

## 1. РОЗДІЛ 6

### 2. ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Мета розділу.** Для забезпечення ефективності, надійності і безпеки ЕС необхідні: орієнтація систем відображення інформації (СВІ) на найбільш ефективні види сприйняття; стабільність інформаційного обміну; наявність засобів управління психоемоційним станом оператора. Мають бути узгоджені різні форми прийняття рішення; інформаційні системи повинні сприяти цьому. Нарешті, від систем управління вимагається реалізація, залежно від ситуації, узгоджених інтуїтивно обумовлених, рефлекторних, обдуманих дій. Отже, слід дослідити і оптимізувати *склад, послідовність, пріоритетність, відносні ваги, кількісні характеристики, тобто системні фактори різних форм сприйняття, розпізнавання, прийняття рішення і дій управління в рамках єдиного процесу операторської діяльності, для чого потрібні відповідні об'єктні моделі.*

Підкреслимо відмінності в порівнянні з дослідженнями із позицій психології, фізіології або класичного геометричного моделювання. Наприклад, для сприйняття з'ясується, який апарат (лінійна, зворотна, нелінійна перспектива) краще відповідає зоровому сприйняттю [194] і обґрунтовуються заходи щодо поліпшення оглядності, освітленості і т.п. (ГОСТи 21.958-76, 22.269-76, ISO 8995:1989, [53,92,221,225]), тобто даються окремі, некомплексні рекомендації. Необхідно ж знати відносні значення для розпізнавання й прийняття рішення інтуїтивних, емоційних, рецепторних сприйнятів, що дозволить правильно знаходити компроміси при наявності суперечливих окремих рекомендацій. Для цього ж потрібно дослідити організацію простору з відповідними якістьми, тобто Сп.

Звідси випливають **задачі розділу**. Необхідно:

- 1\* базуючись на і сценаріях самоорганізації (табл.3.7), визначити і перевірити концептуальну модель операторської діяльності;
- 2\* розробити і верифікувати окремі, узгоджені з ній, моделі сприйняття, розпізнавання і прийняття рішень, дій управління;
- 3\* на їх основі розробити заходи (в формі рекомендацій, конкретних пропозицій і рішень) щодо вдосконалення діяльності операторів та СУ.

В якості засобів верифікації і джерела вихідних даних будемо використовувати зіставлення з біологічними системами і нормативними даними.

### **6.1. Модель взаємодій «людина – середовище»**

**Постановка задачі.** Розглянемо відносини людини з навколишнім середовищем із біонічної точки зору. У процесі еволюції склалася оптимальна, до певної міри, система взаємодій. При проектуванні СУ природно максимально зберігати її особливості, що мінімізує необхідну адаптацію [286]. Тоді модель «людина – середовище» (МЛС) набуває значення концептуальної основи ергономічної оптимізації, а задача її побудови стає першочерговою.

Будемо виходити з таких положень:

1. Система «людина – середовище» розглядається з позицій синергетики і загальної теорії систем як цілісна, складна, відкрита система [95,127,166], що знаходиться в стані динамічної рівноваги. Під *середовищем* мається на увазі «близький», пізнаваний світ, який безпосередньо впливає на процеси життєдіяльності людини. Межі середовища і склад системи не є чітко визначеними. Так, для задач розпізнавання це сенсорний простір, для дослідження природних ритмів необхідно розглядати *«космопланетарний феномен людини»* [95].

2. Система моделюється як С- простір; самоорганізація – як сукупність сценаріїв розшарування-згортки; компоненти, зв'язки, взаємодії – як С- елементи, С- множини, відношення й операції, відображувані у формі  $OM_1$ .

3. Сукупність сценаріїв розшарування-згортки визначається складом  $\{C\}$  і  $\{O\}$  – «віддалених» частин універсуму.

4. Інваріанти і деталізація визначаються особливостями задач.

МЛС може вважатись за реалістичну модель *за умови здатності описувати і давати передбачення щодо таких фактів і феноменів:*

4\* неоднорідність, автономність і, водночас, цілісність компонентів системи (гомеостаз організму, самодостатність природи);

5\* наявність якісно різних взаємозалежних рівнів організації (фізіологічні і психічні процеси, речовина і поле);

- 6\* поширеність симетрії, константи  $\Phi$  і похідних відношень, як факторів цілісності системи [41,42,144,249,250,261];
- 7\* якісна розбіжність взаємодій компонентів на різних рівнях – і їхня координація і глобальність дії (системи регуляції, зворотні зв'язки);
- 8\* розчленованість масштабів часу перебігу процесів для різних рівнів – і їх взаємна узгодженість (зв'язок біоритмів із добовими, місячними й іншими ритмами [83]).

**Побудова МЛС.** Аналіз фактичних даних про організацію людини і середовище призводить до висновку про те, що має місце найбільш загальний випадок організації [127,с.86-87], тобто Сп формується в результаті взаємодії  $\{C\}$  і  $\{O\}$ , а умови цілісності набувають вигляду:

$$U \rightarrow (\{C\}_o, Cn, \{O\}_p) \rightarrow CP \vee CP^* \vee CP^{**}, \quad (6.1)$$

причому

$$CP \rightarrow n(\{C\}_{i=1, \dots, n}, \star_{xy}, \{O\}_{i=1, \dots, n}) \quad (6.2)$$

$$CP^* \rightarrow (m-n)(\{C\}_{i=n+1, \dots, m}, \star_{ixy}, \{O\}_{m-n}) \quad (6.3)$$

$$CP^{**} \rightarrow (o-m)(\{C\}_{o-m}, \star_{i=o-m, \dots, o, j=p-m, \dots, pxy}, \{O\}_{p-m}), \quad (6.4)$$

де СР відображають тип сценарію (див. пояснення до (5.3));

$n, m, o, p, o > p$  позначають кількості С і О;

$i, j$  – порядкові номери розшарувань Сп, що відповідають взаємодіям різних С і О;

$x, y$  – номери шарів і належних їм С- елементів і С- множин.

Це означає, що в рамках загальної схеми (6.1) розшарування відбувається трьома способами:  $n$  раз за сценарієм (6.2),  $m-n$  – за сценарієм (2.3) і  $o-m$  – згідно (6.4), який не можна звести до попередніх. Розглянемо їх докладніше. *Розшарування (6.2)* моделюється показаним на рис.6.1 С- графом, який відображає загальні принципи побудови системи, членування на рівні й елементи, кількості незалежних характеристик для їхнього опису. Перевіримо ці прогнози.

**Рівень 1.** Йому відповідає число Фібоначчі 1 і модальність Сп II. Це означає можливість існування Сп як недиференційованої цілісності.

**Рівень 2.** Друге число Фібоначчі – 1 – і модальність Сп А означають двоєдність природи Сп: одна цілісна хвиля включає дві «кососиметричні» (твердження 3.1.) половини. Тим самим створюється основа диференціації системи (людині відповідає суб'єктна (Сп<sup>+</sup>), середовищу – об'єктна (Сп<sup>-</sup>) половини С- простору). Диференціація не порушує єдності, оскільки існування Сп<sup>+</sup> і Сп<sup>-</sup> окремо неможливо, а в ході розшарування симетрія зберігається (твердження 3.1.). Характеристики системи включають n наборів по 1 параметру<sup>1</sup>.

**Рівень 3.** Йому відповідає число 2, і це означає актуалізацію диференціації Сп<sup>+</sup> і Сп<sup>-</sup> як самостійних компонентів цього шару. В силу хвильової природи, і суб'єктна, і об'єктна половини С- простору цілісні. Порядок симетрії дорівнює двом. Стан системи описується n наборами параметрів, що включають по дві незалежні характеристики. Існує відповідність між кососиметричними характеристиками Сп<sup>+</sup> і Сп<sup>-</sup>.

