

УДК 514.18

Ю.М. Ковальов, д-р техн. наук
Національний авіаційний університет (м. Київ)

ХВИЛЬОВА МОДЕЛЬ С-ПРОСТОРУ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Наведено аксіоми хвильової моделі, основні сценарії теорії самоорганізації, класифікацію і способи побудови об'єктних моделей, моделі «людина – середовище», «ергати́чна система», «людина - житло – середовище», «технологічна система», теорії сприйняття, прийняття рішень, пояснення гомеостазу, виникнення хвороб, адаптації до зовнішніх впливів з урахуванням природних та біологічних ритмів, методик оцінки стану та підготовки оператора, стратегії оптимізації ергатичних та технологічних систем, концепцій комфорту, динамічного житла, результати дослідження природних мов.

Постановка проблеми. Всесвіт є складною системою, що містить у собі компоненти, які здебільшого теж відносяться до складних систем. Задачі дослідження, проектування, та експлуатації складних систем відносяться до найпоширеніших. Звідси впливає важливість проблеми створення математичного апарату, адекватного властивостям таких систем. Порівняння властивостей природних систем (неадитивність, відкритість, самоорганізація систем; неоднорідність, непорівнянність, незвідність компонентів; синергія, вибірковість, нелінійність, наявність порогового ефекту взаємодій) з аксіоматичними основами сучасної математики засвідчує, що має місце їх невідповідність і навіть протилежність. Те ж відноситься і до інших компонентів математичної парадигми – методів виводу та засобів опису.

Найбільш принциповим підходом є створення нової парадигми у складі геометричної системи $G=(E,O,R)$, де E – непорожня множина геометричних об'єктів, O – сім'я операцій $o_i: E^{ni} \rightarrow E(i \in I)$ і R – сім'я відношень $r_j \subseteq E^{mj} (j \in J)$, заданих аксіомами, адекватними властивостям складних систем, відповідних засобів опису та методів дослідження. Для практичного застосування потрібні й інші компоненти – теорія самоорганізації, засоби відображення, моделі – а також певні фундаментальні дослідження з метою інтерпретації і пояснення відомих фактів в рамках нової парадигми.

Саме такого підходу дотримувався автор, коли на початку 90-х років приступив до розробки хвильової моделі С - простору ($X_m C_n$).

Аналіз наукових досягнень і публікацій. За роки, що минули, розробка нової парадигми значно просунулася уперед у наступних основних напрямках:

- 1) створення аксіоматичної моделі C – простору [1];
- 2) створення теорії самоорганізації [2];
- 3) розробка методів моделювання складних систем (теорії перетворень та їх інваріантів) [2];
- 4) створення теорій взаємодії людини з оточуючим середовищем [2, 4];
- 5) створення моделей ергатичної системи (ЕС) та діяльності оператора, методик оцінки стану та підготовки оператора, стратегії оптимізації ЕС [4];
- 6) розробка концепцій комфорту та динамічного житла [5];
- 7) моделювання та оптимізація технічних систем [3, 4];
- 8) розробка засобів опису складних систем та їх використання для дослідження природних мов [6] та символів [7].

Метою статті є узагальнення та систематичне викладення отриманих результатів, а також оцінка перспектив подальшого розвитку хвильової моделі.

Основна частина. Послідовно розглянемо основні результати та проблеми для кожного з перелічених напрямків.

1. Аксіоматика. Вводяться поняття, які характеризують концепцію C - простору (Cn, φ). Сп розуміється як результат розпаду універсуму (U) на частини, названі суб'єктом (C) та об'єктом (O)¹, і, в силу свого граничного положення, є одночасно апаратом, який забезпечує настроювання конкретного C на конкретний O , і моделлю C або O . Відповідні C - відображення називаються: тернарною зв'язкою ($TЗ$), внутрішнім (νP) і зовнішнім ($Pз$) розщепленням Зв'язок елементів Сп задається Γ - операторами (аналіз, синтез, проєкціювання, отождоження). Необхідність задовольнити якостям складних відкритих систем приводить до наступної структури аксіоматичної моделі.

Аксіоми першої групи задають структуру простору та визначають роль зовнішніх впливів в його еволюції.

1.1. *Спостереження переводить C - простір у стан актуального існування:*

$$H^{\circ}A, \quad (1)$$

¹ C і O не мають визначеного семантичного навантаження

де H позначає вплив C і O , модальність A – дійсне існування Sp .

1.2. C - простір є носієм потенційно існуючих множин, що містять потенційно існуючі елементи – хвилі і солітони:

$$\circlearrowright(\square\Pi(\cup\bullet\Pi)), \quad (2)$$

де \square – позначення C - множин, \cup і \bullet – хвиль і солітонів (їх вибір як елементів Sp пояснюється необхідністю відобразити мінливість або незмінність компонентів); модальність Π визначає можливість існування конкретного Sp .

1.3. *Спостереження C - простору ініціює його розширення на актуально існуючі C - множини:*

$$H^{\circ}P\square A, \quad (3)$$

де P – розширення, тобто диференціація Sp в ході його еволюції.

1.4. *Спостереження C - множини ініціює його розширення на актуально існуючі C - елементи:*

$$H\square P\cup\bullet A \quad (4)$$

1.5. *Спостереження C - елементів ініціює перехід від хвиль до солітонів і навпаки; його припинення – зникнення елементів:*

$$H\cup\bullet A \rightarrow (\cup A \leftrightarrow \bullet A) \quad (5)$$

$$\cup\bullet A \rightarrow \cup\bullet\Pi \downarrow$$

де \leftrightarrow – позначення переходу хвиль у солітони і навпаки; модальність стану \downarrow вказує на припинення існування елементів.

Аксіома другої групи визначає координацію всіх змін Sp .

2.1. *Хід розширення C - простору визначає структуру C - множин і модальність стану C - елементів – збудження (\int) або згасання (\int); стан елементів характеризує структуру C - множин і спрямованість змін Sp :*

$$\circlearrowright(\square A((\forall\cup\bullet A(\cup\bullet/\cup\bullet)))) \quad (6)$$

Аксіоми третьої групи встановлюють набір припустимих операцій (абстракції відомих хвильових взаємодій).

3.1. *Суперпозиція C актуально існуючих однокомпонентних хвиль переводить їх в однокомпонентні хвилі з лінійно зміненими характеристиками:*

$$C(\cup A //) \rightarrow \cup', \quad (7)$$

де $//$ позначає паралельні хвилі.

