

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ С-ПРОСТОРУ

Постановка проблеми. Створення комфортних умов життєдіяльності людини у природньому та архітектурному середовищі, а також при взаємодії з машинами є найважливішою метою проектування. Для її досягнення потрібно мати: а) адекватні моделі систем людина-середовище (ЛС), людина-машина-середовище (ЕС), людина-житло-середовище (ЛЖС); б) стратегії розв'язання багатокритеріальних обмежених оптимізаційних задач із неоднорідними та частково неформалізованими критеріями оптимізації. Створення моделей та методів оптимізації для задач такого роду на основі класичного математичного апарату є надзвичайно складною проблемою. Концептуальні труднощі впливають із порівняння властивостей відкритих складних систем, а саме до цього класу відносяться системи ЛС, ЕС, ЛЖС, – неадитивності, відкритості, самоорганізації систем; неоднорідності, непорівнянності, незвідності компонентів; синергії, вибіркості, нелінійності, наявності порогового ефекту взаємодій – з аксіоматичними основами сучасної математики: має місце їх невідповідність і навіть протилежність. Те ж відноситься і до інших компонентів математичної парадигми – методів виводу та засобів опису. Відтак, проблема створення адекватного математичного апарату є надзвичайно нагальною. Найбільш принциповим підходом до її вирішення є створення нової парадигми.

Аналіз наукових досягнень і публікацій. Розробка нової парадигми і методів оптимізації просувається у наступних напрямках:

- створення аксіоматичної моделі С – простору [1];
- створення теорії самоорганізації С- простору і складних систем [2];
- розробка методів моделювання (теорії перетворень та інваріантів) [2];
- створення теорії взаємодії людини із середовищем (сприйняття, прийняття рішень, гомеостаз, адаптація природних та біологічних ритмів, стрес, продуктивність праці, патології) [2, 3];
- створення моделей ЛС, ЕС, ЛЖС, методик тестування та оцінки систем, стратегій оптимізації [3];
- розробка концепції комфортного динамічного житла [4-7];
- розробка засобів опису складних систем та їх використання для дослідження природних мов та символічних систем [8].

Метою статті є узагальнення результатів та оцінки перспектив у рамках даного підходу.

Основна частина. Розглянемо послідовність моделювання та оптимізації складних систем.

Створення парадигми. Аксиоматика S - простору (S_p) описує його структуру простору, відношення та взаємодії елементів – хвиль та солітонів – між собою і з навколишнім середовищем. S_p розуміється як результат розпаду універсуму на частини, названі суб'єктом (S) та об'єктом (O), границя між конкретними S та O . Відповідні відношення S та O називаються: тернарною зв'язкою ($TЗ$), внутрішнім ($ВР$) і зовнішнім ($Рз$) розщепленням.

П'ять аксіом першої групи задають структуру простору та визначають роль зовнішніх впливів в його еволюції. Аксіома другої групи визначає координату змін для всіх рівнів S_p . Дев'ять аксіом третьої групи встановлюють набір припустимих операцій, в якості яких використовуються абстракції хвильових взаємодій. Дві аксіоми четвертої групи встановлюють процедури вимірювання.

Повнота, несуперечливість, невивідність аксіом для певного класу задач перевіряється в ході побудови теорії самоорганізації [1].

Самоорганізація визначає сценарії еволюції S - простору для різних вихідних комбінацій S та O та їх відношень. Наприклад, для сценарію ($1S-1O$):

1. Чинниками, що обмежують способи утворення S - множин (розшарування), є: симетрія S і O відносно S_p і цілісність $У$.

2. Доводиться твердження: 1. Припустимими є тільки такі розшарування, які зберігають косу симетрію S_p . Відтак, розрізняється суб'єктна та об'єктна половини S_p . Розшарування відбувається за сценаріями з утворенням тільки рівнобіжних, перпендикулярних, або тих і других елементів: 2. Нехай для P_i існує M груп симетрії і для S_{ik} виконується $S_{ik}=S_{jl}$. Тоді утворення перпендикулярних структур припиниться, коли кількість реалізованих груп симетрій для кожного шару $L=M$, і надалі можливо утворення тільки рівнобіжних структур. Існує зв'язок між законами зберігання і групами симетрії, аналогічний теоремі Нетер.

