



О.О. Скопа¹, С.Л. Волков², О.В. Грабовський²

¹ОНЕУ, м. Одеса, Україна, skopa2003@ukr.net,

²ОДАТРА, м. Одеса, Україна, greyw@ukr.net, gelond@mail.ru

МУЛЬТИХРОМОСОМНА ГЕНЕТИЧНА МОДЕЛЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

На сучасному етапі розвитку інформаційно-вимірювальних систем існує необхідність розробки єдиної стратегії розв'язання задач оптимального проектування систем оцінки якості для них. При проектуванні є доцільним застосування глобальних процедур оптимізації на початкових етапах пошуку. Такі ж процедури були б доцільними при уточненні отриманого глобального рішення локальними алгоритмами, які швидко сходяться та діють в околиці оптимальної точки. Один з методів вирішення проблеми приводиться у статті. Він дозволяє з достатньою надійністю та точністю визначити значення глобального екстремуму, а також суттєво знизити обчислювальні витрати на пошук. При цьому етапи глобального пошуку можуть виконуватися з невисокою точністю, а етапи локального уточнення можуть проводитися в області тяжіння глобального екстремуму, що вимагає значно меншого числа обчислень.

ЯКІСТЬ, ПОКАЗНИК, ВИМІРЮВАННЯ, СИСТЕМА, ГЕНЕТИЧНА МОДЕЛЬ, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ, ХРОМОСОМА

Вступ

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій свідчить, що визначальне значення для практики підтримки прийняття рішень набувають методи оцінки станів об'єктів [1]. Як правило, при оцінці якості технічних систем [2, 3], до яких відносяться інформаційно-вимірювальні системи (ІВС), на кожному з етапів їх життєвого циклу [4, 5] виділяються найбільш істотні фактори, що спричиняють найбільший вплив на цільову функцію (ЦФ) управління, і з урахуванням цих факторів або груп параметрів, проводиться оцінка ефективності функціонування об'єкта [6, 7]. На основі прийнятих рішень далі може йти мова про оптимізацію роботи технічної системи [8].

Оптимізація – термін, використовуваний у різних науках та видах діяльності. Його узагальнене означення свідчить про те, що оптимізацією є діяльність, яка спрямована на позитивне поліпшення системи при побудові та аналізі функціонування різних технічних активів.

В основі оптимізації технічних систем лежить системний аналіз (СА). Його результатом є вибір множини можливих варіантів побудови системи на підставі аналізу та перебору, одного варіанту, який буде вважатися оптимальним, тобто задовольняти деякому критерію (критеріям). Визначення критерію оптимальності щодо ІВС: це характерний показник рішення задачі, за значенням якого можна оцінити оптимальність знайденого рішення, тобто максимальне задоволення поставленим вимогам.

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 підви-

щення якості [9-13]. У випадку, який розглядається – на побудову оптимальних за співвідношенням показників якості [9] технічних засобів, програмного та інформаційного забезпечення ІВС.

Якість, як сукупність характеристик об'єкта (системи), що відносяться до його здатності задовольняти встановлені або передбачувані потреби, являє собою багатовимірний об'єкт, для дослідження якого можуть бути корисні підходи та результати [10], 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 досліджень, результати яких приведено далі, на відміну від відомих методів дослідження інформаційних систем з використанням генетичних алгоритмів (ГА), що мають у своєму підґрунті синергетичні методи, покладено саме кваліметричний підхід. Об'єкт дослідження кваліметрії, аналіз предмету та змісту кваліметрії, приведено, наприклад, у [11, 12]. Згідно до цього джерела, задача, яка вирішується, відносяться до предметної кваліметрії.

Кваліметрія та СА мають багато спільного, зокрема: підхід до розгляду об'єктів; поєднання формальних і неформальних методів досліджень; необхідність вирішення багатокритеріальних задач; використання ієрархічної структури системи критеріїв, а також властивостей та показників якості.

При вирішенні задач вибору з наявних альтернатив і кваліметрія, і СА, спираються на самостійний науковий напрям – теорію прийняття рішень, де поряд з формалізованими математичними методами прийняття рішень одне з центральних місць займає дослідження процесу вибору людиною (групою експертів) кращого варіанту рішення.