3.2. *Кoinциденція K актуально існуючих перпендикулярних C - елементів переводить їх в елемент, кількість перпендикулярних компонент котрого дорівнює сумарному числу перпендикулярних компонент вихідних хвиль і солітонів:*

$$K(\cup\bullet A \perp) \rightarrow \cup'\bullet K, \quad (8)$$

де \perp позначає хвилі, розташовані в перпендикулярних площинах.

3.3. Інтерференція I актуально існуючих хвиль переводить їх у хвилі зі зміною числа хвиль і компонент і нелінійною зміною характеристик:

$$I(\cup A) \rightarrow \cup' \quad (9)$$

3.4. Дифракція D актуально існуючих C - елементів переводить: хвилі – у хвилі зі зміною кількості хвиль і компонент і нелінійною зміною характеристик; солітони – в солітони зі збереженням набору компонент і зміною напрямку руху:

$$D(\cup \bullet A) \rightarrow \cup' \quad (10)$$

$$\rightarrow \bullet$$

3.5. Не існує такої послідовності двох або більше суперпозицій, яка переводила б C - елементи в їх вихідний стан:

$$CC^{-1}(\cup // A) \rightarrow \cup'' \quad (11)$$

3.6. Не існує такої послідовності двох або більше коінциденцій, яка переводила б C - елементи в їх вихідний стан:

$$KK^{-1}(\cup \perp) \rightarrow \cup' K \quad (12)$$

3.7. Не існує такої послідовності двох або більше інтерференцій, яка переводила б хвилі в їх вихідний стан:

$$II^{-1}(\cup A) \rightarrow \cup' \quad (13)$$

3.8. Не існує такої послідовності двох або більше дифракцій, яка переводила б хвилі в їхній вихідний стан:

$$DD^{-1}(\cup \bullet A) \rightarrow \cup'' \bullet \quad (14)$$

3.9. Існує принаймні одна послідовність двох дифракцій, яка переводить солітони в їхній вихідний стан:

$$DD^{-1}(\bullet A) \rightarrow \bullet A \quad (15)$$

Аксіоми четвертої групи кодифікують вимірювання.

4.1. Спостереження дифракції координатної системи Kc й актуально існуючої хвилі простору, що вимірюється, призводить до зміни координатної системи – результату вимірювання – і зміни хвилі, що вимірюється:

$$HD(Kc \wedge \cup A) \rightarrow (Kc' \wedge \cup' \wedge Pc) \quad (16)$$

4.2. Спостереження дифракції координатної системи й актуально існуючого солітону простору, що вимірюється, призводить до зміни координатної системи – результату вимірювання – і зміни руху солітону:

$$HD(Kc \wedge \bullet A) \rightarrow (Kc' \wedge \bullet \wedge Pc) \quad (17)$$

Повнота, несуперечливість, невивідність аксіом для певного класу задач перевіряється в ході побудови теорії самоорганізації – оскільки не потрібні умови, що поповнюють або суперечать їм, то система аксіом повна і несуперечлива; і, оскільки жодна з аксіом не виводиться з інших, то і невивідна.

На сьогоднішній день розробку аксіоматики завершено.

2. Теорія самоорганізації. Для сценарію (1С-1О):

1. Чинниками, що обмежують способи утворення С- множин (розшарування), є: симетрія С і О відносно Сп і цілісність У.

2. Доводиться твердження: 1. Припустимими є тільки такі розшарування, які зберігають косу симетрію Сп. Відтак, розрізняється суб'єктна (Сп⁺) й об'єктна (Сп⁻) половини. Розшарування відбувається за сценаріями з утворенням тільки рівнобіжних, перпендикулярних, або тих і других елементів: 2. Нехай для Р_i існує М 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 С- елементів і С- множин поточної стадії яких знаходяться в гармонійному відношенні з характеристиками елементів і множин попередньої стадії, з коефіцієнтом, рівним характеристиці «золотого перерізу»:

$$\Phi = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \quad (18)$$

4. Кількість елементів n для стадії розшарування m:

$$n \approx \frac{1}{\sqrt{5}} ((\Phi + 1)^m + (\Phi + 1)^{-m}), \quad (19)$$

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^1 :

$$\pi_n = \frac{\pi \Phi}{n}, \quad (20)$$

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.

¹ Потенціалом π Сп називається характеристика здатності до взаємодій та змін, «захоплена» частина У.

Навпаки, для характеристики наступних шарів можуть використовуватися характеристики поточного шару. Важливим є наслідок 1. Шеннонієвська оцінка кількості інформації, кодованої з використанням C - елементів, повинна проводитися для кожного шару окремо.

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

$$\pi = f(l/2, A), \quad (21)$$

де f – функція пропорційності, визначувана експериментально.

8. Довжина l_k хвилі шару k відносно попереднього шару:

$$l_k = \frac{l_{k-1}}{2n}, \quad (22)$$

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 :

$$\frac{t_k}{t_{k-1}} = \frac{l_k}{l_{k-1}}, \quad (23)$$

де k – номер шару, а l_k і l_{k-1} пов'язані за (21).

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

$$\forall k, \frac{T_k}{t_k} = \text{const}, \quad (24)$$

де T_k – час існування k -го шару.

Існує обмеженість розшарування у часі, обумовлена скінченністю часу існування першої хвилі Sp – процеси розшарування і згортки (процес переходу структур Sp від стану A до Π) мають сумарну тривалість, рівну часу існування першої хвилі. Звідси випливає, що процес розшарування можливий тоді і тільки тоді, коли:

$$\forall k, T_k < T_{k-1} \quad (25)$$

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

$$T_{0k} = \frac{T_1}{2} - \sum_{j=2}^{k-1} T_j \quad (26)$$

Таким чином, час для C - простору характеризується «стрілою часу», що виражає необоротність еволюції та розшаруванням.