3. Доводиться твердження 3. Припустимими є тільки ті розшарування, характеристики S - елементів і S - множин поточної стадії яких знаходяться в гармонійному відношенні з характеристиками елементів і множин попередньої стадії, з коефіцієнтом, рівним характеристиці «золотого перерізу»:

$$\Phi = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \quad (1)$$

4. Кількість елементів n у залежності від стадії розшарування m :

$$n \approx \frac{1}{\sqrt{5}} ((\Phi + 1)^m + (\Phi + 1)^{-m}), \quad (2)$$

тобто виражається числами Фібоначчі (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,...).

5. В ході розшарування змінюється тип і стан елементів: $\cup \rightarrow \bullet \rightarrow \square \rightarrow \cup$; впливи С і О є його обов'язковими умовами.

6. При розшаруванні С- множини з потенціалом π кожному елементу передається потенціал π_n :

$$\pi_n = \frac{\pi\Phi}{n}, \quad (3)$$

де n – індекс поточного шару.

Звідси виводиться твердження 4. *Всі пов'язані з потенціалом характеристики шару різнооб'ємні характеристикам наступних шарів і не можуть бути виражені ними, тобто відрізняються якісно. Навпаки, для характеристики наступних шарів можуть використовуватися характеристики поточного шару.* Важливим є наслідок 1. *Шеннонівська оцінка кількості інформації, кодованої з використанням С- елементів, повинна проводитися для кожного шару окремо.*

7. Потенціал π хвилі з довжиною l і амплітудою A визначається з:

$$\pi = f(l/2, A), \quad (4)$$

де f – функція пропорційності, визначувана експериментально.

8. Довжина l_k хвилі поточного шару k відносно попереднього шару:

$$l_k = \frac{l_{k-1}}{2n}, \quad (5)$$

якщо шари включають елементи одного типу, знаменник дорівнює n .

9. У якості одиниці виміру часу t приймається час, рівний періоду хвилі.

Кожний шар k має свою t_k :

$$\frac{t_k}{t_{k-1}} = \frac{l_k}{l_{k-1}}, \quad (6)$$

де k – номер шару, а l_k і l_{k-1} пов'язані за (4).

Можливі такі розшарування, для яких час існування кожного шару, виражений у відносних одиницях, однаковий:

$$\forall k, \frac{T_k}{t_k} = const, \quad (7)$$

де T_k – час існування k - го шару.

Існує обмеженість розшарування у часі, обумовлена скінченністю часу існування першої хвилі S_1 – процеси розшарування і згортки мають сумарну тривалість, рівну часу існування першої хвилі. Звідси випливає, що процес розшарування можливий тоді і тільки тоді, коли:

$$\forall k, T_k < T_{k-1} \quad (8)$$

Нарешті, якщо час згортки дорівнює часу розшарування, T_{0k} – час, що залишився до закінчення процесу розшарування k -го шару, дорівнює:

$$T_{0k} = \frac{T_1}{2} - \sum_{j=2}^{k-1} T_j \quad (9)$$

Таким чином, час для С- простору характеризується: 1) «стрілою часу», що виражає необоротність еволюції; 2) розшаруванням.

10. Вводяться характеристики елементів: потенціал π ; довжина l ; амплітуда A ; частота ω ; фаза F ; період T ; модальності \uparrow, \downarrow ; ознаки \parallel і \perp . В залежності від співвідношення характеристик виводяться умови реалізації С- операцій.

11. Наводиться список характеристик, які можуть бути визначені при різних вимірах, описуються процедури вибору K_s і вимірювання.

Графічні моделі (ОМ) та інваріанти. Вводяться поняття *калібрувальних інваріантів* (властивості, незалежні від природи систем) і *калібрування* (прив'язка до фізичних одиниць виміру). Проводиться класифікація: OM_1 – статичні моделі, що зберігають належність і послідовність утворення елементів, кількості елементів і операцій; розмірність; групи і порядки симетрії; розподіл відносних величин π і t_0 і зображуються як С- граfi або РЗ- діаграми); OM_2 – динамічні моделі, що зберігають, крім інваріантів OM_1 , динаміку структур Sp ; OM_3 – калібровані моделі, що зберігають абсолютні значення параметрів. Проводиться класифікація, визначення схем різних С- відображень. Оскільки інваріанти OM_1 належать топологічних і проєктивних для їх відтворення необхідні відповідні відображення. Твердження 5. Сім'я $\{P_3\}$ включає підродини топологічних $\{TP_3\}$ і проєктивних $\{PP_3\}$ відображень. Кожне зовнішнє розшарування є результатом їхнього послідовного здійснення:

$$P_3 = TP_3 * PP_3 \quad (10)$$

Наслідок 1. Відображення сім'ї $\{P_3\}$ є функторами.