На підставі сказаного, можна стверджувати, що в кваліметрії, при аналізі, синтезі та пошуку оптимуму якості об'єктів, можуть застосовуватися

методи СА, і навпаки – СА включає в себе кваліметричну оцінку показників системи. Відповідно, процес оптимізації якості ІВС можна умовно розділити на п'ять взаємопов'язаних етапів:

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

З приведенного переліку етапів організації процесу оптимізації якості ІВС видно, що досягнення позитивних рішень для кожної з зазначених проблем є достатньо складним завданням. У цьому сенсі зупинимося на рішенні однієї проблеми – на розробці мультихромосомної генетичної моделі (ГМ) простих показників якості (ППЯ) ІВС. Для цього вважатимемо, що формальною постановкою завдання 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 ППЯ на кожному етапі життєвого циклу є комплексними показниками (КПЯ) і чи ці показники складаються з відповідних показників технічних і програмних засобів та рішень. На основі розгляду структури ІВС як програмно-апаратної системи, першочерговим є формулювання вимог до складу ГМ оцінки якості в цілому, а також видів забезпечення – зокрема на етапах життєвого циклу: проектуванні, виробництві, експлуатації. Виходячи з цього, з метою обґрунтування необхідності розробки вдосконаленого методу, орієнтованого на ГА, доцільним є подання аналізу методів оптимізації якості з урахуванням нечіткої інформації. З цієї точки зору апіорі врахуємо необхідність синтезу подальших пропозицій щодо використання структури ППЯ та керованих параметрів, які врахуємо при розробці мультихромосомної ГМ оцінки якості ІВС.

1. Розробка мультихромосомної ГМ ППЯ ІВС

Генетичні алгоритми, зокрема, мультихромосомні ГА, є достатньо ефективним засобом вирішення багатокритеріальних квазіоптимізаційних перебірних завдань, в тому числі тих, до яких відносяться задачі оптимізації ППЯ. Однак розробка самої мультихромосомної моделі ГА, є складною задачею та вимагає достатніх витрат, включаючи творчі, до-

слідницькі, часові та ін., порівнянних з витратами на розробку самої системи [14].

Основні означення, які далі використано при застосуванні ГА до удосконалення розв'язання задачі оцінки ППЯ у ІВС, приведено у [15–19]. Згідно до них, розв'язком однокритеріальної оптимізаційної задачі з використанням ГА, буде n -мірний вектор:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad x \in X, \quad (1)$$

де X – числа предметна область.

У класі оптимізаційних алгоритмів переборного типу існує кінцева множина допустимих розв'язків, у яких кожен компонент $x_i, i = \overline{1, n}$ вектора x кодується за допомогою цілого ненегативного числа [20].

Розглянемо нечітку множину Z значень i -го ППЯ. Теоретично кількісна оцінка $z \in Z$ показника може приймати будь-які значення в межах $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$, таким чином, метрична шкала L_z функції Харінгтона, яка є шкалою кодованих кількісних значень ППЯ, є інтегральною шкалою з діапазоном значень

$$(z'_{\min} \leq z' \leq z'_{\max}, z'_{\min} < 0, z'_{\max} > 0),$$

тобто вона безпосередньо не може використовуватися в генетичних алгоритмах.

Обґрунтуванням щодо застосування шкали Харінгтона є те, що у практичних додатках теорії нечітких множин використовується велика кількість різних типів функцій приналежності і, відповідно, використання функції приналежності (бажаності) Харінгтона, яка виведена емпіричним шляхом у [21, 22], є доцільним. Значення зазначеної шкали мають інтервал від 0 до 1 та позначаються через d . Вони мають п'ять піддіапазонів якості, які приведені на рис. 1.

Згідно до рис. 1, $d=0$ відповідає абсолютно неприйнятному, а $d=1$ – найкращому значенню ППЯ.

Функція приналежності Харінгтона має вигляд:

а) для однобічного обмеження гранично припустимим значенням $d = e^{-e^{z_i}}$;

б) для двостороннього обмеження гранично припустимими значенням $d = e^{-|z'_i|^n}$, де z'_i – кодоване значення ППЯ при i -й оцінці; n – показник ступеня.