10. Вводяться: потенціал π , довжина l , амплітуда A ; частота ω ; фаза F ; період T ; модальності \downarrow , \downarrow ; ознаки \parallel і \perp ; коефіцієнти:

– міри нелінійності:

$$e = \frac{A}{M} \leq e^*, \quad (27)$$

$$d \leq d^*$$

де e і d характеризують нелінійність по амплітуді і прямуванню відповідно; e^* і d^* – значення e та d , починаючи з яких не можна нехтувати нелінійністю; M – характеристика незбудженого стану C - множини; – відношення довжин:

$$s = l_k / l_m; \quad (28)$$

– відношення потенціалів:

$$p = \pi_k / \pi_m \quad (29)$$

В залежності від співвідношення характеристик виводяться умови реалізації C - операцій. Наприклад, для коінциденції маємо 1: Нехай для розширень $\{P\}$, що відповідають $\{O^*\}$, існує упорядкований набір хвиль і солітонів:

$$l_1 \perp l_2 \perp l_3 \dots \perp l_n,$$

$$l_1 > l_2 > l_3 \dots > l_n,$$

де n – кількість розширень у $\{P\}$;

Тоді необхідними і достатніми умовами коінциденції для однокомпонентних \cup буде виконання:

$$l_n / l_1 = m_{11}, l_n / l_2 = m_{12}, \dots, l_n / l_{n-1} = m_{1n-1}$$

$$l_{n-1} / l_1 = m_{21}, \dots, l_{n-1} / l_{n-2} = m_{2n-2}$$

$$\dots$$

$$l_2 / l_1 = m_{n-11} \quad (30)$$

$$\forall \Delta \pi_i = \sum_{j=1}^n \Delta \pi_j, j \neq i$$

$$\{\cup\} \vee \{\cup\}$$

$$d < d^*,$$

де m, k, l – цілі числа, $\Delta \pi_k, \Delta \pi_j$ – зміни потенціалів.

11. Наводиться список характеристик, які можуть бути визначені при різних вимірах, описуються вибір K_s та вимірювання.

12. Визначаються інші сценарії самоорганізації:

Таблиця 1.

Класифікація сценаріїв розширення-згортки

Ознака	Сценарії			
кількість $\{C\}$ і $\{O\}$	1C, 1O	1C, $\{O\}$	$\{C\}$, O	$\{C\}$, $\{O\}$
компенсація втрат π	відсутня	неповна	повна	надлишкова
чи \perp елементів	тільки \perp	тільки	і \perp	

Можна констатувати, що описані сценарії є основою для моделювання явищ та процесів, які не можуть бути формалізовані по-іншому. Передусім це відноситься до проблеми «людського фактору». Що ж до невирішених проблем, то це проробка сценаріїв, дослідження розмірності С-простору (припускає ірраціональні та від'ємні значення), а також умов нелінійності хвильових процесів.

3. Графічні моделі (ОМ) та інваріанти. Вводяться поняття *калібрувальних інваріантів* (незалежні від природи систем) і *калібрування* (прив'язка до фізичних одиниць). Проводиться класифікація: OM_1 – статичні моделі, що зберігають належність і послідовність утворення елементів, кількості елементів і операцій; розмірність; групи і порядки симетрії; розподіл величин π і t_0 і зображуються як *С-графи* 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. Так, для ТЗ маємо завершені (TZ_3) і незавершені (TZ_n) зв'язки і окремі випадки, наведені в табл.2.

Таблиця 2.

Класифікація ТЗ

Класифікаційна ознака		Окремі випадки	
належність до одного розшарування	+	взаємодія С і одного О	++
належність до різних розшарувань	–	взаємодія С з різними О без інтерференцій і дифракцій	+-
незмінний сценарій Зг	+	взаємодія С з різними О з зміною сценарію Зг	—
змінений сценарій Зг	–		

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:

$$P_3 = TP_3 * PP_3 \quad (31)$$

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

Доводиться твердження 6. Нехай функтор $T: p_i \rightarrow K^l$ 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 C або O , внаслідок чого мають місце взаємодії елементів і зміни топології, маємо твердження 7. Нехай функтор $T_i: \{p_i\} \rightarrow K^{l*}$ забезпечує взаємно-однозначне відображення C - елементів у вершини, а послідовності розширвань – у ребра K^l так, що одному шару кожного розширення відповідає не менше, ніж одна зірка, а кожній операції, що змінює сценарій, – один простий цикл. Тоді $T_i \in \{TPz\}$. Визначено можливості графічного вираження калібрування, наприклад: розподіл π – за допомогою площин вершин графу (I і A можуть зображатися як довжини сторін прямокутника-вершини), t – довжин ребер; модальності – різними кольорами тощо, в ході побудови ОМ: 1) визначення розмірності E^n ; 2) абстрагування від X_m з метою уявити її у вигляді C - графу (Pz - діаграми) в E^n , так, щоб були збережені інваріанти; 3) топологічні перетворення кривих у відрізки прямих з метою спрощення графічного зображення; 4) проведення локальних розгорток задля спрощення проєкціювання; 5) побудова зображення на; 6) метризація; 7) доповнення графічної ОМ текстовими поясненнями, аналітичними залежностями і т.п.

Як показала практика, графічні ОМ здебільшого задовольняють її потреби. Проте можливі інші моделі, дослідження яких являє теоретичний інтерес, а застосування є корисним у деяких випадках.

4. Дослідження «людського фактору» є фундаментальною проблемою, з якою пов'язані окремі впровадження.

4.1. Модель взаємодій людини з навколишнім середовищем (МЛС). Аналіз фактичних даних приводить до висновку, що має місце найбільш загальний випадок організації, тобто Sp формується в результаті взаємодії $\{C\}$ і $\{O\}$, а умови цілісності набувають вигляду:

$$Y \rightarrow (\{C\}_o, Cn, \{O\}_p) \rightarrow CP \vee CP^* \vee CP^{**}, \text{ причому} \quad (32)$$

$$CP \rightarrow n(\{C\}_{i=1, \dots, m}, \square_{xy}, \{O\}_{i=1, \dots, n}) \quad (33)$$

$$CP^* \rightarrow (m-n)(\{C\}_{i=n+1, \dots, m}, \square_{ixy}, \{O\}_{m-n}) \quad (34)$$

$$CP^{**} \rightarrow (o-m)(\{C\}_{o-m}, \square_{i=o-m, \dots, o, j=p-m, \dots, px}, \{O\}_{p-m}), \quad (35)$$

де CP відображають тип сценарію; $n, m, o, p, o > p$ позначають кількості C і O ; i, j – порядкові номери розширвань Sp , для взаємодій C і O ; x, y – номери шарів і належних C - елементів і C - множин.

Зокрема, *розширення* (33) моделюється показаним на рис.1 C - графом, який відображає загальні принципи побудови системи (деякі деталі не показані). 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).