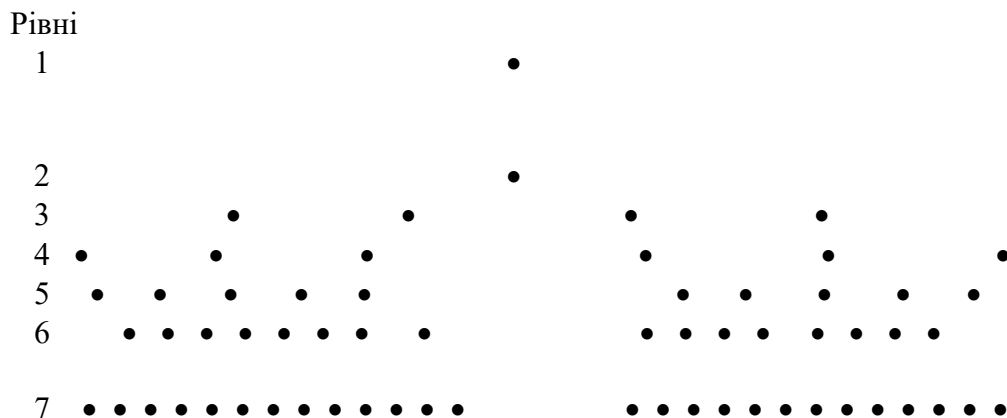


Рис. 6.1. Загальна організація системи «людина – середовище»

Ці передбачення відповідають реальним фактам. Так, гомеостаз людини і самодостатність природи свідчать про їхню автономію. І людина, і природа являють собою цілісні системи. Для людини виділяють тілесну і психічну складові, праву і ліву половини, чоловічу і жіночу стать і т.д.; для середовища – речовину і поле, тяжіння й відштовхування, простір і час і т.д., тобто набори з двох характеристик; існують відповідності між речовиною і тілом, психікою і полем і т.д.<sup>2</sup>

**Рівень 4.** Кількість елементів і для Сп<sup>+</sup>, і для Сп<sup>-</sup> дорівнює 3. Порядок симетрії - 3. Стан системи описується 2·n наборами параметрів із трьох

1 Параметр n можна розглядати ще й як кількість незалежних доктрин щодо природи і якостей системи – відповідно до принципу доповняльності Н. Бора (див. розділ 2).

2 Подібні відповідності встановлюються інтуїтивно за величиною потенціалу і симетрією елементів. Оскільки, згідно (3.10), потенціал не зв'язано фіксованою функціональною залежністю з хвильовими характеристиками, природа відповідних структур може бути частково або повністю відмінною.

характеристик, які не можна застосовувати для опису елементів, що належать попередньому шару (твердження 3.5. і його наслідок 1). Тим самим встановлюється незвідність різних рівнів організації, при зберіганні їхньої єдності в рамках однієї системи.

Наприклад, психічна складова природно ділиться на розум, волю, его; процеси зовнішнього середовища характеризуються енергією, інформацією, ентропією. Як відповідні, інтуїтивно сприймаються розум і інформація, воля й енергія, его й ентропія. Тріади характеристик неадекватні структурам попереднього шару. Троїстими є характеристики і недискретних величин – три виміри фізичного простору, минуле, дійсне і майбутнє часу і т.д. Прийнята модель дозволяє трактувати їх не з позицій суб'єктивізму чи конвенціоналізму, а як наслідок інваріантності числа 3 для функціонування структур даного рівня.

**Рівень 5.** П'ятому шару належать множини з 5 елементів; порядок симетрії – 5; кількість характеристик –  $6 \cdot n \cdot 5$ .

Передбачення корелюють, наприклад, із наявністю 5 екстероцептивних органів почуттів, 5 пальців кінцівок, 5 фаз речовини (вакуум, плазма, газ, рідина, тверде тіло), 5 взаємодій (гравітаційні, електричні, магнітні, сильні, слабкі) і т.д. Підмічені відповідності між «тонкими» – польовими і психічними – відповідностями органів почуттів і фаз речовини, тобто кососиметричними елементами, і між симетричними елементами, наприклад, пальцями лівих і правих кінцівок. Використання кватернарних характеристик для опису властивостей попередніх шарів буде неадекватним.

Ці п'ять рівнів характеризують загальний план організації системи. Для процесів сприйняття-розпізнавання простежуються 6-ий і наступні рівні, що відповідають числам 8, 13, 21...

*Розшарування (6.3)* характеризується наявністю петель у C- графі, які відбивають взаємодії C- елементів і C- множин різних гілок.

Цей сценарій спостерігається в побудові систем організму. Так, наявність кількох систем регуляції одного органу інтерпретується як взаємодії між елементами різних гілок; поліфункціональність систем (наприклад, збудження парасимпатичних нервів вегетативної системи генерує збільшення просвіту кровоносних судин; збудження ж симпатичних нервів тієї ж системи – звуження [264]) – як наслідок відповідності елементів однієї гілки.

*Розшарування (6.4)* моделюється графом із сітьовою топологією. Така організація характерна, зокрема, для кори головного мозку.

Отже, наведені приклади (див. також розділ 5) підтверджують, що

**6.1.** *Організація системи «людина – середовище» відповідає C- графу (6.1); організація окремих систем і органів – C- графам (6.3-6.4).*

Відтак, фактори цілісності природи і людини є наслідком загальних законів самоорганізації відкритих систем.

**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.6.1). Тоді:

1. Оскільки порушиться цілісність, система або припинить існування ( $i=1$ , властивість 3.6.), або відновить цілісність за рахунок перерозподілу потенціалів між шарами  $Sp^+$  (прямі й зворотні зв'язки позначені  $\rightarrow$  і  $\leftarrow$ ). Цей перерозподіл, можливий в певних межах, відповідає явищам регенерації, авторегуляції і втоми. Для шарів із номерами, меншими  $i$ , вплив зовнішнього подразнику буде все менше суттєвим. Для  $Sp^-$ , у силу симетрії, будуть відбуватися аналогічні зміни. Загальний потенціал  $Sp$  зменшиться.

2. У процесі перерозподілу будуть змінюватися модальності існування і стану, відбуватимуться перетворення  $\bullet \rightarrow \cup$  і  $\cup \rightarrow \bullet$ , а також взаємодії  $C$ - елементів. Це призведе до випромінювання хвиль і переміщення солітонів, тобто до процесів обміну між людиною і середовищем (позначені  $\leftrightarrow$ ). Оскільки якісні характеристики шарів різні (твердження 3.5.), 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  $\{ДКС\}$ , адекватними характеристикам цих процесів. Наприклад, нормальна, парадоксальна й ультрапарадоксальна реакції нервової системи на зміну величини подразника інтерпретуються як окремі випадки  $C$  (табл. 3.3.). Оскільки реалізація операцій обумовлена обмеженнями (умови 3.1.-3.4.), пов'язаними з потенціалами елементів, це призводить до розшарування взаємодій відповідно до розшарування  $Sp$ . У межах кожного із шарів будуть виконуватися закони зберігання, обумовлені, згідно теореми Нетер [127,с.80], властивою йому симетрією.

4. Найбільш чуттєвими для існуючої організації 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 (задача 5.2.).

Таким чином, *МЛС* дозволяє формалізувати в рамках сценарію самоорганізації цілісної системи перераховані на початку розділу особливості і, отже, моделювати й вдосконалювати операторську діяльність. Наявність кореляцій з існуючими фактами дозволяє висловити таке твердження:

**6.2.** *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 відповідно до умов (5.1-5.3).*

Звідси випливає можливість уточнення і формалізації характеру впливів навколишнього середовища на стан оператора:

**6.3.** *Сприятливими слід вважати такі впливи зовнішнього середовища, які сприяють відновленню цілісності  $Cn^+$ ; несприятливими – впливи, що порушують цілісність  $Cn^+$ .*

Так, в традиційній китайській медицині причинами захворювань вважалися порушення рівноваги інь-ян і 5 елементів у результаті зовнішніх впливів. Аналогічної точки зору дотримувалися й індуські медики. Положення про те, що причиною дисбактеріозу є порушення енергетичного балансу організму внаслідок впливу середовища, поділяється й усе більшим числом сучасних медиків [95,с.197-225]. Підтвердженням цього служить, наприклад, установлена А.Л. Чижевським кореляція епідемій і рівня сонячної активності.

**Межі саморегуляції системи** визначаються, виходячи з необхідності підтримки динамічної рівноваги організації, що формалізується як недопущення подальшого розшарування (або згортки). Це відповідає, згідно (3.8), зміні потенціалу для кожного елемента кожного шару в межах  $\pi \div \pi \cdot \Phi$ . Таким чином, для показників, похідних від потенціалу, маємо таке положення:

**6.4.** *Межі зміни показників, що відносяться до одного рівня, не повинні перевищувати відношень, рівних  $1:\Phi$  для сценарію (6.2) або похідних від нього для сценаріїв (6.3), (6.4).*

Наприклад, діапазони ритмів мозку людини [41,с.166-174] близькі до відношення  $1:\Phi$ ; вихід за ці межі знаменує зміну психічного стану (підрозділ 6.2.). У розділі 8 положення 6.4. буде використано для розрахунку меж адаптації і ергономічних показників.

Положення 6.1.-6.4. визначають вагові коефіцієнти тих або інших взаємодій, використовуються при оцінці впливу виробничого середовища (задача 6. 2.), визначають можливості розрахунку психофізіологічних показників.