Значення z' визначається з використанням таких аналітичних виразів:

а) при однобічних обмеженнях – за допомогою залежностей:

$$z'_i = \frac{(z_{\max} - z_i)}{z_{\max}}, \quad (2)$$

$$z'_i = \frac{(z_i - z_{\min})}{z_{\min}}, \quad (3)$$

Піддіапазон 1	Піддіапазон 2	Піддіапазон 3	Піддіапазон 4	Піддіапазон 5
дуже погано	погано	задовільно	добре	дуже добре
0	0,2	0,37	0,63	0,8
				1

Рис. 1. Безрозмірна шкала бажаності за Харінгтоном

де: z_{\max} , z_{\min} – верхня та нижня границі при обмеженні значень ППЯ; z_i – чисельне значення ППЯ при i -й оцінці.

Кодоване значення ППЯ при двосторонніх обмеженнях можемо розраховувати по формулі:

$$z'_i = \frac{(2z_i - (z_{\max} + z_{\min}))}{z_{\max} - z_{\min}}. \quad (4)$$

Показник ступеня розраховуватимемо по формулі:

$$n = \frac{\ln\left(\ln\frac{1}{d}\right)}{\ln|z'|},$$

де для обраної контрольної точки z' експертом привласнюється параметр d з інтервалу $[0,6...0,9]$.

Зважаючи на сказане, можемо зробити проміжний висновок про те, що значення кожного ППЯ повинно задаватися або оцінюватися з деяким ступенем точності. Нехай q – ступінь точності ППЯ (кількість знаків після коми). Тоді нечітка множина Z можна бути представлена у вигляді кінцевої дискретної області $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ з кроком дискретизації $r = 10^{-q}$. Відповідно, шкала $L_{z'}$ також перетерпить зміни у відповідності до формул (2)-(4), тобто дискретним значенням z_i будуть поставлені у взаємнооднозначну відповідність дискретні значення z'_i :

$$(z_1, z_2, \dots, z_n) \leftrightarrow (z'_1, z'_2, \dots, z'_n).$$

Таким чином, шкала $L_{z'}$ з інтервалом значень $[z'_{\min}, z'_{\max}]$ може бути розбита на $(z'_{\max} - z'_{\min}) \cdot 10^q$ дискретних підінтервалів.

Для виконання умови застосування генетичних алгоритмів, а саме, вимоги кодування компонент векторів ненегативним числом, уведемо додаткову шкалу $L_{z'}^D$, змістивши інтервал значень $L_{z'}$ на величину z'_{\min} вправо ($z_i'^D = z_i' + |z'_{\min}|$) в інтервал $[0, (|z'_{\min}| + z'_{\max}) \cdot 10^q]$, визначивши, тим самим, взаємнооднозначну відповідність між шкалами $L_{z'}$ та $L_{z'}^D$:

$$(z'_{\min}, \dots, z'_0, \dots, z'_{\max}) \leftrightarrow (z_0'^D, \dots, z_i'^D, \dots, z_{\max}'^D).$$

Відповідно до правил застосування генетичних алгоритмів [15], уведемо двійковий алфавіт $B = \{0,1\}$ і представимо значення шкали $L_{z'}^D$ в символах цього алфавіту. Таким чином, ми отримаємо дискретну безрозмірну двійкову шкалу $L_{z'}^B$, визначену в тому ж інтервалі, що й шкала $L_{z'}^D$. Довжина m двійкової послідовності $z_i'^B$, що кодує величину $z_i'^D$ з інтервалу $[0, z_{\max}'^D]$ з кроком r , розраховується згідно до виразу:

$$z_{\max}'^D \cdot 10^q \leq 2^g - 1 = m, \quad (5)$$

де g – найменше натуральне число, що задовольняє приведеній нерівності: $g \geq \log_2(1 + z_{\max}'^D \cdot 10^q)$.

Десятькове значення z'_i числа, що закодоване двійковою послідовністю $z_i'^B$, буде обчислюватися

по формулі: $z'_i = z_i'^{dB} \cdot \frac{z_{\max}'^D}{2^g - 1} - z_0'^{dB} \cdot \frac{z_{\max}'^D}{2^g - 1}$, де $z_i'^{dB}$ та $z_0'^{dB}$ – десяткові значення двійкових послідовностей, що кодують числа $z_i'^D$ та $z_0'^D$, відповідно.