Рівні

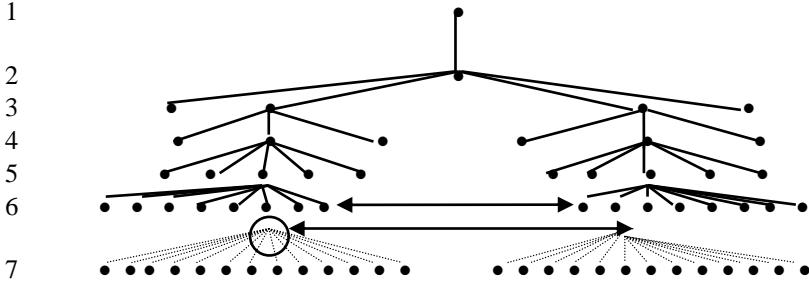


Рис. 1. Взаємодії в системі людина – середовище

4.2. Механізм виникнення зв'язків і обмінів. Нехай в результаті зовнішнього впливу ушкоджується один з елементів, для визначеності, i -того шару Sp^+ (позначений кружком на рис. 1). Тоді:

1. Оскільки порушиться цілісність, система припинить існування або відновить цілісність за рахунок перерозподілу потенціалів між шарами Sp^+ . Цей перерозподіл відповідає явищам регенерації, авторегуляції і втоми. Для шарів із номерами, меншими i , вплив зовнішнього подразника буде менше суттєвим. Для Sp^- , у силу симетрії, відбудуться аналогічні зміни. Потенціал Sp зменшиться.

2. У процесі перерозподілу змінюватимуться модальності існування і стану, відбуватимуться перетворення $\bullet \rightarrow \cup$ і $\cup \rightarrow \bullet$, та взаємодії S - елементів. Це призведе до випромінювання хвиль і переміщення солітонів, тобто обміну між людиною і середовищем (позначені \leftrightarrow). Оскільки якісні характеристики шарів різні, якісно різними будуть і процеси обміну і зміни шарів з номерами i та $i+1$ для Sp^+ і Sp^- .

3. Різні обміни і зміни (зберігання динамічної рівноваги, відновлення або деструкція систем і органів) можуть бути описані операціями $\{ДИКС\}$, адекватними характеристикам цих процесів. Наприклад, нормальна, парадоксальна й ультрапарадоксальна реакції нервової системи на зміну величини подразника інтерпретуються як окремі випадки S . Оскільки реалізація операцій обумовлена обмеженнями, пов'язаними з потенціалами, це призводить до розшарування взаємодій відповідно до розшарування Sp . У межах кожного з шарів виконуються закони зберігання, обумовлені властивою йому симетрією.

4. 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 Sp^+ ; несприятливими – впливи, що порушують цілісність Sp^+ .*

4.3. 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 (33) або похідних для (34), (35).*

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:*

$$\frac{\pi_{i,n} \cdot i_n}{\Phi^k \cdot i_{n-k}} \div \frac{\pi_{i,n} \cdot i_n}{\Phi^{k-1} \cdot i_{n-k}}, \quad (36)$$

де i – кількість елементів останнього шару n .

Звідси безпосередньо випливають положення 12. *Умовами виникнення патології є перевищення вказаних у (36) меж. 13. Умовами регенерації є зовнішні впливи, що дозволяють повернути потенціали показників життєдіяльності в межі, вказані в (36).*

4.4. Модель сприйняття (МС). Прив'язка до рівнів МЛС та ритмів головного мозку наведена в табл. 3.

Визначається оцінка відносної ваги різних видів сприйняття p , яка враховує: область дії – за сумою потенціалів задіяних рівнів; значущість виду сприйняття для фахової діяльності (k_1); умови сприйняття (k_2); зв'язок з розпізнаванням і прийняттям рішення:

$$p = \frac{\sum_{j=i_1}^{i_n} \pi_j \cdot k_1 \cdot k_2}{i_i - i_n + 1}, \quad (37)$$

Таблиця 3.

Кореляції видів сприйняття

Рівень	Елементів	Предмет сприйняття	Сприйняття	Психічні стани	Ритм мозку
1	1	цілісність системи «людина – середовище»	інтуїтивне	розширена свідомість	невідомий
2	1	цілісність структури на неорганізованому фоні	інтуїтивне	спокій, сон без сновидінь	Δ , 0,5-4 Гц
3	2	бінарна оцінка організованості	плюс волюва	відпочинок	Θ -, 4-7 Гц
4	3	тернарна організованість у просторі-часі.	плюс інтелектуальні	пильнування	α , 8-13 Гц
5	5	світло, звук і т.д.; почуття рівноваги; втома, голод	плюс рецепторні (3 групи)	сприйняття; розумова робота	β , 14-35Гц
6	8	головні кольори, звуки; градації рівноваги; втоми і т.д.	те ж	збудження	γ , 34-55 Гц
7	13	градації кольору, звуку, тощо	те ж	те ж	те ж

4.5. 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.

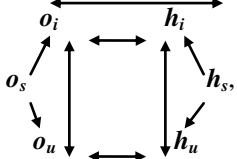
Наведені в п. 4 результати дозволяють, в цілому, розв'язувати описані нижче проблеми. Їх деталізація, врахування механізмів взаємодій, оснований на інших хвильових ефектах (взаємодії осциляторів тощо) є перспективними напрямками подальших досліджень.

5. Моделювання та оптимізація ергатичних систем проводиться на основі розглянутих моделей, а також загальних сценаріїв самоорганізації. Організація ЕС (рис. 2) визначається у відповідності з

формальними схемами, які відповідають різним ступеням інтеграції компонентів, а саме:



(цілісність) (38)



(коінциденція) (39)

Набори характеристик для кожного шару і компоненту $\{o_i, o_u, h_i, h_u\}$ визначаються в залежності від сценарію самоорганізації згідно табл.1, який має місце в конкретному випадку.

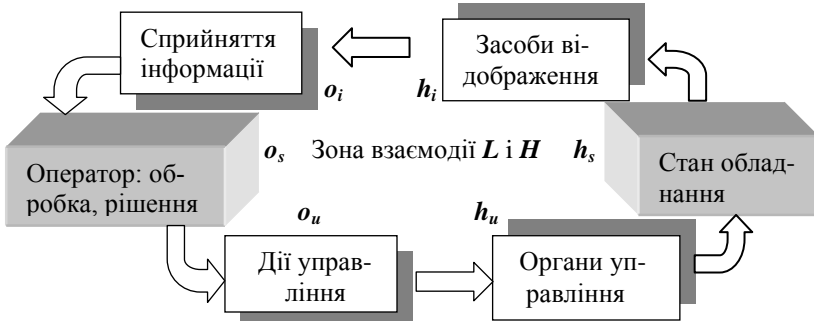


Рис. 2. Зв'язок людського і машинного компонентів ЕС

За розрахунками, обґрунтовуються 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.