Доводиться твердження 6. Нехай функтор $T: p_i \rightarrow K^1$ забезпечує взаємно-однозначне відображення С- елементів у вершини, а послідовності розшарувань – у ребра лінійного комплексу так, що одному шару відповідає одна зірка. Тоді $T \in \{TP_3\}$. Так обґрунтовується можливість графічного моделювання сценаріїв виду 1С-1О. Для сценаріїв, де самоорганізація відбувається під впливом кількох С або О, внаслідок чого мають місце взаємодії елементів і зміни топології, маємо твердження 7. Нехай функтор $T_i: \{p_i\} \rightarrow K^1 *$ забезпечує взаємно-однозначне відображення С- елементів у вершини, а послідовності розшарувань – у ребра K^1 так, що одному шару кожного розшарування відповідає не менше, ніж одна зірка, а кожній операції, що змінює сценарій, – один простий цикл. Тоді $T_i \in \{TP_3\}$. Розглядаються можливості графічного вираження результатів калібрування, наприклад: розподіл π – за допомогою площин вершин графу (l і A можуть зображатися як довжини сторін прямокутника-вершини), t – довжин ребер; модальності стану – різними кольорами, тощо. Досліджуються можливості збереження цих угод. Послідовність побудови ОМ: 1) визначення розмірно-

сті E^n ; 2) абстрагування від X_m з метою уявити її у вигляді S - графу (РЗ- діаграми) в E^n , так, щоб були збережені інваріанти; 3) топологічні перетворення (кривих у відрізки прямих, тощо) з метою спрощення графічного зображення; 4) проведення локальних розгортки задля спрощення проєкціювання; 5) побудова зображення на; 6) метризація; 7) доповнення графічної ОМ текстовими поясненнями, аналітичними залежностями, тощо.

Засоби опису назвемо *холістичними мовами* (M_x). Створення M_x базується на методі границь. Граничні умови Γ_{mf} виражаються таким чином:

Умова 1. Γ_{mf} :

- елементи, імена, формули – дискретні;
- відношення – однорідності, згортання (до ∞_P);
- операції – адитивні, бінарні;
- інтерпретація – конвенціональна і незалежна від синтаксису.

Доповняльними будуть положення, які виходять за межі Γ_{mf} . M_x задається наступними положеннями Γ_{mx} :

Умова 2. Γ_{mx} :

- структури – відкриті, протяжні, змінювані, взаємозалежні, розгортаються від «зверху вниз»;
- відношення – цілісності і відносної однорідності;
- операції – небінарні і неадитивні;
- інтерпретація – не відділена від синтаксису.

Зважаючи на комунікаційну функцію мови, її слід інтерпретувати як S -простір у системі суб'єкт (S) – S - простір – об'єкт (O), що, в свою чергу, конкретизує склад і зміст окремих рівнів і структур (табл. 1).

Таблиця 1. Структура і функції рівнів M_x

| Рівень | Характеристика | Структурна одиниця | Функція структурної одиниці |
|--------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| 1 | єдність S та O | мова в цілому | комунікація |
| 2 | цілісність S та O | текст, композиція | відокремлення |
| 3 | протиставлення S та O | текстові і композиційні елементи | визначення відношення |
| 4 | сприйняття O у просторі і часі | послідовність сприйняття | диференціація і визначеність у просторі-часі |
| 5 | сенсорне сприйняття O | символи | настроювання сенсорного сприйняття |

Структури поточного рівня утворюють «контекст» для сприйняття на наступних рівнів і конкретизують зміст попередніх рівнів. Для кожного з рівнів притаманні власні *виразні засоби*. *Граматичні конструкції* також розглядаються у рамках теорії самоорганізації. *Морфологія*. Композиційні елементи інтерпретуються як багатокomпонентні структури, що складаються із хвиль і солітонів S - простору. Створення композицій відповідає реалізації S - операцій. *Семантика та інтерпретація змісту*. Зіставлення структурних одиниць із пізнавальними засобами людини свідчить про неоднаковість семантичних відношень рівнів M_x . Найбільш комплексне враження створюють мовні одиниці найнижчих рівнів. На відміну від конвенціональної визначеності дискурсів формальних

мов, для M_x має місце «настроювання» всіх рівнів системи пізнання на певний об'єкт, визначений настільки, наскільки ці настроювання відрізняють його від інших об'єктів. Зберігається багатозначність, можливість відділення формальних ознак від «суті», безпосереднього пізнання суті шляхом «єднання» тощо.