Виходячи з вищевикладеного та з врахуванням (5), ГМ ППЯ, визначену у вигляді нечіткої некорельованої множини (тобто у діапазоні всіх можливих значень шкали $L_{z'}$), можна представити у вигляді двійкової послідовності, як це показано на рис. 2, де $\beta_i = (0,1)$, $i = (1, \dots, m)$.

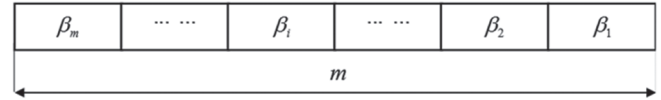


Рис. 2. ГМ ППЯ у вигляді двійкової послідовності довжини

У генетичному однокритеріальному оптимізаційному алгоритмі, двійкова послідовність, приведена на рис. 2, буде інтерпретуватися як ген. Якщо одиничний ген визначити як компоненту x_i з (1), то хромосому, що складається з множини генів (рис. 3), можна інтерпретувати як n -мірний вектор x . В однокритеріальній оптимізаційній задачі особина буде складатися з однієї хромосоми. ГА прагне до досягнення близького до оптимального результату за рахунок комбінування генів у хромосомі.

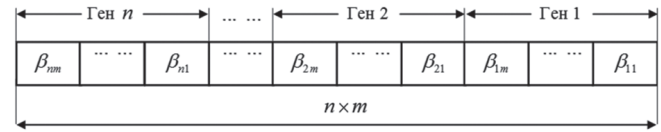


Рис. 3. Множина генів

Одним з визначальних понять ГА є ЦФ, тобто у нашому випадку – критерій якості. Її задача – визначення ступеню пристосованості конкретних особин у популяції та вибору з них самих найпристосованіших у відповідності до еволюційних принципів виживання найсильніших. З позиції оптимізації ППЯ, найсильнішими та найпристосованішими вважаються особини, значення ЦФ яких найбільше відповідає базовому значенню, а сам процес оптимізації полягає в максимізації (або мінімізації) значення ЦФ.

Далі будемо орієнтуватися на класичний ГА (також званий елементарним або простим ГА), який складається з наступних кроків:

- ініціалізація, або вибір вихідної популяції хромосом;
- оцінка пристосованості хромосом в популяції, тобто розрахунок ЦФ для кожної хромосоми;
- перевірка умови зупинки алгоритму;
- селекція хромосом, тобто вибір тих хромосом, які будуть брати участь у створенні нащадків для наступної популяції;
- застосування ГА: «мутація» та «схрещування»;
- формування нової популяції;
- вибір «найкращої» хромосоми.

Алгоритм роботи ГА є стандартним, а його детальний опис можна знайти, наприклад, у [23]. Він, як правило, застосовується для оптимізації однокритеріальних задач. Використання ГА для оптимізації багатокритеріальних задач, зокрема для задачі оптимізації складних систем, до яких відносяться системи ППЯ, має на увазі застосування мультихромосомної моделі ГА. Відповідно, у загальному випадку, розв'язком багатокритеріальної задачі буде оптимізація векторного критерію $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ у критеріальному просторі R^n . Критеріальним простором системи ППЯ ІВС буде багатомірний простір $\text{ППЯ} = \{A^a\}$, де: ППЯ – інтегральний показник якості, тобто узагальнений показник, який враховує економічну складову; A – множина ППЯ; a – мірність множини ($a \in \mathbb{Z}$).

Формування мультихромосомної моделі ППЯ ІВС ґрунтується на факті їх зв'язку в дереві властивостей [24], а для здійснення декомпозиції багатомірного простору, відповідно до [25], необхідно здійснити його лінеаризацію при якій багатомірний простір перетвориться в одномірний.