5.1. Загальна стратегія оптимізації. Ціллю оптимізації є побудова ефективної, безпечної і надійної ЕС. Відповідно до ГОСТ 16.035-81 і ДСТУ 2429-94, успішність оцінюється за гігієнічними, антропометричними, психофізіологічними, психологічними, біомеханічними, інформаційними та естетичними показниками. 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 Сп і уточнюється кількість n 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 Сп 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 провадяться 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 компоновки вводиться міра відхилення від оптимального компоновання Φ_1 :

$$\Phi_1 = \sum_{i=1}^m \gamma_i |n_i - k_i|, \quad (40)$$

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 вводиться Φ_2 :

$$\Phi_2 = \sum_{i=1}^m \gamma_i |s_{1i} \cdot s_{2i} \cdot s_{3i} \cdot \pi_{ni} - \pi_{ki}|, \quad (41)$$

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 :

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^m \gamma_i |n_i - k_i| \cdot |s_{1i} \cdot s_{2i} \cdot s_{3i} \cdot \pi_{ni} - \pi_{ki}|, \quad (42)$$

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

Найбільше значення Φ_3 відповідає найкращому рішенню.

5.2. Професійний відбір, контроль продуктивності праці, розрахунок показників, програма підготовки оператора.

Будується графічна *ОМ суб'єктивного простору оператора* (рис.3) та вводяться квазіметричні відношення, як зв'язки психологічних характеристик. Наприклад, відстань d вводиться як міра збіжності:

$$d = l + |sign_k \cdot \pi_k - sign_i \cdot \pi_i|, \quad (43)$$

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

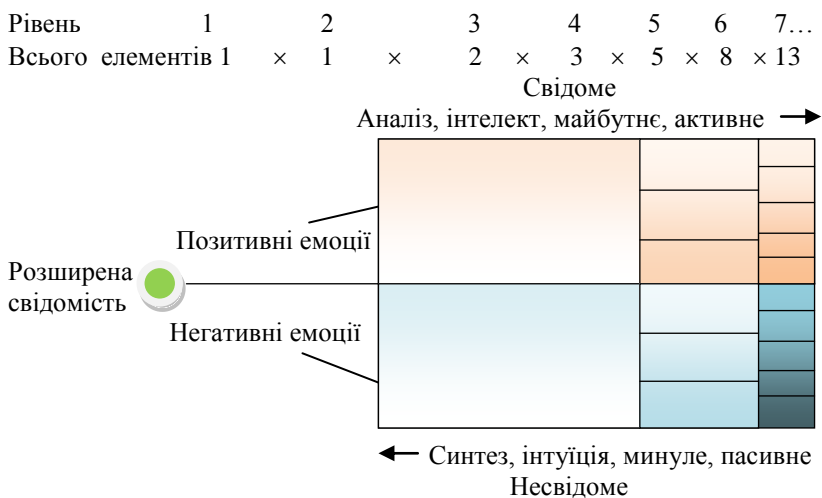


Рис. 3. Об'єктна модель суб'єктивного простору

Визначаються і ранжуються професійні якості, а також добираються методи психологічного тестування. Результати зведено в табл. 4. Описуються інструкції, вимоги до матеріалу, процедури обробки, графічного представлення психологічного портрету, висновку про професійну придатність.

Контроль продуктивності праці: 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. Наводяться приклади розрахунку ергономічних параметрів; моделювання розвитку стресу та патологічних змін; планування ергономічних

заходів [3]. МЛС використовується також для *планування підготовки оператора* (рис.4). Навчання розглядається як сукупність обмінів і зв'язків Сп, що згортається до стану $\mathcal{P}(C, T3, O)$; оператор – як Sp^+ , «середовище навчання» – як Sp^- . Кількість стадій навчання, виходячи з кількості рівнів СВІ – 5-7. Індивідуальні характеристики рецепторів оператора (рівні 6 і далі) приймаються як базові і не тренуються.

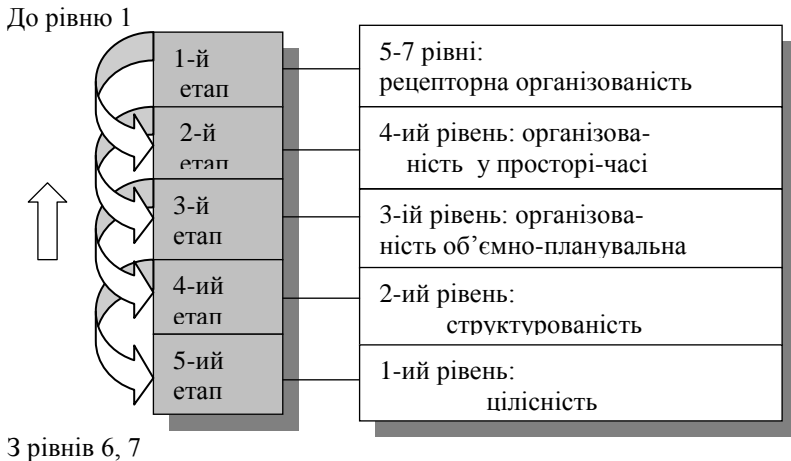


Рис. 4. Визначення цілей навчання і послідовності підготовки

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 згідно табл. 4 у ході тестування.

Деякі із згаданих розробок (інтуїтивна система відображення інформації, методика визначення професійних якостей операторів) знайшли своє впровадження; інші проекти (прогностична система, прилад заходу літака на посадку) залишаються на рівні ідей і ще чекають свого втілення.

6. Психофізіологічний комфорт та концепція динамічного житла визначаються на основі МЛС та МРР. Комфортним будемо називати стан людини в системі людина – житло – середовище 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.5).

Таблиця 4.