Засобом виводу і верифікації є метод інтуїтивного конструювання, який відноситься до теоретико-експериментальних методів [1].

Дослідження «людського фактору». *Модель взаємодій людини з навколишнім середовищем* (МЛС). Аналіз фактичних даних призводить до висновку про те, що Сп формується в результаті взаємодії $\{C\}$ і $\{O\}$, а умови цілісності набувають вигляду:

$$U \rightarrow (\{C\}_o, C_n, \{O\}_p) \rightarrow CP \vee CP^* \vee CP^{**}, \text{ причому} \quad (11)$$

$$CP \rightarrow n(\{C\}_{i=1, \dots, n}, \square_{xy} \{O\}_{i=1, \dots, n}) \quad (12)$$

$$CP^* \rightarrow (m-n)(\{C\}_{i=n+1, \dots, m}, \square_{ixy} \{O\}_{m-n}) \quad (13)$$

$$CP^{**} \rightarrow (o-m)(\{C\}_{o-m}, \square_{i=o-m, \dots, o, j=p-m, \dots, pxu} \{O\}_{p-m}), \quad (14)$$

де CP відображають тип сценарію; $n, m, o, p, o > p$ позначають кількості C і O ; i, j – порядкові номери розшарувань Сп, що відповідають взаємодіям різноманітних C і O ; x, y – номери шарів і належних їм C - елементів і C - множин.

Визначаються і розраховуються:

- рівні організації, послідовність і пріоритети їх виникнення. Встановлюється їх відповідність з фізичними, психічними, фізіологічними та анатомічними структурами;
- вагові коефіцієнти для кожного з рівнів (пропорційні потенціалам);
- кількості елементів кожного з рівнів і кількості незалежних характеристик (похідні від чисел Фібоначчі);
- межі змін характеристик, що не ведуть до порушення організації системи (з умови недопущення подальших розшарування-згортки);
- механізми обмінів (з умов симетрії та законів зберігання).

Механізм виникнення зв'язків і обмінів. Нехай в результаті зовнішнього впливу ушкоджується один з елементів i -того шару Sp^+ . Тоді, оскільки порушиться цілісність, система припинить існування, або відновить цілісність за рахунок перерозподілу потенціалів між шарами Sp^+ . Цей перерозподіл, можливий в певних межах, відповідає явищам регенерації, авторегуляції і втоми. Для шарів із номерами, меншими i , вплив зовнішнього подразнику буде менш суттєвим. Для Sp^- , у силу симетрії, відбудуться аналогічні зміни. Потенціал Sp зменшиться. У процесі перерозподілу будуть змінюватися модальності існування і стану, відбуватимуться перетворення $\bullet \rightarrow \cup i \cup \rightarrow \bullet$, а також взаємодії C - елементів. Це призведе до випромінювання хвиль і переміщення солітонів, тобто до процесів обміну між людиною і середовищем. Оскільки якісні характеристики шарів різні, якісно різними будуть процеси обміну шарів i та $i+1$ для Sp^+ і Sp^- . Різні обміни і зміни (зберігання динамічної рівноваги, відновлення або деструкція систем і органів) можуть бути описані операціями $\{ДІКС\}$, адекватними

характеристикам цих процесів. Оскільки реалізація операцій обумовлена обмеженнями, пов'язаними з потенціалами, це призводить до розшарування взаємодій відповідно до розшарування Сп. У межах кожного з шарів будуть виконуватися закони зберігання, обумовлені властивою йому симетрією. Найбільш чутливими будуть взаємодії на резонансних частотах. Їхня компенсація потребує перерозподілу найбільшої частки потенціалу, а вплив буде відчуватися для кількох найближчих шарів. Цей ефект пояснює механізм дії несприятливих впливів одного типу на різні системи організму. Звідси випливають твердження 8. *Причиною існування: гомеостазу і регенерації; прямих і зворотних зв'язків; якісних розбіжностей процесів обміну між компонентами системи «людина – середовище» в умовах неврівноважених зовнішніх впливів є необхідність зберігання її цілісності та 9. Сприятливими слід вважати такі впливи зовнішнього середовища, які сприяють відновленню цілісності Сп⁺; несприятливими – впливи, що порушують цілісність Сп⁺.*