2. Лінеаризація при декомпозиції багатомірного простору в одномірний

У якості базового принципу лінеаризації при декомпозиції багатомірного простору в одномірний, є положення про те, що нумерація n -мірного простору задається по заздалегідь певних правилах. Відповідно до цього, за основу приймається положення про те, що ярусна побудова дерева властивостей (рис. 4) являє собою декомпозицію, тобто розчленовування ППЯ на складові частини по заздалегідь запланованих правилах і нумерацією, що дозволяє однозначно ідентифікувати кожний ППЯ, що є геном у хромосомі (рис. 5). В результаті виникає можливість врахування співвідношень значень ППЯ (листяв дерева властивостей) для забезпечення розрахунку цільових функцій (векторів) КПЯ (вузлів дерева) і в підсумку – розрахунку значення ЦФ (вектора) ППЯ (кореня дерева).

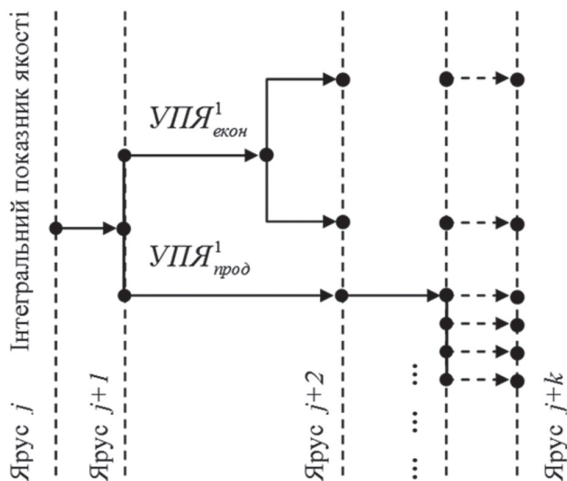


Рис. 4. Дерево властивостей з урахуванням економічного узагальненого показника якості (УПЯ)

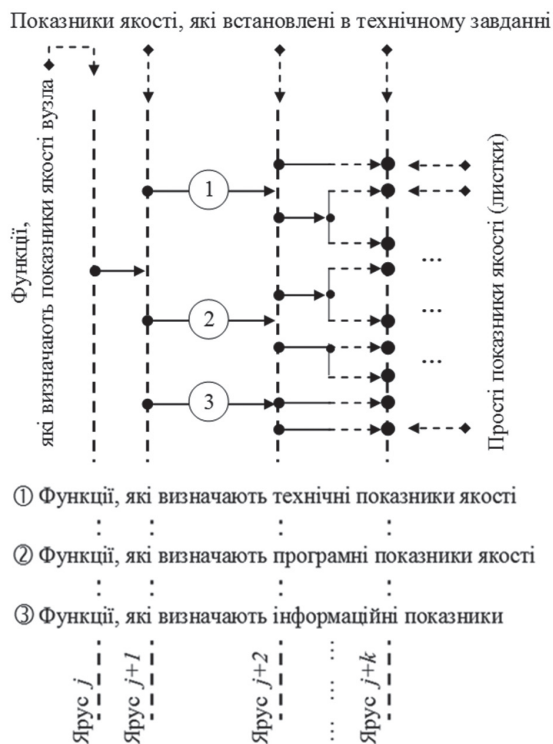


Рис. 5. Узагальнена структура дерева властивостей деякого вузла у вигляді графу

Приведемо ілюстрацію сказаного у вигляді прикладу (рис. 6).

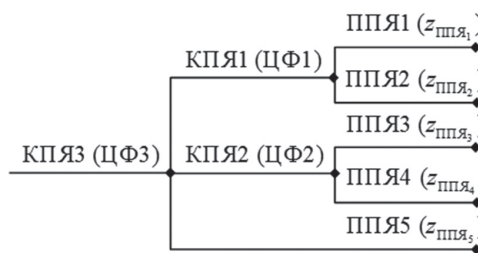


Рис. 6. Фрагмент ярусів дерева властивостей

Слідуючи з приведенного рисунка, множину значень 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:

$$\text{ЦФ}_1 = f(z_{\text{ппя}_1}, z_{\text{ппя}_2});$$

$$\text{ЦФ}_2 = f(z_{\text{ппя}_3}, z_{\text{ппя}_4});$$

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

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.