Розглянемо передбачення теорії щодо **розшарування часу**.

Згідно властивостей 3.6.-3.9. і їхніх наслідків, одиниці виміру часу для кожного із шарів закономірно зменшуються в міру розшарування (3.12); існують сценарії, для яких час існування кожного шару, вимірюваний у його власних одиницях, є однаковим (3.13). При цьому час існування будь-якого елемента і будь-якого шару не перевищує часу існування С- простору в цілому (3.14).

Відомо, що масштаби часу для різних рівнів організму неоднакові – розрізняють узгоджені з астрономічними явищами хронобіологічні ритми організму, фізіологічних систем, органів, клітин, біохімічних реакцій [83,с.15-44]. При переході до наступних членів цього ряду масштаб часу зменшується. Це свідчить про закономірну розчленованість єдиного потоку часу на окремі ритми при зберіганні цілісності системи «людина – середовище» (задача 6.1.). Отже:

**6.5.** *Розчленовування часу на потоки, відповідні рівням організації системи, обумовлено необхідністю зберігання її цілісності відповідно до (3.12-3.14).*

Таким чином, *МЛС відповідає відомим даним про структури і процеси системи «людина - середовище» і прогнозує якісні, а в ряді випадків і кількісні закономірності. Розглянемо приклад їх використання.*

**Задача 6.1.** *Узгодження інтенсивності праці з природними ритмами.*

*Постановка.* Фізіологічні показники людини змінюються відповідно до часу доби, фаз місяця, сезонів року, рівня сонячної активності і т.д. Дані про вплив цих чинників неповні [83,с.7-87]. Це не дозволяє відкалібрувати МЛС і відстежити усі механізми такого впливу. Обмежимося розглядом добових, місячних і річних ритмів на рівнях організм – фізіологічна система – орган, зв'язок яких з обертанням і рухом Землі і Місяця навколо Сонця встановлено.

*Рішення.* З'ясуємо,

1. Чи утворюють астрономічні ритми і біоритми цілісну систему?



А. Структура річного ритму моделюється С- графом (рис.6.2а) відповідно до сценарію (6.2). Калібруючи його по рівнях і розраховуючи їх тривалість за (3.9,3.12), а також прийнявши до уваги відсутність переходів  $\cup \rightarrow \bullet \rightarrow \cup$ , що виражається у відсутності коефіцієнта 0.5 у (3.9), маємо:

1 – рік – головний цикл; 2 – рік як хвиля, що включає половини, які відповідають півріччям між осінніми і весняними рівноденнями – теплий і холодний сезони<sup>3</sup>; 3 – 2 пари сезонів: весна – між точками весняного рівнодення і літнього сонцестояння; літо – до точки осіннього рівнодення і т.д.; 4 –  $4 \cdot 3 = 12$  місяців, по трьох у кожному з сезонів; 5 –  $12 \cdot 5 = 60$  тижнів і 6 –  $60 \cdot 8 = 480$  днів.

Б. Розрахункова схема місячного ритму теж відповідає графу на рис.6.2а. Після калібрування і розрахунків, маємо: 1 – місяць; 2 – місяць як хвиля, що включає періоди від молодика до повні і від повні до молодика; 3 – 4 фази місяця (тижні); 4 – 12 циклів; 5 – 60 днів.

В. Порівнюючи розрахункові значення з фактичними тривалостями астрономічних років і місяців, (365, 25 і 29,5 доби) констатуємо їх неузгодженість, тобто відсутність цілісності системи.

Г. Звідси випливає необхідність урахування в річному циклі трьох незалежних ритмів, а також неможливість їхній узгодження в межах циклу.

Д. С- граф добових ритмів відповідає рис.6.2а: 1 – доба; 2 – доба як день і ніч; 3 – 4 шестигодинних циклів; 4 – 12 двогодинних циклів.

Є. Порівнюючи розрахункові значення добових ритмів із біоритмами для організму (24 год.) – фізіологічних систем (12 і 6 год. для систем інь- і ян- органів і меридіанів) – органів (2 год.), констатуємо їхній збіг.

Ж. Тривалість інтервалів п'ятого рівня від  $120/5=24$  хв. до  $24 \cdot \Phi = 15$  хв. Це відповідає рекомендованим проміжкам часу безупинної роботи оператора – 15-20 хв. згідно [48].

2. Механізми впливу ритмів природи на біоритми людини. Приймаємо, що для річних ритмів визначальним є температурний градієнт, для місячних – зміни

---

<sup>3</sup> Сезони визначено за астрономічними явищами; це не єдино можливий підхід.

тяжіння, для добових – освітленість і температура. Візьмемо до уваги також наявності «етнокультурного фактору».

Ідея циклічності буття пронизує культурні традиції індоєвропейського, далекосхідного, мезоамериканського ареалів [61,95,с.165-197;167,305] і протистоїть ідеї лінійності часу, що переважає в сучасній цивілізації. Сила впливу цього чинника ілюструється, наприклад тим, що за твердженням Г. Вірта, саме ідея річного циклу лежала в основі прарелігії людства. Тому при визначенні інтенсивності праці оператора в плінні тривалих проміжків часу не можна ігнорувати пов'язаних з нею стереотипів поведінки.

3. Ритми і календар. Сучасний календар не узгоджений з астрономічним початком року і фазами місяця. Дестабілізуючу роль грає перехід на зимовий і літній час, що рівнозначно раптовій зміні часового поясу [83].

*Рекомендації по плануванню інтенсивності праці.*

1. Орієнтовний річний графік інтенсивності праці показано на рис 6.2б.

Відзначимо деякі особливості його застосування:

**6.6.** *Визначення часу відпустки повинно проводитися індивідуально відповідно до даних медичного обстеження оператора.*

Так, сезонна активність серця зменшується у другій половині серпня; для людини з слабким серцем закінчення відпустки в цей термін може призвести до захворювання.

Рис. 6.2. Узгодження інтенсивності праці з річними і місячними ритмами

**6.7.** *Критичні точки (зміна сезонів і міжсезоння) повинні супроводжуватися стислим відпочинком і відновлювальними процедурами. У цей час варто планувати профілактику устаткування, перепідготовку і т.п.*

У традиційних культурах до таких днів пристосовувалися пости і свята (інтуїтивне застосування коінцидентії для компенсації несприятливих факторів).

**6.8.** *Зміна інтенсивностей праці має обмежуватись відношенням 1:Φ.*

2. Орієнтовний місячний графік інтенсивності праці показано на рис.6. 2в. Відзначимо бажаність:

**6.9.** *Підвищення навантаження в дні 1-ої і 3-ої фаз; зниження навантаження в дні перед або після молодика і повні, а також в 2-ій і 4-ій фазах в межах 1:Ф; відпочинку або послаблення інтенсивності праці в дні зміни фаз.*

3. Орієнтовний графік інтенсивності праці показано на рис.6.3 [144,с.272].

Рис. 6.3. Добовий графік рекомендованої інтенсивності праці.

Його періоди і характерні точки пов'язані відношеннями «золотого перерізу» [144,с.272-273]. Відзначимо необхідність:

**6.10.** *Попереднього тестування з метою визначення «сов» і «жайворонків»; ув'язування інтенсивності і характеру праці операторів із станом здоров'я й активності органів і систем; інформування про фази місяця, сезонну і добову активність органів і систем – це компенсує відірваність від природи – і їх етнокультурну інтерпретацію – це підсилить вплив таких відомостей.*

Засобом інформування могла б стати спеціальна заставка, висвітлювана на екрані на початку зміни і т.п.

*Коментар.* Як впливає з побудованих графіків, виконання рекомендацій 6.6.-6.10. дозволяє лише зменшити невідповідність інтенсивності праці природним і біологічним ритмам. Домагатися слід саме зменшення: як показують дані досліджень [83,с.48-57], механізми адаптації, гомеостазу і десинхронозу в цьому випадку дають «тренувальний» ефект, дозволяючи поліпшити показники, що впливають на продуктивність праці.

## 6.2. Моделювання організації системи сприйняття

**Постановка задачі.** Існують численні моделі сприйняття, побудовані з позицій біології, психології, інформатики і геометрії [40,50,52,161,169,194,289]. Кожна з них має право на існування. Проте для цілей роботи необхідна модель, яка дозволить визначити послідовність і відносну вагу окремих видів сприйняття і буде узгоджена з іншими моделями операторської діяльності у рамках МЛС. Це особливо важливо, оскільки саме неузгодженість і несумісність є головними джерелами помилок управління [70,71,283].