Межі саморегуляції системи визначаються, виходячи з необхідності підтримки динамічної рівноваги організації, що формалізується як недопущення розшарування або згортки. Маємо твердження 10. *Межі зміни показників одного рівня не повинні перевищувати відношень, рівних $1:\Phi$ для сценарію (12) або похідних від нього для сценаріїв (13), (14).* Коли процес адаптації захоплює кілька рівнів, маємо твердження 11. *Якщо для останнього з задіяних у процесі адаптації рівнів припустимі межі зміни показників задовольняють твердженню 10, то для попередніх (1, 2, ..., k, рахуючи від останнього) вони розраховуються за формулою:*

$$\frac{\pi_{i,n} \cdot i_n}{\Phi^k \cdot i_{n-k}} \div \frac{\pi_{i,n} \cdot i_n}{\Phi^{k-1} \cdot i_{n-k}}, \quad (15)$$

де i – кількість елементів останнього шару n .

Звідси безпосередньо випливають положення

12. *Умовами виникнення патології є перевищення вказаних у (15) меж.*

13. *Умовами регенерації є зовнішні впливи, що дозволяють повернути потенціали показників життєдіяльності в межі, вказані в (15).*

Модель сприйняття (МС). Прив'язка до рівнів МЛС в табл. 2. Визначається оцінка відносної ваги різних видів сприйняття p , яка враховує: область дії – за сумою потенціалів задіяних рівнів; значущість виду сприйняття (k_1); умови сприйняття (k_2); зв'язок з розпізнаванням і прийняттям рішення:

$$p = \frac{\sum_{j=i_1}^{i_n} \pi_j \cdot k_1 \cdot k_2}{i_i - i_n + 1} \quad (16)$$

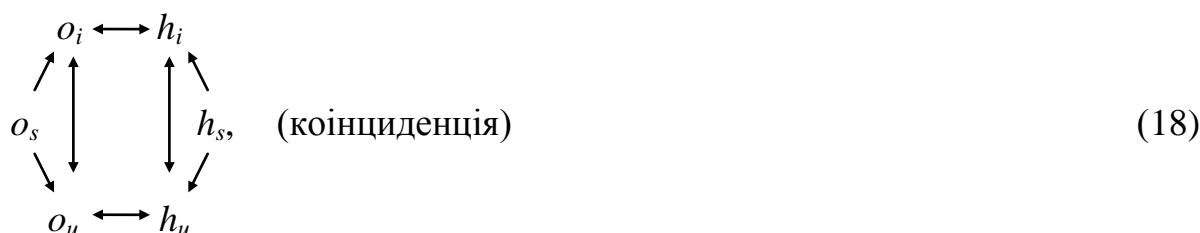
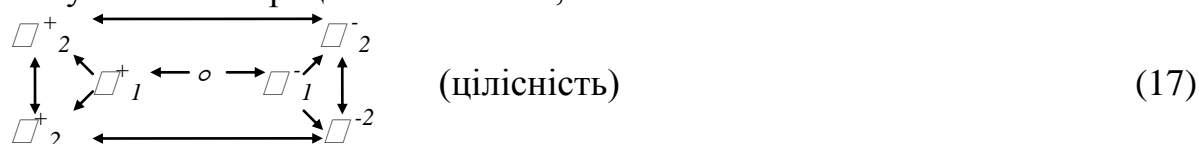
Модель розпізнавання і прийняття рішення (МРР). Загальна модель обробки інформації конкретизується як сукупність обмінів МЛС, що набувають специфічних форм інтуїтивно обумовлених реакцій, рефлексів та обдумування.

Будується концептуальна МРР. Вводяться специфічні визначення компактності образу, інформативності і подібності зображень, коректності кодування, надійності розпізнавання.

Таблиця 2. Кореляції видів сприйняття.

| Рівень | Кількість елементів | Предмет сприйняття | Сприйняття |
|--------|---------------------|--|---------------------------|
| 1 | 1 | цілісність системи «людина – середовище» | інтуїтивне |
| 2 | 1 | цілісність організованої структури на неорганізованому фоні | інтуїтивне |
| 3 | 2 | бінарна оцінка організованості – добре, погано і т.п. | плюс вольова |
| 4 | 3 | тернарна організованість у просторі-часі. | плюс інтелектуальні |
| 5 | 5 | сенсорні подразники: світло, звук і т.д.; почуття рівноваги; втома, голод і т.д. | плюс рецепторні (3 групи) |
| 6 | 8 | головні кольори, звуки і т.д.; градації рівноваги; втоми і т.д. | те ж |
| 7 | 13 | градації кольору, звуку, тощо | те ж |