Узагальненням наведених вище виразів на дерево властивостей (рис. 4), є:

$$\begin{aligned} \text{ЦФ}_{rj} &= f(\text{ЦФ}_{1j+1}, \text{ЦФ}_{2j+1}, \dots, \text{ЦФ}_{ij+1}, \dots, \\ \text{ЦФ}_{nj+1}, z_{\text{ппя}_{1rj}}, z_{\text{ппя}_{2rj}}, \dots, z_{\text{ппя}_{arj}}, \dots, z_{\text{ппя}_{mrj}}) &= (6) \\ &= f(z_{\text{ппя}_{1rj}}, z_{\text{ппя}_{2rj}}, \dots, z_{\text{ппя}_{brj}}, \dots, z_{\text{ппя}_{vrj}}), \end{aligned}$$

де: ЦФ_{rj} – цільова функція КПК 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} ; ($b = 1, 2, \dots, v$).

На відміну від простого ГА, у якому єдина хромосома відповідала всьому вектору x , у мультихромосомному алгоритмі одна хромосома ставиться у відповідність кожному компоненту $f(x_i)$ вектора припустимих рішень, а особина, тобто множина всіх можливих рішень, складається з набору хромосом [20]. Загальний вигляд особини показано на рис. 7.

Кожна хромосома, у свою чергу є упорядкований набір генів – функціональних одиниць спадковості. Такою одиницею у системі ППЯ, згідно визначення, є ППЯ, значення якого у відповідності з рис. 6 та (6) є показником ЦФ, тобто компонентою $f(x_i)$ вектора припустимих рішень $f(x)$. Таким чином, в системі показників якості що розглядається, значення хромосоми збігається зі значенням гена. В свою чергу, це означає, що хромосома складається з одного гена, а особина являє собою послідовність хромосом (генів), як показано на рис. 8.

Висновки

Приведені дані дозволяють розробити єдину стратегію розв'язання задач оптимального проектування систем оцінки якості ІВС з застосуванням

глобальних процедур оптимізації на початкових етапах пошуку та уточнення отриманого глобального рішення локальними алгоритмами, які швидко сходяться та діють (використовуються) в околиці оптимальної точки. Це дозволяє з достатньою надійністю [26] та точністю визначити значення глобального екстремуму, а також суттєво знизити обчислювальні витрати на пошук. При цьому етапи глобального пошуку можуть виконуватися з невисокою точністю, а етапи локального уточнення можуть проводитися в області тяжіння глобального екстремуму, що вимагає значно меншого числа обчислень.

Список літератури: 1. Казакова, Н. Ф. Оцінка живучості систем моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Восточно-європейський журнал передових технологій. – Харьков : Технологический центр. – 2012. – № 4/2(58). – С. 12-15. 2. Казакова, Н. Ф. Визначення показників для вирішення завдань прогностичного контролю мультисервісних телекомунікаційних мереж [Текст] / Н. Ф. Казакова, О. О. Скопа // Сучасний захист інформації. – К. : ДУІКТ. – 2010. – Спецвипуск (4). – С. 55-61. 3. Казакова, Н. Ф. Застосування програмно реалізованого прогностичного контролю для вирішення практичних завдань забезпечення якості надання послуг у захищених інформаційних мережах [Текст] / Н. Ф. Казакова // Сучасна спеціальна техніка. – К. : Державний науково-дослідний інститут МВС України. – 2012. – № 2(29). – С. 86-95. 4. Грабовський, О. В. Показники якості та життєві цикли захищених інформаційно-вимірювальних систем [Текст] / О. О. Скопа, С. Л. Волков, О. В. Грабовський // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – №15(204), Ч. 1. – С. 192-198. 5. Казакова, Н. Ф. Управління життєвим циклом програмних засобів [Текст] / Н. Ф. Казакова // Восточно-європейський журнал передових технологій. – Харьков : Технологический центр. – 2013. – № 3/10(63). – С. 8-12. 6. Колесникова, Е. В. Методи оцінки якості технічних систем [Текст] / Е. В. Колесникова, Г. В. Кострова, И. В. Прокопович // Труды Одесского политехнического университета. – О.: ОНПУ. – 2007. – №1(27). – С. 128-130 : [Електронний