Контрольовані професійні якості оператора та методи їх визначення

Рівень	Оцінки	Властивість	Методи
1	100-162	відчуття єдності форми й змісту і визначення тенденцій їхнього розвитку	Незакінчені розповідь чи малюнок
2	62-99	виділення головного, відкидання другорядного	Роршаха
3	38-61	адекватність і точність реакції на порушення цілісності	«Виправити малюнок»
4	24-37	відчуття організованості у просторі-часі	«Дерево», «Слон», «Будинок»
5-7	15-23	стійкість до «колірного шоку», розрізнення основних кольорів і відтінків	Роршаха, «Виправити малюнок», кольорові таблиці

Локальність або глобальність показників комфорту/дискомфорту 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» набуде вигляду:

$$p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \pi_{ij} \cdot k_{1ij} \cdot k_{2ij} , \quad (44)$$

де n – кількість рівнів, m_i – кількість показників i -го рівня
Кращому комфорту тут відповідає більше значення p .

Таблиця 5.

Кореляції показників психологічного комфорту та дискомфорту

Рі-вень	Об'єкт сприйняття	Сприйняття	Показники комфорту/дискомфорту
1	цілісність с-ми «людина – житло – середовище»	інтуї-ція	відчуття удачі, сприятливого ходу подій, гармонії з навколишнім середовищем / відчуття «чорної смуги», невдачливості, дисгармонії
2	внутрішнє середовище організму; природа, як єдине ціле	інтуї-ція	відчуття самодостатності, здо-ров'я, спокою, оптимізму, віри в майбутнє / відчуття конфлікту, хвороби, невдоволення, песимізму, швидкої смерті, потворності пей-зажу й людей, тлінності світу
3	відношення до світу; бі-нарна оцінка й вплив	плюс воля	відчуття волі, переваги, упевне-ність у досяжності мети / відчуття пригніченості, тривоги, занепоко-єння, непевності, слабкості
4	простір і час; тернарна ор-ганізованість	плюс інте-лект	відчуття просторово-часової впо-рядкованості, «правильності» зов-нішнього й внутрішнього світу, їх інтелектуальне усвідомлення як закономірних / відчуття хаосу зов-нішнього й внутрішнього світу, їх інтелектуальної непізнаваності
5	сенсорні под-разники: сві-тло, звук і т.д.	плюс рецеп-тори (3 гру-пи)	відчуття врівноваженості, сили, сенсорного комфорту, «гармонії стихій», на рівні інтелектуальних побудов і безпосереднього сприй-няття світу / почуття неврівнова-женості, виснаження, сенсорного стомлення, «ворожнечі стихій»
6-7	головні ко-льори, звуки; їх градації	те ж	відчуття здорові зори, слуху й / відчуття поганого зору, слабкого слуху й т.д.

З табл. 5 безпосередньо впливають умови, які мають бути забезпечені при проектуванні і будівництві житла:

- гармонія із зовнішнім світом (рівень 1). Якщо розглядати дизайн та архітектуру як холістичну символічну мову, то сукупність ви-разних засобів конкретної споруди є дискурсом з метою «на-строювання» людини на єдність з Всесвітом. Цьому сприяє ха-

рактерна для традиційних культур «вписаність» житла в ту чи іншу міфологеми. Гармонізація біоритмів людини з ритмами природи є ще однією метою на цьому рівні;

- самодостатність і безпека житла (рівень 2) включає не тільки наявність незалежних джерел водо- чи енергопостачання чи розвинених засобі безпеки. Головним є впевненість у спроможності житла до адаптації до будь-яких зовнішніх змін. Необхідною є наявність комунікацій зі світом і різними пристроями (цифровий чи розумний дім), що надає житлу нові, системні якості;
- свобода самореалізації (рівень 3). Людина повинна мати можливість у відповідності до своїх потреб змінювати склад і кількість приміщень;
- змінність форм, пропорцій, розмірів приміщень (рівень 4) є логічним продовженням попередньої умови, що потребує, однак, специфічних конструктивних рішень. Відзначимо можливість підрахувати вплив цих параметрів на стан людини [2];
- варіативність колористичних, акустичних та інших рішень (рівні 5-7) забезпечує управління станом і настроєм людини.

Звідси випливає, що умовою комфорту є наявність гнучкого управління усією сукупністю виразних і технічних засобів житла. Розуміння цього природним шляхом приводить до *концепції динамічного житла*. При сучасному розвитку будівельних технологій реалізувати цю концепцію можна лише частково. Але прагнення до її реалізації саме по собі може дати потужний імпульс до розвитку технологій і пов'язаних з будівництвом наук.

Екстраполюючи сучасні тенденції, наважимося на наступний прогноз розвитку пріоритетних напрямків:

- динамічний розрахунок конструкції зі змінною геометрією та фізичними властивостями;
- теорія динамічного інтер'єру, з системним урахуванням впливу різноякісних факторів на стан людини;
- координація споруд в рамках містобудівної концепції;
- розробка і виробництво нових будівельних матеріалів;
- розробка принципово нових будівельних технологій;
- розв'язання економічних проблем будівництва та експлуатації.

7. Моделювання та оптимізація технологічних систем.

Задача удосконалювання технологічних систем розуміється як *динамічна трансформація їх структур і функцій відповідно до зміни цільової функції системи*. При традиційному розумінні системи $S=(O, R)$ як упорядкованої пари елементів O и відносин R завдання полягає у відшуванні таких F і S , для яких

$$\begin{cases} F_j : S_i \rightarrow S_k \\ z(t) \rightarrow optz \end{cases} \quad (45)$$

де $z(t)$ – цільова функція, що змінюється в часі, системи; $optz$ – оптимальна величина $z(t)$, що досягається у визначений момент часу.

Реально враховуються також обмеження A організації, функцій і можливих перетворень системи. Практично були випробувані різні стратегії удосконалення. Індустріально-технологічні системи будівництва країн із плановою економікою продемонстрували високу організованість і низьку адаптивність. Практика закордонних фірм показує високу адаптивність, але й нестабільність організації. Подолання цього протиріччя можливо лише в рамках концептуально іншого розуміння. Відповідно до загальної теорії систем, система оптимально функціонує в умовах, що змінюються, якщо вона є відкритою, цілісною, організованою. При цьому модульність і функціональна автономність системи та її підсистем є наслідком цілісності й організації; універсализація функцій – ізоморфізму організації, здатність до динамічної мобілізації – відкритості і цілісності, прогнозованість розвитку і керованість інформаційних потоків – самоорганізації і саморегуляції. Під оптимізацією будемо розуміти створення системи, яка реагує на зміну зовнішніх умов зміною параметрів і функцій при незмінності організації, тобто в межах саморегуляції.