Моделювання та оптимізація ергатичних систем проводиться на основі розглянутих моделей, а також загальних сценаріїв самоорганізації. Організація ЕС визначається у відповідності з формальними схемами, які відповідають різним ступеням інтеграції компонентів, а саме:



Набори характеристик для кожного шару і компоненту $\{o_i, o_u, h_i, h_u\}$ визначаються в залежності від сценарію самоорганізації, який має місце в конкретному випадку. За розрахунками, обґрунтовуються ергономічні рекомендації з:

- компенсації негативних зовнішніх впливів на стан оператора;
- вибору оптимальної кількості операторів і підсистем ЕС;
- компонування систем відображення інформації (СВІ).

Розрахунок розмірів компонентів ЕС інтерпретується як реалізація калібрування. Для цього використовуються нормативні дані та вимоги техніки безпеки, зокрема, такі, які забезпечують антропометричну, біомеханічну та інформаційну сумісність; для інших розрахунків використовуються припустимі значення температурних, вібраційних, електромагнітних та інших впливів.

Загальна стратегія оптимізації. Метою оптимізації є побудова ефективною, безпечною і надійною ЕС. Відповідно до ГОСТ 16.035-81 і ДСТУ 2429-94, успішність оцінюється за гігієнічними, антропометричними, психофізіологічними, психологічними, біомеханічними, інформаційними та естетичними пока-

зниками. Отже: 1) склад цих показників для конкретної системи, що проектується, попередньо визначає кількість аргументів оптимізації $x=\{x_i\}_{i=1}^n$; 2) провадиться групування x_i за рівнями МЛС, виходячи з кількісних і якісних характеристик шарів, визначається кількість розшарувань Sp і уточнюється кількість аргументів, виходячи з прогнозованої для кожного з шарів; 3) виходячи з прогнозованої кількості операторів і підсистем, а також ступеню забезпечення сумісності як цілісності або інтеграції, визначається сценарій самоорганізації з табл.1; 4) групи і порядки симетрій, а також розмірність Sp визначаються з попередніх даних і уточнюються в ході самоорганізації; 5) розподіл потенціалів та інших характеристик розраховується і виражається, з точністю до калібрувальних інваріантів, у вигляді ОМ. Ця модель є формальним виразом цілі оптимізації. Зміни значень параметрів не повинні призводити до необоротного порушення цілісності системи. Ця вимога інтерпретується згідно МЛС, що дозволяє розрахувати припустимі межі змін при неповних або неточних даних. Калібрування провадиться за нормативами. Оцінки варіантів формалізуються як ЦФ, що відбивають відхилення варіантів від цілі проектування. Вагові коефіцієнти приймаються пропорційними відносним значенням потенціалів. Враховуються коефіцієнти умов і пріоритетності сприйняття. Даються рекомендації щодо оптимізації дій проектувальника і розрахунку ЦФ. Так, для оцінки компонуального рішення вводиться міра відхилення від оптимального компонування Φ_1 :

$$\Phi_1 = \sum_{i=1}^m \gamma_i |n_i - k_i|, \quad (19)$$

де m – номер останнього шару;

n і k – розрахункова і фактична кількості елементів.

Найкращому варіанту відповідає мінімальне значення Φ_1 .

Для оцінки оптимальності пропорцій і розмірів визначається Φ_2 :

$$\Phi_2 = \sum_{i=1}^m \gamma_i |s_{1i} \cdot s_{2i} \cdot s_{3i} \cdot \pi_{ni} - \pi_{ki}|, \quad (20)$$

де π_{ni} і π_{ki} – потенціали для фактичних і розрахункових пропорцій;

s_1, s_2, s_3 – поправки на умови освітленості, сприйняття, забарвлення.

Найкращому варіанту відповідає мінімальне значення Φ_2 .

Оцінка засобів кодування Φ_3 :

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^m \gamma_i |n_i - k_i| \cdot |s_{1i} \cdot s_{2i} \cdot s_{3i} \cdot \pi_{ni} - \pi_{ki}|, \quad (21)$$

де значення параметрів і коефіцієнтів та їхня відповідність шарам визначаються тільки для інформаційних символів.

Найбільше значення Φ_3 відповідає найкращому рішенню.