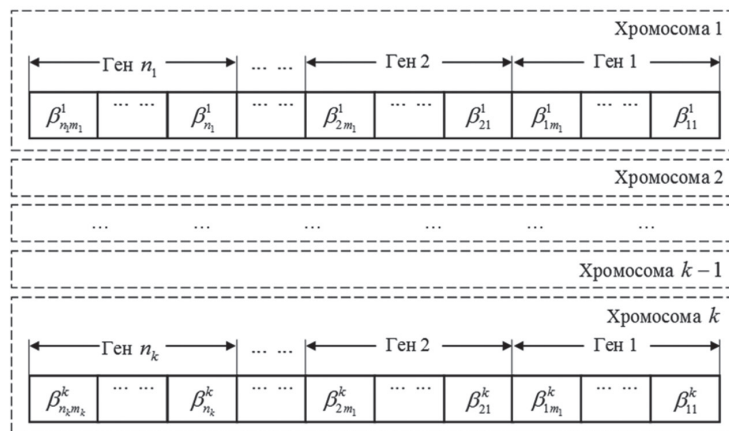


Рис. 7. Відповідність хромосом компонентам вектора припустимих рішень

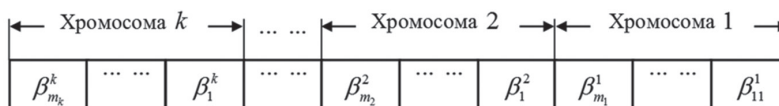


Рис. 8. Структура особини в мультихромосомному ГА

ресурс] / Портал : ОНПУ. – Режим доступу \www/ URL: <http://pratsi.opu.ua/app/webroot/articles/1312992391.pdf>. – Заголовок з контејнера, доступ вільний, 30.10.2012. **7. Грабовський О. В.** Показники якості та життєві цикли інформаційно-вимірювальних систем / О. В. Грабовський, Т. І. Наконечна, С. Л. Волков // Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості. – 2012. – №1(1). – С. 17-23. **8. Волков, С. Л.** Оптимізація параметрів телекомунікаційної мережі методом статистичної регуляризації [Текст] / С. Л. Волков, Н. Ф. Казакова // Сучасна спеціальна техніка. – К. : Державний науково-дослідний інститут МВС України. – 2012. – № 1(28). – С. 54-60. **9. Грабовський, О. В.** Візуалізація структури показників якості інформаційно-вимірювальних систем [Текст] / О. В. Грабовський, С. Л. Волков, О. О. Скопа // Метрологія та прилади. – 2013. – №2. – С. 69-74. **10. Грабовський, О. В.** Аналіз показників якості інформаційно-вимірювальних систем [Текст] / О. В. Грабовський // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – 2013. – №16. – С. 59-66. **11.** Оцінка якості. Структура квалітології [Електронний ресурс] / Портал : ISO. – Режим доступу \www/ URL: <http://www.staratel.com/iso/ISO9000/Article/QualCont.htm>. – Заголовок з екрану, доступ вільний, 30.10.2012. **12.** Метрологія у галузі зв'язку. Книга 1. Метрологія, стандартизація, менеджмент якості та оцінка відповідності : монографія / [О. В. Грабовський, Л. В. Коломієць, П. П. Воробієнко, М. Т. Козаченко та ін.]. – Одеса : «СтандартЪ», 2006. – 246 с. **13. Скопа, О. О.** Проблема якості послуг Інтернет-провайдерів [Текст] / О. О. Скопа, С. Л. Волков, К. Б. Айвазова // Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості. – 2013. – № 1(2). – С. 27-31. **14. Лисов, О. І.** Квази-генетичський алгоритм оптимізації структури автоматизованих інформаційних систем [Текст] / А. Б. Марков, О. І. Лисов // Наука і образование. – М. : МГТУ ім. Н.Э. Баумана. – 2012. – №5. – С. 324-332. **15. Гладкой, Л. А.** Генетические алгоритмы : монографія / Л. А. Гладкой, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2006. – 320 с. **16. Грабовський, О. В.** Принципові питання вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації показників якості інформаційно-вимірювальних систем на основі мультихромосомного генетичного алгоритму [Текст] / О. В. Грабовський, Л.В. Коломієць // Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості. – 2013. – №1 (2). – С. 93-101. **17. Рутковская, Д.** Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : монографія / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский : пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М. : Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с. **18. Грабовський, О. В.** Регуляризація визначення показників якості функціонування ІВС з врахуванням нечіткості інформації [Текст] / О. В. Грабовський, С. Л. Волков, О. О. Скопа // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : Нові рішення в сучасних технологіях. – 2013. – №26 (999). – С.169-174. **19. Казакова, Н. Ф.** Некоректні задачі відновлення даних у системах моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ : СНУ ім. В.Далі. – 2012. – № 8(179). – Т. 1. – С. 325-332. **20. Гайдес, М. А.** Общая теория систем (системы и системный анализ) : монографія / М. А. Гайдес. – М. : ГЛОБУС-ПРЕСС, 2005. – 201 с. **21. Адлер, Ю. П.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : монографія / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 269 с. **22. Пурыев, А. С.** Теория и методология оценки эффективности инвестиционных проектов в маши-