Визначення. Моделлю технологічної системи монолітного каркасного висотного житлового будівництва (МТС МКВЖБ) називається графоаналітичне представлення взаємозв'язку основних структур і функцій з урахуванням їх внеску в забезпечення цілісності системи. Використаємо для побудови моделі евклідовий простір E^n :

$$n = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{m_i} s_{ij}, \quad (46)$$

де n – кількість несиметричних структур системи; m – кількість структур для i -того рівня.

Структуруємо базис E^n так, щоб кожному рівню відповідав підпростір, розмірність якого дорівнює кількості його структур. Різний внесок у цілісність системи її складових структур відбивається в особливому нормуванні базису кожного з підпросторів. Виходячи зі збереження зв'язності, співвідношення довжин векторів, можливості відображати базис кожного з підпросторів у виді сукупності розташованих під рівними кутами векторів, обираємо відображення простору в площину. Розташувавши в точках стику і кінцях базисних векторів підсистеми відповідних рівнів і доповнивши отриману схему зв'язками,

установленими за допомогою аналізу технологічних та організаційних рішень, одержимо графічну частину МТС МКВЖБ [3].

Доповнимо графічну частину моделі аналітичною. При даному рівні деталізації, стан системи описується як

$$TS = (\alpha_1 l_1, \alpha_2 l_2, \alpha_3 l_3, \alpha_4 l_4, \alpha_5 l_5), \quad (47)$$

де TS – функція стану технологічної системи; l_i – функція стану i -го рівня організації; α_i – вагові коефіцієнти i -го рівня для забезпечення цілісності всієї системи.

У свою чергу, функція стану кожного з рівнів має вид:

$$l_i = (C_{ij}, O_{ik}, T_{im}, M_{in}, Y_{ip}), \quad (48)$$

де C_{ij} – сукупність j зовнішніх умов; O_{ik} – сукупність k організаційних структур; T_{im} – сукупність m технологічних рішень; M_{in} – сукупність n рішень по механізації; Y_{ip} – сукупність p управлінських рішень.

Оцінка системи. Прийнято аналітико-евристичний метод експертного опитування. Пропонується наступний набір показників:

- для рівня 1 – *адаптивність* (відповідність зовнішнім вимогам);
- для рівня 2 – *ефективність* (відповідність цільовій функції);
- для рівня 3 – *керованість* (ступінь організованості);
- для рівня 4 – *технологічність* (відповідно до визначення в роботі);
- для рівня 5 – *якість* (відповідність проектним вимогам);
- для рівня 6 – *продуктивність* (обсяг випуску в одиницю часу);
- для рівня 7 – *кваліфікація* (реалізація умінь).

Зв'язок інтегрального і групових показників, а також групового і одиничних показників визначається за формулою

$$P_i = \alpha_i \sum_{j=1}^{M_i} p_{ij}, \quad (49)$$

де P_i – груповий показник рівня i ; p_{ij} – одиничний j -й показник із загальної їхньої кількості M_i ; α_i – коефіцієнт, що визначає, наскільки груповий показник важливіше суми одиничних показників.

Обґрунтовано процедури опитування та обробки результатів.

Оптимізаційна задача вибору технологічних рішень формулюється так: потрібно визначити набір значень x ; при який цільова функція, що відповідає прийнятому критерію оптимальності, досягає свого мінімуму при дотриманні граничних умов. Прийняті технологічні рішення в багатьох випадках виявляються складними для оцінки. Тому виникає необхідність розробки інноваційної оптимізації ТС МКВЖБ. Запропонована стратегія для окремого випадку полягає в наступному (в [4] розглянуто більш загальні випадки):

1. Визначаються параметри x_1, x_2 , обмеження A^1 , окремі цільові функції ξ^1_1, ξ^1_2 . Узагальнена цільова функція ξ не визначається.

2. Знаходиться мінімум однієї з окремих цільових функцій – ξ^1_j – за умови, що інша окрема цільова функція продовжує зменшуватися. Йому відповідає перше гарне рішення x^1 .

3. Вводиться інновація p_1 , яка змінює характер $\xi^2_1 = (p_1, x_1)$ так, що її мінімум зміщується направо. Таким чином, область згоди збільшується. При цьому набір обмежень також може змінюватися: $A^1 \rightarrow A^2$.

3. Для нових умов визначається друге рішення x^2 . Вводиться наступна інновація p_2 , яка змінює характер ξ^1_2 або ξ^2_1 і т.д., після чого цикл повторюється.

4. Умовою припинення ітерацій може бути досягнення бажаного рівня показників системи, або вичерпання інноваційних ресурсів.

Отримане в результаті рішення може бути кращим за класичне Парето-оптимальне рішення. Перевірка досягнутих результатів здійснюється в ході виробничих експериментів. Ще однією перевагою запропонованої стратегії є те, що вона без посередньо вказує ті «вузькі місця», де необхідно внести технічні, технологічні, організаційні та інші зміни. Таким чином, інноваційна оптимізація не є чисто математичним методом, а орієнтована на комплексне застосування теоретичних та технічних засобів, тобто відноситься до теоретико-експериментальних методів.

Впровадження технологічних систем та інноваційної оптимізації наведено в [3,4].

8. Мови опису С-простору, з одного боку, мають знаходитись у відповідності з аксіоматикою S_p , а з іншого – «протистояти» формальним мовам так само, як аксіоми хвильової моделі «протистоять» аксіомам інших моделей. Будемо називати їх *холістичними мовами* (M_x).

Методика дослідження базується на методі границь: 1. Визначаються складові частини вихідної парадигми і її понятійний апарат. 2. Вводяться метапоняття, які узагальнюють існуючі засоби. Сукупність метапонять створює певну концепцію, яка реалізується у вигляді аксіоматичної моделі. 3. Відносно метапонять кожного з компонентів формулюються граничні умови, вихід за межі яких призводить до парадоксів. 4. Граничні умови замінюються на протилежні; отримані умови доповняльності є граничними для всіх новостворених засобів і визначають межі застосування, структуру і склад нової парадигми.