Професійний відбір, контроль продуктивності праці, розрахунок ергономічних показників, програма підготовки операторів. Будується графічна ОМ суб'єктивного простору оператора та вводяться квазіметричні відношення, як зв'язки психологічних характеристик. Наприклад, відстань d вводиться як міра збіжності:

$$d = l + |sign_k \cdot \pi_k - sign_i \cdot \pi_i|, \quad (22)$$

де l – кількість переходів між шарами елементів k та i вздовж С- діаграми; π_k, π_i – їх потенціали; $sign = \{+, \text{ модальність } (;- , \text{ модальність }) ; 0, \text{ модальність } \downarrow\}$.

Визначаються і ранжуються професійні якості, а також добираються методи психологічного тестування. Описуються інструкції, вимоги до матеріалу, процедури обробки, графічного представлення психологічного портрету, висновку про професійну придатність.

Контроль продуктивності праці базується на тому, що організація вимірювань повинна задовольняти аксіомам 4.1, 4.2; кількість і вага вимірюваних показників – відповідати МЛС, можливе скорочення кількості вимірювань, за умови врахування кореляції різних показників згідно МЛС. У [3] наводяться приклади розрахунку ергономічних параметрів; моделювання розвитку стресу та патологічних змін; планування ергономічних заходів. МЛС використовується також для планування підготовки оператора. Навчання розглядається як сукупність обмінів і зв'язків Сп, що згортається до стану °П (С, ТЗ, О); оператор – як Сп⁺, «середовище навчання» – як Сп⁻. Кількість стадій навчання, виходячи з кількості рівнів СВІ – 5-7. Індивідуальні характеристики рецепторів оператора (рівні 6 і далі) приймаються як базові і спеціально не тренуються. Визначення цілей навчання на кожній стадії відповідає їх ролі в забезпеченні цілісності. Перехід від попередньої стадії навчання до наступної інтерпретується як реалізація кроку згортки; при цьому необхідний інтуїтивний «пошук змісту» засобів, поточного етапу навчання. Визначення характеристик і показників навчання провадиться у ході тестування.

Психофізіологічний комфорт та концепція динамічного житла визначаються на основі МЛС та МРР. Комфортним будемо називати стан людини в системі ЛЖС при наявності наступних ознак:

- цілісність системи;
- психосоматична цілісність людини;
- наявність достатнього потенціалу для адаптації;
- наявність запасу часу існування системи.

Відповідно, дискомфортний стан, характеризується протилежними ознаками. Психологічна складова комфорту й дискомфорту характеризується інтегральними показниками для 1 й 2 рівнів, а також окремими показниками

для 3-го й наступних рівнів організації. Вони корелюють із видами сприйнятів і станами свідомості (табл. 3).

Таблиця 5. Кореляції показників психологічного комфорту та дискомфорту

| Рівень | Об'єкт сприйняття | Сприйняття | Показники комфорту/дискомфору |
|--------|---|--------------------------|---|
| 1 | цілісність системи «людина – житло – середовище» | інтуїція | відчуття удачі, сприятливого ходу подій, гармонії з навколишнім середовищем / відчуття «чорної смуги», невдачливості, дисгармонії |
| 2 | его; внутрішнє середовище організму; природа, як єдине ціле | інтуїція | відчуття самодостатності, здоров'я, спокою, радості, оптимізму, віри в майбутнє / відчуття хвороби, внутрішнього конфлікту, невдоволення, песимізму, швидкої смерті, потворності пейзажу й людей, тлінності світу |
| 3 | відношення до світу; бінарна оцінка й вплив | плюс воля | відчуття волі, почуття переваги, упевненість у досяжності мети / відчуття пригніченості, тривоги, занепокоєння, непевності, слабкості |
| 4 | простір і час; тернарна організованість | плюс інтелект | відчуття просторово-часової впорядкованості, «правильності» зовнішнього й внутрішнього світу, їхнє інтелектуальне усвідомлення як закономірних / відчуття хаосу зовнішнього й внутрішнього світу, їхньої інтелектуальної непізнаваності, випадковості |
| 5 | сенсорні подразники: світло, звук і т.д. | плюс рецептори (3 групи) | відчуття врівноваженості, сили, сенсорного комфорту, «гармонії стихій», на рівні інтелектуальних побудов і безпосереднього сприйняття світу / почуття невірноваженості, виснаження сил, сенсорного стомлення, «ворожнечі стихій» |
| 6-7 | головні кольори, звуки; їх градації. | те ж | відчуття здорові зори, слуху й / відчуття поганого зору, слабкого слуху й т.д. |