**Верифікація.** Модель сприйняття (МС) може вважатися реалістичною, якщо дозволить інтерпретувати і пояснити:

- 9\* існуючий набір видів сприйняття і типів сенсорних каналів, а також їхню пріоритетність;
- 10\* явища факторної накладки і синестезії;
- 11\* зв'язок послідовності, характеристик, особливостей сприйняття, зокрема, гештальтів, із станом свідомості і попереднім досвідом оператора;
- 12\* невідповідність неперервності потоку даних і дискретності їх сприйняття, якщо це не пов'язано з порогами чутливості рецепторів.

**6.2.1. Побудова моделі сприйняття. Класифікація. Вихідні дані.** Звичайно виділяють 2 групи і кілька видів сприйняття [169] (рис.6.4а), пов'язаних із різними стадіями процесу управління (рис.6.4б [282]).

Рис. 6.4. Види сприйняття і їх роль в процесі прийняття рішення

Рецептори першої групи природно групуються за типами; їхні кількості рівні числам Фібоначчі. Це дозволяє віднести їх до 4 і 5 рівнів МЛС і пояснити явища факторної накладки і синестезії (наводимо висновки за [137,с.40-41]).

А. Факторна накладка проявляється у формі взаємного посилення або ослаблення сприйняття: *«Звуковий подразник може загострити вплив зорового відчуття, підвищити його чутливість»* [218,с.12]. *«Вплив шуму на зорове сприйняття інформації (читання і розпізнавання) негативний. Похибки запам'ятовування переліку предметів зростають від 10-20 до 70-80%»* [286,т.2,с.26]. Ці ефекти в рамках теорії С- операцій пояснюються в такий спосіб: оскільки зір, слух і т.д. і їхні органи належать одному шару (окремо для психічної і тілесної складових), при спільному сприйнятті створюються умови для утворення багатокомпонентних хвиль, що, як було показано в підрозділі 5.1., призводить до зміни їхнього сумарного потенціалу, тобто посилення або ослаблення відчуттів.

Б. Синестезія – *«перенесення якостей одних відчуттів на інші, наприклад, слухового на зорове»*, можливе при *«спільній роботі органів»* [217,с.12], – є наслідком реалізації умов 3.2. виникнення коінциденції. В результаті утвориться С- елемент, який *«наслідує»* чутливість до різноякісних впливів, що розпізнається на вищому рівні як неспецифічна або помилкова реакція.

Калібрування сприйняття першої групи провадиться за експериментальними даними [169].

Сприйняття другої групи не виявляють, проте, такої єдності. Можливе виділення кількох таксономічних ознак: відповідно до членування часу, станів свідомості, тощо. Тому очевидною є недосконалість таких класифікацій, зокрема, для визначення ваги сприйняття. У той же час, ряд фактів вказує на існування ознак системності сприйняття 2-ої групи. До них відносяться:

- 13\* відповідність різних екстрасенсорних сприйняття сенсорним відчуттям – вказівка на симетрію елементів шарів з однаковими номерами;
- 14\* «глобальність» дії інтуїції – сприйняття предмета цілком;
- 15\* наявність послідовності сприйняття, починаючи з *«швидкого усвідомлення характерних і найбільше яскравих особливостей структури... Результуюча структура буде якомога більш простою... рівновага, спрощення, прагнення до розбірливості, збільшення симетрії, виділення*

*зайвої деталі, спрощення форми, прагнення до замкнутої форми, повторення обрису, збільшення підрозділів, перехід від похилого становища до вертикального» [16,гл.2] – вказівка на самоорганізацію;*

- 16\* кореляція емоцій із сприйняттями в межах одного або кількох рівнів. Наприклад, емоційні реакції на той або інший тон залежать і від кольору, і від положення у просторі, так, як показано в табл.6.1. [218,с.56].

**Таблиця 6.1. Об'ємно-просторові асоціації кольорів.**

Тони	Зверху	Збоку	Знизу
теплі, світлі: ясно-жовтий, рожевий	збуджують	зігрівають	піднімають площину
затемнені теплі: оливково-жовтий, коричневий	замикають простір, відчуття, що давить	наближають площину	посилюють відчуття площини
світлі, холодні: блакитний, бірюзовий, ліловий	розсовують простір	прохолоджують, розширюють простір	роблять поверхню слизькою
темні, холодні: темно-синій, темно-зелений	створюють відчуття темряви і погрози	прохолоджують, роблять сумним	створюють пригніченість

Іншими прикладами є відповідності висоти звука і кольору – високі звуки «за посередництвом» однакових емоцій асоціюються зі світлими тонами, низькі – із темними» [281,с.68-69], асоціації кольорів і запахів і т.д. [169].

- 1\* багаторівнева кореляція інтуїції й емоцій, супроводжувана узгодженістю наступної реакції. Так, нерівновага композиції (оцінюється інтуїтивно), супроводжується почуттям незадоволеності (емоція) і генерує бажання відновити рівновагу (реакція) [16,гл.1]. При цьому емоції відрізняються якісно (за калібрувальними інваріантами шарів) і кількісно (по мірі відхилення від значень потенціалу, що забезпечують цілісність, посилюється дискомфорт, тощо).

Спираючись на ці факти і дані [41,169,170], визначимо і подамо в табл. 6.2. відповідності сприйнятів із МЛС, психічними станами і ритмами мозку.

**Таблиця 6.2. Кореляції видів сприйняття.**

№ р-я	Число е-в	Предмет сприйняття	Сприйняття	Психічні стани	Ритм мозку
1	1	цілісність системи «людина – середовище»	інтуїція	розширена свідомість	невідомий
2	1	цілісність організованої структури на неорганізованому фоні	інтуїція	спокій, сон без сновидінь	$\Delta$ - ритм, 0,5-4 Гц
3	2	бінарна оцінка організованості – добре, погано і т.п.	плюс емоції	відпочинок, неглибокий сон	$\Theta$ -ритм, 4-7 Гц
4	3	тернарна організованість у просторі-часі.	плюс інтелект	пильнування	$\alpha$ - ритм, 8-13 Гц
5	5	сенсорні подразники: світло, звук і т.д.; почуття рівноваги; втома, голод і т.д.	плюс 3 групи рецепторів	сенсорне сприйняття; розумова робота	$\beta$ - ритм, 14-35 Гц
6	8	головні кольори, звуки і т.д.; градації рівноваги; втоми і т.д.	те ж	збудження	$\gamma$ - ритм, 34-55 Гц
7	13	градації кольору, звуку, тощо	те ж	те ж	те ж
8	21	подальші градації кольору і т.д.	те ж	те ж	те ж <sup>4</sup>

Аналіз таблиці дозволяє встановити такі положення:

**6.11.** *Як предмет, так і система сприйняття, являють собою багаторівневі системи, інваріантні С- графу МЛС*

**6.12.** *Для системи сприйняття ( $Cn^+$ ) потенційно можливо сприйняття кососиметричних структур тих же рівнів ( $Cn^-$ )*

**6.13.** *Система сприйняття включає всі тілесні (до рівня 5) і психічні структури людини*

**6.14.** *Пріоритети і ваги окремих видів сприйняття визначаються їхніми потенціалами відповідно до МЛС.*

Таким чином, оскільки кожному рівню відповідає розрахунковий потенціал, з'являється можливість, знаючи пріоритетність і коефіцієнт умов сприйняття, кількісно визначити значущість будь-якої із взаємодій.

**Об'єктна МС.** Керуючись положеннями 6.11.-6.14., побудуємо РЗ- діаграму сприйняття (рис.6.5).

<sup>4</sup> Відповідність  $\gamma$ -ритму 6-8 рівням підкреслює зміну сценарію на цій стадії; із зростанням збудження ритм прискорюється [41,с.170-171].



Рис. 6.5. Рівні і послідовність сприйняття

Перевіримо її відповідність фактам, використовуючи дані гештальтпсихології про розвиток сприйняття [16,236,286,т.1,с.189-192]:

А. Цілісність предмета, сприйнятого кількома рецепторами – є наслідком цілісності системи сприйняття;

Б. Сприйняття цілісної картини, виділення фігури на фоні, диференціація, схоплення характерних рис від загальних до окремих – відповідає розшаруванню Сп, тоді як процес поелементного сприйняття – згортці.

В. Групування близьких і подібних елементів (число елементів –  $7 \pm 2$  – так звані числа Міллера [236], або 4-8, [290,с.8]); «виправлення» форми (спрощення, зміна ракурсу, заповнення прогалін) – відповідають розшаруванню С- простору, числу Фібоначчі 8; варіабельності потенціалу в межах  $\pi \div \pi \cdot \Phi$  і «підгонці» сприйманих характеристик під ці рівні і межі.