Визначення граничних умов. Формальні мови M_Φ 1-го порядку мають такі рівні: *Символи*. Набір символів включає позначення предметних змінних, функціональних і предикатних символів; *Імена*. З предметних змінних і функціональних символів будуються терми –

імена, пов'язані з об'єктами лише конвенційно; *Атомарні (елементарні) формули*. З використанням предикатних символів із термів утворюються атомарні формули виду $P(t_1, \dots, t_n)$, $n > 0$, які означають, що об'єкти $t_1 \dots t_n$ пов'язані відношенням P ; *Формули і правила виведення*. З формул за допомогою кванторів і пропозиціональних зв'язок будуються неелементарні формули, що перетворюються в конкретні висловлення при завданні моделі числення. Правила виведення базуються на законах формальної або інтуїціоністської логіки, іноді включають вигоди ефективності і деякі обмеження.

Звідси, граничні умови $\Gamma_{\text{Мф}}$ виражаються таким чином:

Умова 1. $\Gamma_{\text{Мф}}$:

- *елементи, імена, формули – дискретні;*
- *відношення – однорідності, згортання (до $\infty_{\text{П}}$);*
- *операції – адитивні, бінарні;*
- *інтерпретація – конвенціональна і незалежна від синтаксису.*

Синтаксична структура відрізків тексту природної мови аналізується за допомогою системи складових і описуються у вигляді графів спеціального виду. Визначаються лінгвістично значимі відношення і класифікації мовних об'єктів і будується аналітична модель мови. При цьому розрізняють синтагматичні і парадигматичні моделі. Ці відношення і класи мовних об'єктів трактуються з теоретико-множинних позицій. Розробляється теорія формальних граматик, яка відноситься до найважливішого аспекту мови – переробці «змістів» у «тексти» і навпаки. Вона базується на теорії алгоритмів і автоматів і розглядає бінарні відношення між етапами переробки. Семантична інтерпретація синтаксичної структури має інтенціональний (з урахуванням змісту понять) або екстенціональний (складне поняття витлумачується тільки по його складовим) характер. Оскільки як у класичній, так і в інтуїціоністській логіці прийняті останнє, саме така інтерпретація має місце найчастіше. Отже, весь цей інструментарій теж знаходиться в межах $\Gamma_{\text{Мф}}$.

Визначення умов доповняльності. Доповняльними будуть положення, які виходять за межі $\Gamma_{\text{Мф}}$. Звідси, M_x задається наступними положеннями $\Gamma_{\text{Мх}}$:

Умова 2. $\Gamma_{\text{Мх}}$:

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

Тепер розглянемо *синтаксичну структуру M_x* . Згідно умови 2 та аксіом, вимоги M_x інтерпретуються як реалізація розгортки від загальних структур до окремих елементів, протяжність, змінюваність, відносна однорідність, взаємозалежність, небінарність та неадитивність, відкритість, невідділеність семантики від інтерпретації. Це означає наявність якісно різних рівнів, зв'язаних умовами цілісності (гармонійні відношення, симетрії, числові ряди, самоподібність). Зважаючи на комунікаційну функцію мови, її слід інтерпретувати як С- простір, що виникає і самоорганізується в системі суб'єкт (С) – С- простір – об'єкт (О), що, в свою чергу, конкретизує склад і зміст окремих рівнів і структур (табл. 6). Важливо зазначити, що структури кожного поточного рівня утворюють «контекст» для сприйняття на наступних рівнях, і навпаки, конкретизують зміст попередніх рівнів.

Таблиця 6.

Структура і функції рівнів M_x

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

Виразні засоби. Для кожного з рівнів притаманні власні виразні засоби, які характеризуються ознаками, зведеними в табл. 7.

Граматичні конструкції можуть розглядатися в рамках теорії самоорганізації. В [7] на прикладі санскриту показано, що частини природної мови та системи відмін не тільки за своїми функціями, але й за кількісними показниками відповідають рівням, вказаним в табл. 6. Ознаки виразних засобів в такому разі відносяться до характеристик обраних систем запису.

Морфологія. Композиційні елементи інтерпретуються як багатоконпонентні структури, що складаються із хвиль і солітонів С- простору. Створення композицій відповідає реалізації С- операцій. В [7] таких підхід був застосований для інтерпретації утворення частин слів в санскриті (коренів, префіксів, суфіксів, закінчень) і для пояснення механізму сандх (фіксованих змін фонем).

Таблиця 7.

Виразні засоби M_x

Рівень	Ознаки	
	загальні	одиничні
1	комунікативність	-
2	структурованість	єдність стилю, тектоніка
3	організованість композиційна	врівноваженість-неврівноваженість, функціональна симетрія-асиметрія, статичність-динамічність
4	організованість у просторі-часі	форма, пропорції, розміри, масштаб, ритм, нюанс, метричний повтор; послідовність, темп, інформація, ентропія, енергія
5	організованість рецепторна	світло, світлотінь, колір, тон, фактура, текстура, асоціації колір-звук, відстань-звук тощо

Семантика та інтерпретація змісту. Зіставлення структурних одиниць із пізнавальними засобами людини (табл. 8) свідчить про неоднаковість семантичних відношень різних рівнів M_x . Найбільш комплексне враження створюють мовні одиниці найнижчих рівнів. Таким чином, на відміну від конвенціональної визначеності дискурсів формальних мов, для M_x має місце «настроювання» системи 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.

Таблиця 8.

Відповідність структур M_x та пізнавальних засобів людини

Рівень	Мовні одиниці
1	мова в цілому
2	текст, композиція
3	текстові і композиційні елементи
4	послідовність сприйняття
5	символи

Отже, для дослідження властивостей складних систем необхідна специфічна холистична мова, яка доповнює можливості формальних мов і має власні специфічні синтаксичні конструкції та семантичні інтерпретації. Ці конструкції і інтерпретації впливають із теорії

самоорганізації С- простору. Практичне застосування холістичних мов доцільно у герменевтичних дослідженнях, проектуванні впливу оточуючого середовища на стан людини, створенні інтерфейсу ергатичних систем.

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

Література

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. *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
4. *Мхитарян Н. М., Бадеян Г.В, Ковалев Ю. Н.* Эргономические аспекты сложных систем.–К.:Наукова думка,2004.–600 с.
5. *Ковальов Ю.М., Джурик О.В., Башта О.Т.* Оцінка відносної ваги показників психологічного комфорту на основі апарату хвильової моделі С- простору //Доповіді конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергосбереження, екологія, дизайн».–Київ,2005
6. *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
7. *Ковальов Ю.М., Седлецька Н.І.* Символи: гносеологічні аспекти // Технічна естетика та дизайн.–К.:Віпол,2002.–Вип.2

Отримано . . . , ХДУХТ, Харків
© Ю.М. Ковальов, 2007