Локальність або глобальність показників комфорту/дискомфору оцінюються як сума потенціалів задіяних рівнів МЛС, виражена відносно потенціалу першого шару. Для розрахунків його зручно прийняти рівним 162 одиницям і використати умовні одиниці з округленням до цілих чисел. Значимість показника виражається коефіцієнтом k_1 , для кожного із задіяних шарів у границях $0 \div 1$. Коефіцієнт умов сприйняття k_2 виражає ступінь утрудненості сприйняття; для кожного із шарів він перебуває в границях $0 \div 1$. При підсумовуванні показникам варто приписувати знак «+», якщо вони відповідно є показниками комфорту, і знак «-» у протилежному випадку. Тоді «формула комфорту», що характеризує виражену в умовних одиницях суму показників комфорту всіх рівнів з відповідними коефіцієнтами p прийме вид:

$$p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \pi_{ij} \cdot k_{1ij} \cdot k_{2ij}, \quad (23)$$

де n – кількість рівнів,

m_i – кількість показників i -го рівня

Кращому комфорту тут відповідає більше значення p .

З табл. 3 безпосередньо впливають умови, які мають бути забезпечені при проектуванні і будівництві житла.

Оцінити якість житла можна за (23). Умовою комфорту є наявність гнучкого управління усією сукупністю виразних і технічних засобів житла. Розуміння цього приводить до *концепції динамічного житла*. При сучасному

розвитку будівельних технологій реалізувати цю концепцію можна лише частково. Але прагнення до її реалізації може дати потужний імпульс до розвитку технологій і пов'язаних з будівництвом наук.

Висновки. Наукову проблему побудови апарату геометричного моделювання, адекватного властивостям складних відкритих систем, можна вважати розв'язаною. При цьому реалізовано підхід, оснований на неklasичній парадигмі. Застосування Хм Сп в багатьох галузях засвідчило адекватність цього апарату та перспективність його використання в подальших дослідженнях.

Список джерел

1. *Ковалев Ю.Н.* Геометрическое моделирование эргатических систем: разработка аппарата. К.:КМУГА, 1996.-134 с.
2. *Ковалев Ю.Н.* Эргономическая оптимизация управления на основе моделей С- пространства.- К.:КМУГА,1997.-152 с.
3. *Мхитарян Н. М., Бадеян Г.В, Ковалев Ю. Н.* Эргономические аспекты сложных систем.-К.:Наукова думка, 2004.-600 с.
4. *Бадеян Г.В., Ковалев Ю.Н., Плоский В.А.* Графоаналитическая модель технологической системы монолитного высотного жилищного строительства //Прикл. геометрия та інж. графіка. – К.:КНУБА, 2000. – Вип.68
5. *Ковальов Ю.М., Гірник Н.О., Калашикіова В.В.* Забезпечення психологічного комфорту при проектуванні житла на основі теорії самоорганізації С-простору // Праці Таврійського державного агротехнологічного ун-ту,2010.-Вип.4. Прикладна геометрия та інж. графіка.-т.46.-С.58-67
6. *Ковальов Ю.М., Шевель Л.В., Дувалкіна О.С., Калашикіова В.В.* Психологічно комфортне житло для «збалансованої особистості» та «споглядача»: гармонія з навколишнім середовищем // Технічна естетика і дизайн. – 2010. – Вип. 7. – С. 151–158
7. *Ковальов Ю.М., Дувалкіна О.С., Калашикіова В.В.* Психологічно комфортне житло для «винахідливого дослідника» // Технічна естетика і дизайн. – 2010. – Вип. 8. – С. 150–155
8. *Ковальов Ю.М., Межжеріна А.В.* Застосування теорії самоорганізації С- простору для дослідження природних мов //Прикл. геом. та інж. графіка.-К.: КДТУБА, 1999.-Вип.66

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ С-ПРОСТОРУ

Яковлев М.И., Ковальов Ю.М.

Розглянуто створення математичного апарату, адекватного властивостям складних відкритих систем, а на його основі – стратегії розв'язання обмежених оптимізаційних задач з неоднорідними критеріями оптимізації при проектуванні ергатичних систем і комфортного житла.

ОПТИМІЗАЦІЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ САМООРГАНИЗАЦИИ С-ПРОСТРАНСТВА

Яковлев Н.И., Ковалев Ю.Н.

Рассмотрено создание математического аппарата, адекватного свойствам сложных открытых систем, а на его основе – стратегии решения ограниченных оптимизационных задач с неоднородными критериями оптимизации при проектировании эргатических систем и комфортного жилища.