Г. Існування уроджених «кращих» угруповань елементів, їхні схожі емоційні оцінки для представників різних культур [61,305] – відповідають універсальності розшарування-згортки Сп і їх інваріантів, як принципів організації.

Д. Припущення про розшарування С- простору з утворенням перпендикулярних елементів до 5 шару, а потім тільки паралельних, дозволяє пояснити угруповання якісних і кількісних ознак предметів, що спостерігаються [127, властивості 4.22.,4.23.]. Це дозволяє також дати оцінку виразних засобів ОМ, що використовують графічні або звукові символи [127, властивості 4.24.,4.25.];

Є. Активність (домінанта) одного органу сприйняття, затримка при переході від одного виду сприйняття до іншого, необхідність настроювання органу, час фіксації (кількісні характеристики наводяться в [289,с.8-18]) пояснюється відповідно: станами існування А, П; необхідністю згортки і розшарування для



переходу від одного С- елемента до іншого (стрілки на рис.6.5); необхідністю впливів С і О для зміни стану С- елемента; цілісністю психічної і тілесної компонент людини; неодномоментністю переходу  $\Pi \rightarrow A$  і  $\cup \rightarrow \bullet$ ;

Ж. Зв'язок МЛС із станами свідомості і ритмами мозку вказує на існування нейронних ансамблів – еквівалентів рівнів МЛС – і їх просторову локалізацію, наприклад, у потиличній і тім'яній частинах для 4-го шару ( $\alpha$ -ритм), у лобових долях для 5-го рівня ( $\beta$ -ритм), тощо. Дві закономірності розподілу частот ритмів – засновані на прогресії з коефіцієнтом 0.5,  $\Phi$  і похідних від  $\Phi$  інваріантах – пояснюються розрахунковими змінами потенціалів (удвічі при переході  $\cup \rightarrow \bullet$  і з коефіцієнтом  $\Phi$  при переході від шару до шару [127,с.71-72]). Відповідність між суб'єктною й об'єктною половинами С- простору виявляється, зокрема, у збігу частоти головного ритму мозку –  $\alpha$ -ритму – із частотою геомагнітного поля Землі й електростатичних хвиль атмосфери [41,с.174].

*Отже, МС корелює із відомими закономірностями сприйняття.*

Для калібрування несенсорних сприйняття слід скористатися методами, викладеними в [127,с.118-124]; для врахування суб'єктивних показників конкретного оператора необхідно провести тестування.

**Оцінка відносної ваги різних видів сприйняття.** Необхідно визначити потенційні можливості кожного з видів сприйняття і їх «технічні» характеристики. Кожна з цих оцінок незалежна від іншої.

1. А. Локальність або глобальність дії оцінюються як сума потенціалів задіяних рівнів МЛС, виражена стосовно потенціалу першого шару.

Для розрахунків зручно прийняти потенціал першого шару рівним 162 одиницям (одержувані оцінки будуть виражатися легко сприйнятими не дуже великими або малими числами) і використовувати умовні одиниці з округленням до цілих чисел; при проведенні експериментальної роботи необхідно визначати зв'язок величин, що вимірюються, і їхніх одиниць виміру, із потенціалом для кожного шару окремо.

Б. Значущість виду сприйняття для фахової діяльності, виражається коефіцієнтом  $k_1$ , для кожного з задіяних шарів у межах  $0 \div 1$ ;

В. Коефіцієнт умов сприйняття  $k_2$  виражає рівень комфортності і т.п., для кожного із шарів у межах  $0 \div 1$ ;

Г. Зв'язок з розпізнаванням і прийняттям рішення виражається різницею між номером шару рецептора ( $i_1$ ) і номером шару, де відбувається розпізнавання і вирішення ( $i_n$ ), плюс одиниця.

Формула розрахунку оцінки  $p$  набуває вигляду

$$(6.5)$$

2. Стійкість до перешкод і факторних накладок, пропускну спроможність, можливість роботи без психологічного настроювання оцінюються як «високі», «середні» і «низькі». Підкреслимо використання якісних оцінок, незважаючи на наявність кількісних даних [286,290,292], оскільки, згідно наслідку 1 твердження 3.5., інформаційні оцінки непридатні для різноякісних характеристик.

**Оцінка потенційних можливостей видів сприйняття.** Відповідно до (6.5), і приймаючи усі  $k_2=1$ , маємо:

17\* для інтуїції ( $k_1=1$ ):  $(162+99+61+37+23+14+8+5)*1*1/1=409$ ;

18\* для зору ( $k_1=0.8$ ):  $23*0.8*1/(5-4+1)=9.2$ ;

19\* для слуху ( $k_1=0.1$ ):  $23*0.1*1/(5-4+1)=1.15$ .

**Оцінка «технічних» характеристик:**

20\* для інтуїції: низька, висока, низька;

21\* для зору: висока, висока, середня;

22\* для слуху: середня, низька, висока.

Аналогічно можна оцінити можливості інших рецепторів.

З наведених даних випливає, що кожний із видів сприйняття має деякі хиби. Проте вони доповнюють один одного, дозволяючи компенсувати недоліки. Звідси випливає рекомендація:

**6.15. Забезпечення надійності СВІ потребує її організації в такий спосіб:**

23\* дані про роботу устаткування представляються у формі, зручній для інтуїтивного сприйняття;

24\* візуальні дані використовуються як засіб керування емоційним станом оператора і підтримки настроювання на інтуїтивне сприйняття;

25\* звуковий супровід дублює, а при необхідності і посилює емоційне настроювання, не створюючи перешкод для переговорів.

Таким чином, необхідно домагатися, щоб оператор не просто «цікавився» показаннями приладів, а «співчував» змінам, що відбуваються, «вживаючись» у ситуацію. Це сприяє концентрації уваги і, отже, стабілізує інформаційний обмін. Відповідні засоби будуть запропоновані нижче.

Організовану на засадах 6.15. систему відображення інформації будемо називати *інтуїтивною (ICVI)*.

**Інваріанти сприйняття.** За колористичною системою МКО, колір характеризується тоном, чистотою (насиченістю) тону, яскравістю. Світлові хвилі утворюють неперервний ряд у діапазоні 396-670 нм, який, проте, сприймається як дискретний. Колір як такий (1 градація, рівень 2) включає світлі і темні тони (2 градації, рівень 3); теплі, нейтральні і холодні тони (3 градації, рівень 4), 5 холодних тонів (рівень 5), нарешті, 8 головних кольорів (рівень 6, табл. 6.3).

**Таблиця 6.3.** Основні кольори [218,с.11].

Кольори	фіолетовий	синій	блакитний	зелений	жовто-зелений	жовтий	оранжевий	червоний
Довжини хвиль, нм	396-450	450-480	480-510	510-550	550-575	575-585	585-620	620-670

Ці градації не спираються на пороги чутливості: відповідно до [286,т.1. табл.4.3.], для світла середньої інтенсивності око спроможне розрізнити 128 відтінків, що класифікуються, проте, як 12-13 кольорів. Така ж картина спостерігається для яскравості: 570 рівнів, що розрізняються для білого цвіту [286, т.1.,табл.4.2.] сприймаються як 2; 3; 5 градацій (до 25, за даними [65,с.33]). За насиченістю тону виділяється більш 10 рівнів; усього за всіма показниками можливо більше  $120*25*10=30000$  градацій [65,с.33].

Наведені числа збігаються з першими числами Фібоначчі (1, 2, 3, 5, 8), достатньо добре корелюють із наступними (13, 21), і приблизно – із

прогнозованими кількостями відтінків одного кольору  $8 \cdot 13 = 104 < 128$  і градацій за всіма показниками  $8 \cdot 13 \cdot 13 \cdot 21 = 28392 < 30000$ ).

Цей розподіл пояснюється в такий спосіб: збіг – відповідністю рівням МС, що містять перпендикулярні С- елементи з великими потенціалами, і тому легко помітними; добра кореляція – відповідністю рівням МС, що містять рівнобіжні С- елементи з меншими потенціалами, менш стійкими при взаємодіях і гірше помітними; приблизна кореляція – урахування кількох показників (тон, чистота, яскравість) відповідає операції дифракції, коли число елементів змінюється в порівнянні з кількістю вихідних. Нечіткість даних різних джерел також сприяє розбіжності з розрахунковими показниками.

Аналіз основних кольорів, проведений в [114,с.211-216], дозволив виявити й інші закономірності, пов'язані з золотим перерізом (границі спектру і ок-ремих кольорів, найбільша чуттєвість ока до жовто-зеленого кольору, тощо), що дозволяє, наприклад, уточнити розбіжні дані різних джерел. Відзначимо, що винайдені закономірності не заперечують, а доповнюють інші, зокрема, закон Вебера-Фехнера.