ностроении : монографія / А. С. Пурыев. – Набережные Челны : Камская госуд. инж.-экон. акад., 2007. – 180 с. **23.** Классический генетический алгоритм. Краткий обзор [Електронний ресурс] // Портал : AIPortal.ru. – Режим доступу \www/ URL: <http://www.aiportal.ru/articles/genetic-algorithms/classic-alg-part1.html>. – Заголовок з екрану, доступ вільний, 03.03.2013. **24. Грабовський, О. В.** Філогенетична модель побудови дерева властивостей показників якості [Текст] / О. В. Грабовський // Вісник інженерної академії України. – 2013. – №1. – С. 225-228. **25. Курейчик, В. В.** Концептуальная модель представления решений в генетических алгоритмах [Текст] / В. В. Курейчик, П. В. Сороколетов // Известия ЮФУ : Технические науки. – 2008. – №9 (86). – С. 7-12. **26. Грабовський, О. В.** Скорочення випробувань надійності ІВС за рахунок її функціональної надмірності [Текст] / О. В. Грабовський, Н. Ф. Казакова // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – №2/1(10). – С. 24-27.

Надійшла до редколегії 15.01.2015

UDK 681.3:66.067.55 + 004.021:519.854.2

Мультихромосомная генетическая модель показателей качества информационно-измерительных систем / А. А. Скопа, С. Л. Волков, О. В. Грабовский // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. – 2015. – № 1 (84). – С. 43–48.

В статье рассмотрена и обоснована возможность разработки единой стратегии решения задач оптимального проектирования систем оценки качества информационно-измерительных систем. Для этого предусмотрено применение глобальных процедур оптимизации на начальных этапах поиска решения. Показано, что для дальнейшего уточнения полученного глобального решения является целесообразным применение локальных алгоритмов. Отмечено, что алгоритмы должны быстро сходиться и действовать в окрестности оптимальной точки. Показано, что полученные решения позволяют с достаточной надежностью и точностью определить значение глобального экстремума. Они также позволяют существенно снизить вычислительные затраты на поиск. Указано, что этапы глобального поиска могут выполняться с невысокой точностью. Показано, что этапы локального уточнения могут проводиться в области тяготения глобального экстремума, что требует значительно меньшего числа вычислений.

Ил. 8. Библиогр.: 26 назв.

UDK 681.3:66.067.55 + 004.021:519.854.2

The multi-chromosomal genetic model of quality indicators of information-measuring systems / A. A. Skopa, S. L. Volkov, O. V. Grabovskij // Bionics of Intelligense: Sci. Mag. – 2015. – №1 (84). – P. 43–48.

The article discusses the possibility and justification of the development of a unified strategy to address the problems of optimal design quality assessment information and measuring systems. To this end, it provides for the application of global optimization procedures in the early stages of finding a solution. It is shown that to further clarify for global solutions is appropriate use of local algorithms. It is noted that the algorithms must converge rapidly and act in the district optimum point. It is shown that the decision to allow sufficient reliability and accuracy determine the value of the global extremum. They also can significantly reduce the computational cost of the search. It is indicated that the steps the global search can be performed with low accuracy. It is shown that the local refinement steps can be carried out in the field of gravity of the global extremum that requires significantly fewer calculations.

Fig. 8. Ref.: 26 items.