. Батищев, Д. И. Оптимизация многоэкстремальных функций с помощью генетических алгоритмов / Д. И. Батищев, С. А. Исаев // Межвуз. сборник: Воронеж, ВГТУ. – 1997. – № 3. – С. 4-17.

Надійшла до редакції 21.05.2013

Рецензент: д.т.н., доцент Скопа А. А., Одеський національний економічний університет, м. Одеса.

О. В. Грабовский, Л. В. Коломиец, д.т.н.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИХРОМОСОМНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Рассматривается решение одной из принципиальных задач многокритериальной оптимизации показателей качества информационно-вычислительной системы. Показывается, что оно может быть получено с использованием мультихромосомного генетического алгоритма. Решение позволяет найти соотношения параметров элементов системы, которые в наилучшей степени удовлетворяют заданным критериям качества на этапах её жизненного цикла.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, показатель, качество, оптимизация, генетический алгоритм.

O. V. Grabovskiy, L. V. Kolomiets, DSc

PROBLEMS SOLUTION OF QUALITY INDICATORS MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF INFORMATION-MEASURING SYSTEM BASED ON THE MULTI-CHROMOSOME GENETIC ALGORITHM

The solution of the fundamental problems of multi-objective optimization metrics for the data-processing system. It is shown that the solution is obtained through the use of multi-chromosome genetic algorithm. The solution allows you to find the relation of parameters of the system that is well suited to the criteria of quality throughout the life cycle.

Keywords: information-measuring system, the rate, quality, optimization, genetic algorithm.