Аналогічна картина спостерігається при сприйнятті звуків. Подразник як такий (1 градація) сприймається як високий або низький звук (2 градації). Згідно з [286,т.1,табл.4.2.,4.3.], на частоті 2000 Гц (найкращої чутності) вухо здатне розрізнити 325 рівнів гучності, що сприймається, проте, як 3-5 градацій; при гучності 60 Дб у межах 20-20000 Гц (пороги чутності) вухо розрізняє 1800 рівнів, що класифікуються як 4-5. 8 тонів складають музичну октаву; результати її детального дослідження з позицій золотого перерізу наведені в [144,с.158-164].

Ці оцінки носять середньостатистичний характер і можуть відрізнитися як для різних фахових груп, так і індивідуумів. Відомо, наприклад, що К.К. Сараджев розрізняв 1701 звуковий тон у діапазоні від до-бемоль до сі-діз [281, с.15]. Проте орієнтуватися слід на середньостатистичні дані. Це приводить до такого висновку:

**6.16.** *У ІСВІ варто використовувати не більше 8 градацій світла або звука для відображення якісних змін даних і не більше 13 для дискретного представлення їхніх кількісних змін.*

Викладені матеріали дозволяють вважати, що *МС пояснює останнє з використовуваних для її перевірок положень – про невідповідність неперервного характеру подразників і дискретності їх сприйняття.*

Наведемо приклад застосування положення 6.16.

**Задача 6.2.** *Визначення кількості об'єктів, яку може одночасно сприймати оператор.*

*Постановка.* Кількість приладів сучасних СУ значно перевищує ємність оперативної пам'яті людини (5-9 одиниць, що відповідає числам Міллера); отже, задіяні інші механізми сприйняття і опрацювання. Потрібно їх пояснити і уточнити максимальну кількість об'єктів.

*Розв'язання.* Прийmemo  $k_1=1$ . Розглянемо дві поширені ситуації.

1. Групування приладів. Згідно рис.6.5., природне групування, підтвержене наведеними вище даними, включає 1, 2, 3, 5, 8, 13,... груп та об'єктів. Відповідно до положення 6.16., обмежимо його числом 8. Тоді максимальна кількість об'єктів буде дорівнювати  $1*2*3*5*8 = 240$ . Підкреслимо, що це буде мати місце лише тоді, коли вони утворюють цілісну систему.

2. Контроль динамічних об'єктів. Ця ситуація є типовою, наприклад, для авіадиспетчерів. При її аналізі виходити треба з того, що контрольовані об'єкти, як правило, не складають цілісної системи, отже, при підрахунках слід зважати лише на кількість задіяних каналів сприйняття в кожному конкретному випадку. Для авіадиспетчерів відсутні інтероцептивні і пропріоцептивні сигнали, а екстероцептивні канали обмежені зоровим і слуховим сприйняттям. Тоді, приймаючи  $k_2=(0.7\div 0.9)$  для зору і  $k_2=0.1$  для слуху [290], за умови утворення ними коінциденції, підраховуємо:  $1*2*1*((0.7\div 0.9)+0.1)*5*8=(64\div 80)$  об'єктів.

*Коментар.* 1. Кількість приладів на пультах контролю атомних електростанцій, літаків, тощо, сягає більше 1000, перевищуючи рекомендовану кількість більше, ніж в чотири рази. Ця невідповідність показує, що оператор не в змозі контролювати ситуацію в цілому, і вимушений обмежитися найважливіми, на його думку, фрагментами. Хоча цей спосіб дій спрацьовує в стандартних

ситуаціях, проте він є джерелом помилок в критичних. Отже, для запобігання необхідно *змінювати форму подачі інформації* (див. підрозділи 6.4.,7.4.) або *збільшувати кількість операторів відповідно до рекомендацій 5.10.-5.17.*

2. Підрахована кількість може здатися завеликою, якщо порівняти її з нормативними обмеженнями – не більше, як 14 об'єктів. Проте, відомий випадок успішної роботи диспетчера Ростовського аеропорту одночасно з 54 об'єктами, що досягалося за рахунок їх групування. Отже, можливе *удосконалювання нормативів, за умови навчання операторів правилам групування відповідно до рівнів МС* (див. розділ 8)

**Настроювання і калібрування сприйняття для операторів ІСВІ** відбувається згідно визначеній в підрозділі 2.4. послідовності. Коди інформаційної системи виступають в якості ОМ, які мають забезпечити вихід на відповідний рівень сприйняття, створивши належний емоційний настрій. Можуть застосовуватися будь-які предметні, графічні або звукові образи, *що мають необхідний набір калібрувальних інваріантів*. Відзначимо, що дослідженню впливу образів, зокрема естетичного, заважає певна односторонність підходів [16,24,161,167], властива і роботам з прикладної геометрії [79,98,260,290-301], в яких акцент робиться на розробці формотворчих засобів. Калібрувальні ж інваріанти, наведені в табл. 6.4., пов'язують форму з емоційною реакцією і рівнями сприйняття і, відтак, дозволяють враховувати кілька факторів.

**Таблиця 6.4. Приклади інваріантів графічний символ – емоційна оцінка**

Числовий інваріант	Графічна форма	Стала (інваріантна) емоційна оцінка
1		абсолют, відчужений від всього навколишнього
2		протистояння, боротьба; динамічна рівновага протилежностей; еволюція-інволюція
3		гармонія; статична рівновага подібностей; самодостатність триєдності
4 (2+2)		стійкість, експансія в площині; єдність двох планів
5 (2+3)		гармонія і боротьба різнопланових сутностей
6 (3+3)		взаємопроникнення двох самодостатніх сутностей
7 (3+4)		ступені сходження, розвиток до стану довершеності

8		повнота, динамічна стійкість розвитку
9 (3+3+3)		вичерпаність циклу
10		завершення циклу

Відповідно до [61,305], ці символи універсальні для людства як в етнокультурному, так і в історичному плані. Вони відбивають послідовність і емоційну оцінку подій космологічного міфу про створення світу (1), його диференціацію (2, 3, 2+2, 5, 3+3, 7, 8, 3+3+3), боротьбу груп богів (2), їхню троїстість (3, 3+3), загибель світу (9) і початок нового циклу (10) [61,95,с.165-195]. Таким чином, вони викликають найбільш архаїчні і стійкі архетипні асоціації. І навпаки, розвиток і «топология» міфу може бути витлумачені, виходячи з послідовності і «топологии» самоорганізації. Отже, наведені відповідності об'єктивні. Відзначимо, що зміна орієнтації символів змінить і емоційні відповідності [16,299].

Полегшити управління станом оператора може використання асоціацій колір-звук; деякі дані наведені [127,табл.2.4,281,с.69].

Остаточоно:

**6.17.** *Для керування станом оператора слід використовувати:*

- 26\* *набори символів, калібрувальні інваріанти яких корелюють із необхідною емоційною реакцією;*
- 27\* *отримані на статистично достовірній вибірці дані про відповідності кольорів та звуків.*

Відзначимо, що дані індивідуального тестування слід застосовувати для настроювання ІСВІ на конкретного оператора, що виключає несанкціонований доступ до системи, кардинально вирішуючи проблему безпеки.

**6.2.2. Застосування моделі сприйняття для оцінки впливу геометрії приміщення на стан оператора.** Цей матеріал узагальнює дані попередніх публікацій [127,135,136]. **Постановка задачі.** Існує величезний «банк даних» архітектурних і конструктивних рішень, заснованих на використанні різноманітних форм і систем пропорцій [47]. У той же час, неясними залишаються механізми впливу геометрії і її «вага» у ряду інших чинників, що визначають самопочуття оператора (див. табл.5.1.). Це не дозволяє вирішувати, виходячи з теоретичних прогнозів, такі практичні питання, як-от підбір форми приміщення, в залежності від його призначення, компенсація невдалої форми за рахунок інших чинників, тощо. Таким чином, дослідження таких механізмів є актуальним; це декларується досить часто [96], але реально зводиться до розгляду окремих випадків, наприклад, до геометричної інтерпретації емпіричних кореляцій параметрів інтер'єра і сприйняття звукової інформації [237].

Отже, потрібно, виходячи з прогнозів на основі МЛС та МС, визначити:

- механізми впливу геометрії приміщення;
- відносні ваги окремих чинників;
- вагу всіх геометричних факторів і можливості компенсації їх впливу;
- рекомендації по застосуванню геометричних чинників для керування станом оператора.

**Обмеження.** Розв'язання задачі в загальній постановці має бути предметом окремого дослідження, оскільки потребує введення в обіг величезного обсягу даних і проведення необхідних для калібрування експериментів, які виходять за межі геометрії. Тому введемо два обмеження: 1) будемо розглядати лише деякі форми і фактори, достатні для демонстрації методики, і 2) не будемо розглядати обмінів, які приводять до парадоксальних реакцій.

**Визначення механізмів впливу.** В результаті пристосування людини до умов оточуючого середовища склалася система сприйняття, яка моделюється як МС (рис.6.5) і є складовою частиною МЛС (рис.6.1). При роботі в приміщенні,



оператор ізолюється і йому доводиться сприймати його форму як заміну середовища. В результаті система сприйняття починає еволюціонувати, наближаючись до виду, що відповідає графу організації приміщення. Для перебудови доводиться затрачувати певний потенціал, розмір котрого і визначає ступінь впливу геометрії приміщення. «Адреси» цього впливу показують розбіжності топологій графу приміщення і МЛС; невідповідність груп і порядків симетрії характеризує «напрямки» обмінів. Абсолютні величини потенціалів та одиниці виміру визначає калібрування для елементів кожного з шарів.

**Відносні ваги чинників** підраховуються з міркувань, аналогічних використаним при виведенні (6.5), а саме, з необхідності врахувати кількості і потенціали задіяних шарів та елементів, а також коефіцієнти  $k_1$  і  $k_2$ . Маємо:

- для потенціалу: різниця між фактичним  $\pi_f$  і теоретичним  $\pi_i$  потенціалом елементів шару, із коефіцієнтами  $a_i = k_2 * 0,618 * a_{i-1} / i$ , пропорційним, згідно положення 6.14., розрахунковому потенціалу шару:

$$, \quad (6.6)$$

де  $K$  – останній з шарів, що зіставляються;  
 $k$  – перший з шарів, що зіставляються

28\* для елементів: різниця між фактичною  $n_f$  і теоретичною  $n_i$  кількістю елементів шарів, окремо для кожного з них, із коефіцієнтом  $a_i$ ,

$$, \quad (6.7)$$

- для симетрії: різниця між фактичними  $s_f$  і теоретичними  $s_i$  порядками симетрії (в разі однаковості груп симетрії) для кожного з задіяних шарів із відповідним коефіцієнтом  $a_i$ :

$$(6.8)$$

де  $\delta = \{0, \text{групи симетрії не однакові}; 1, \text{групи симетрії однакові}\}$

Загальна формула оцінки впливу приміщення набуде вигляду:

$$, \quad (6.9)$$

Використання  $k^{-1}$  замість  $k$  обумовлено тим, що, за аналогією з (6.6-6.8), менше значення  $P$  повинно відповідати більшій узгодженості з МС. Відповідність кращого рішення мінімальним чи максимальним  $P$ , так само, як і доцільність застосування (6.6-6.8) або (6.9) впливає, як буде показано нижче, з намірів щодо функціонального використання конкретного приміщення.

**Вага геометричних чинників у загальній оцінці приміщення. Можливості компенсації.** Оскільки сприйняття простору, згідно МЛС, відповідає четвертому шару, а рецептори кольору, температури і т.д. – п'ятому, то для приміщення, яке утворює цілісну (підкреслимо це) систему з оператором, сукупний внесок рецепторів у створення відчуття комфорту оцінюється як 0.618 від внеску геометричних чинників. Для окремих рецепторів він ще менше: наприклад, для органа слуху –  $0.618 * 0.1 / 15 = 0.041$ . Звідси впливає *неможливість повної компенсації поганих геометричних рішень за рахунок екстероцептивних подразників без урахування резонансних явищ*. Використання традиційних символів в цілях компенсації [232] буде розглянуто після побудови моделі суб'єктивного простору в розділі 8.

**Задача 6.3.** *Порівняння впливу різних форм на стан оператора.*

*Постановка.* Врахуємо спочатку лише топологічні розбіжності і, тільки для четвертого шару, вплив симетрії. За результатами порівнянь визначимо, як мають використовуватися показані на рис.6.6а-д приміщення.

Рис. 6.6. Приміщення типових форм.

*Розв'язання.*

1. Врахування симетрії. Людина має на 4-му рівні організації тільки одну площину симетрії. Приміщення на рис.6.6а – 3 площини, 6.6б – 4, 6.6в. –  $\infty$ ; комбіновані форми 6.6г – 4 і 6.6д – 1. Отже, в випадках а.-г. будуть спостерігатися обміни за відсутністю зберігання в напрямках, де площини симетрії людини і приміщення не збігаються. У випадку д. такого обміну не буде. За аналогією можна визначати впливи і для інших груп симетрії.

2. Побудова С- графів. Дамо таку інтерпретацію рівням організації приміщень: 2-му відповідає приміщення в цілому (Сп А); 3-му – «верх» і «низ»; 4-му – стеля, стіни, підлога; 5-му – поверхні; 6-му – лінії; 7-му – вершини. Ця інтерпретація відповідає тенденції до зменшення  $r_n$  при розшаруванні. Тоді С-графи форм набудуть вигляду, показаного на рис.6.7а-д. Елементи 6-го рівню утворені в результаті перетину 2, а 7-го – 3 або 4 елементів попередніх рівнів.

Рис. 6.7. С-графи організації приміщень

3. Кількісні оцінки впливу форм. Приймаючи  $k_2=1$ , потенціал 1-го шару 162 одиниці, підставляючи до (6.7) дані з рис.6.7, маємо для:

$$\text{а. } P=100*|1-1|+61*|0-2|+37*|3-3|+23*|6-5|+14*|12-8|+8*|8-13|=249;$$

$$\text{б. } P=100*|1-1|+61*|2-2|+37*|0-3|+23*|5-5|+14*|8-8|+8*|5-13|=175;$$

$$\text{в. } P=100*|1-1|+61*|2-2|+37*|3-3|+23*|9-5|+14*|16-8|+8*|9-13|=574;$$

$$\text{г. } P=100*|1-1|+61*|0-2|+37*|3-3|+23*|5-6|+14*|12-8|+8*|8-13|=236;$$

$$\text{д. } P=100*|1-1|+61*|0-2|+37*|3-3|+23*|3-5|+14*|3-8|+8*|2-13|=326.$$

*Коментар.* Найменше розбіжностей з МС, тобто мінімальні обміни, має пірамідальна форма, яка ніби «консервує» існуючий порядок (це відповідає деяким експериментам і гіпотезам про призначення пірамід [144]). Найбільше розбіжностей має сфера; її вплив ініціює згортку, що відповідає не просто відпочинку, а очистці системи сприйняття, і цей ефект корелює з результатами ряду психологічних досліджень. Вплив комбінованої форми «призма-піраміда», не рівний сумі впливів вихідних форм, характеризується як обмежена консервація (інваріант 3), і це відповідає культовому призначенню подібних споруд [54]; дві останні форми, як такі, що підтримують обмін на всіх рівнях, можна охарактеризувати як «робочі»; вплив приміщення стандартного планування явно кращий за вплив «кабіноподібної» форми.

Врахування потенціалу за (6.6) дещо коригує цю картину. Утворення елементів 6-го і 7-го рівнів в результаті перетину слід розглядати як реалізацію Д або К, в результаті чого їх потенціал нелінійно збільшиться, в порівнянні з вихідними елементами. Отже, розшарування проходить за сценарієм (6.3) з надлишковою компенсацією, а сила впливу на цих рівнях збільшується. Оцінка цієї поправки потребує проведення експериментальних досліджень, в результаті яких має бути встановлена залежність між площинами, довжинами і кутами елементів, що перетинаються, і результуючим потенціалом.

#### **Задача 6.4.** *Оцінка впливу розмірів приміщення.*

*Постановка.* Обмежимося випадком на рис.6.6а.

*Розв'язання.* Оцінка визначається з (6.6) в такій інтерпретації – оператор почуватиме себе комфортно, якщо потенціал його форми і форми приміщення будуть відноситися як Ф. Дані М.І. Яковлева [299] щодо сприйняття геометричних фігур дозволяють припустити, що потенціал оператора буде приблизно визначатися обсягом еліпсоїда, трохи виступаючого за контури тіла – що, можливо, відповідає формі біополя. Спрощено можна вважати, що висота приміщення повинна бути пропорційна зросту ( $175 \cdot 1.618 = 2.83\text{м}$ ), ширина – розмахові рук ( $170 \cdot 1.618 = 2.75\text{ м}$ ; висота і ширина утворять «живий квадрат»), а довжина – висоті ( $283 \cdot 1.618 = 4.57\text{ м}$ ). Відхилення фактичних розмірів від наведених і визначають міру їхнього впливу.

*Коментар.* Отже, отримана система пропорцій відносно розмірів людського тіла, одна з багатьох, відомих в архітектурі [47,164]. Деякі інші аспекти

використання людини як, за Протагором, «міри всіх речей», розглядаються в розділі 8; див. також [144].

**Рекомендації** по поліпшенню ергономічності приміщення:

**6.18.** *Об'ємно-планувальне членування приміщення повинно максимально відповідати природній послідовності сприйняття (організації зовнішнього середовища, інваріантам космологічного міфу), підтримуючи, разом з тим, потрібну функціональну активність визначених рівнів сприйняття.*

**6.19.** *Розміри повинні підбиратися на основі пропорцій людського тіла, виходячи з того, що людина і приміщення відповідають суміжним шарам цілісної системи, і з урахуванням розташування устаткування, меблів і т.п.*

### **6.3. Послідовність і координація розпізнавання і прийняття рішень**

**Постановка задачі.** Існуючі дослідження діяльності оператора, як особи, що приймає рішення (ЛПР) [4,56,76,151,154,155,166,197,210,233], тяжіють до концепцій, умовно названих «математичною» і «психологічною». В першому випадку [56] реальна картина спрощується відповідно до аксіоматичних обмежень апарату. В другому [84] теорія більш реалістична, але й менш формалізована. В останні десятиліття розуміння інтелектуальної діяльності розвивалося в напрямку неприйнятності спрощених уявлень [40], тобто в дусі системного підходу. Оскільки некоординованість подачі інформації і різних фаз розпізнавання і прийняття рішення призводить до грубих помилок ЛПР, першочерговим бачиться моделювання *співвідношення і координації складових частин цих процесів і обґрунтування за його результатами ергономічних рекомендацій.*

Для **верифікації** з'ясуємо, чи є придатною модель розпізнавання і прийняття рішення (МРР) для пояснення:

- 1\* дискретності сприйняття і неперервності образу (класу);
- 2\* якісної зміни образу при поступовій зміні ознак (проблема «перетворення пуголовка в жабу»);

3\* послідовності розпізнавання і рішення в зв'язку зі свідомістю, пам'яттю, спроможністю до передбачення, емоційним тонусом, рефлексами.

**6.3.1. Побудова моделі розпізнавання і прийняття рішення.** Визначимо основні механізми обробки інформації оператором (рис.6.8, [283]).

зворотній

зв'язок

зворотній зв'язок

Рис. 6.8. Модель обробки інформації оператором ЕС

1. *Інтуїтивно обумовлена реакція (рис.6.9а)* об'єднує такі ознаки: адекватність дій в екстремальній ситуації з метою недопущення її розвитку в напрямку, що загрожує життю оператора, наявність передбачення, прогнозу; «реальність часу», відповідність динаміці подій, несвідомість дій, неможливість пояснити причини попереднім досвідом, тренінгом, інструкціями; узгодженість різнорідних реакцій на емоційному й інших рівнях. Наприклад, можливі як миттєвий інстинктивний рух, так і тривала цілеспрямована послідовність дій.

Звідси випливає тісний зв'язок реакції з інтуїтивним сприйняттям і відсутність зв'язку з аналітичною діяльністю, пам'яттю і свідомістю.

2. *Рефлекс (рис.6.9б)* характеризується: типовими реакціями на типові ситуації, згідно досвіду оператора (умовні рефлекси) або особливостей видової поведінки людини (безумовні рефлекси, інстинкти); запізнюванням стосовно динаміки подій, відсутністю передбачення при її нестандартному розвитку; різноманіттям типів і тривалості реакцій, при їх загальній шаблонності.

Ці особливості вказують на ключову роль пам'яті в розпізнаванні й прийнятті рішення, а також на зв'язок із результатами сенсорного сприйняття.

3. *Обдумане рішення (рис.6.8в)* визначають: формування на основі сенсорних відчуттів образної, символічної або формальної моделі ситуації, із залученням мовного коду; раціональний аналіз ситуації і виробіток прогнозу розвитку і наслідків на підставі досвіду і нормативних документів; наявність граничної «пропускнуї спроможності», після чого обмірковування не поспіває за динамікою подій; свідомість аналізу, придушення відчуттів і рефлексів.

Отже, ведучі ролі грають ум, пам'ять і свідомість.

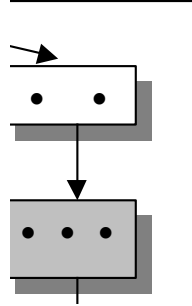
Таким чином, для відтворення цих механізмів необхідні три МРР.

Рис. 6.9. Механізми прийняття рішення

**Модель інтуїтивно обумовленої реакції** будується в такій послідовності.

1). Оскільки ця реакція є продовженням інтуїтивного сприйняття, необхідно розглянути формування *інтуїтивного образу*; відносно схеми і результату приймається інтерпретація, проведена в підрозділі 2.4. 2). Формування інтуїтивного образу (сукупності образів) моделюється як розшарування  $S$ -простору, ОМ якого є РЗ-діаграма, відповідна до (6.2-6.4), що включає рівнобіжні і перпендикулярні  $S$ -множини і  $S$ -елементи (на рис.6.10 показана діаграма, відповідна (6.2)). 3). *Образом є сукупність усіх  $\star$ ,  $\cup$ ,  $\bullet$   $S$ -простору, що*

знаходяться в  
 ознак, образу.  
 шарів, або  
 однорідні.  
 Модальності



стані актуального існування і виражають сукупність  
 Ознаки різної якості відповідають елементам різних  
 перпендикулярним елементів одного шару;  
 ознаки – рівнобіжним елементам [127,с.72,78-81]. 4).  
 (, ), ↓, а також переходи  $\bullet \rightarrow \cup$  відбивають динаміку

змін ознаки, їх сталість або мінливість і т.д. Тоді: а) *цілісність образу*, що опи-  
 сується різнорідними ознаками, зумовлюється цілісністю Сп; б) *неперервність*  
*образу при диск-ретному сприйнятті* (пауза між сприйняттями ін-терпретується  
 як часткова згортка) пояснюється як зберігання частини Сп, що не була згорнута;

Рис. 6.10. Модель інтуїтивно обумовленої реакції

в) *якісна зміна образу при поступовій зміні ознак* пояснюється різноякісністю  
 шарів (твердження 3.5., наслідок 1). Наприклад, сукупність елементів одного  
 шару інтерпретується як множина ознак пуголовка, іншого шару – як ознаки  
 жаби; зміна якості «пуголовка» на якість «жаби» відповідає переходові від  
 першого до другого в ході неперервної самоорганізації<sup>5</sup>; г) *різна цінність ознак*  
 визначається нерівністю потенціалів. Ознаки елементів шарів із більшими  
 номерами і невеликими потенціалами можуть не враховуватися. Тому наявні  
 аналогії з побудовою фрактального об'єкту, відкиданням членів ряду при  
 підсумовуванні і т.п.; д) *динаміка розпізнавання* визначається послідовністю і  
 тривалістю інтервалів формування образу; е) *калібрувальними інваріантами* є РЗ-  
 діаграма і розподіли потенціалів.

Тепер розглянемо, як відтворюються особливості реакції. Якщо Сп є  
 апаратом ТЗ, то інтуїтивно обумовлена реакція виражається в узгоджених із  
 впливами С і О змінах, спрямованих на зберігання зв'язки, а саме, узгодженості  
 формування образу з рівнями системи сприйняття (рис.6.5) і поточній, за  
 принципом «тут і зараз», зміні гомеостазу відповідно до впливів середовища.  
 Таким чином, інтуїтивно обумовлена реакція розуміється як *сукупність процесів*  
*обміну із середовищем, спрямованих на зберігання цілісності системи*  
*«людина –*

<sup>5</sup> Відзначимо, що проблема зміни якості внаслідок накопичення кількісних змін, була поставлена ще в глибокій давнині (апорії елейської школи, тощо).



*середовище*». Для ЛПР це виражається як комплекс адаптогенних процесів на психічному і фізіологічному рівнях, а для середовища – як спрямовані на його перетворення дії. Звідси випливає, що дії відбуваються автоматично, несвідомо, без звертання до пам'яті, тобто «миттєво», захоплюючи всі рівні взаємодії. Фактично, тут навіть не вирішується задача розпізнавання в її звичайному розумінні. Оскільки інтуїтивне сприйняття починається з 1-го рівня, якому не властиві тернарні поділи, зокрема, поділ часу, то інтуїтивно обумовлена реакція має властивість «передбачення». Отже, *модель є реалістичною*.

Практичні наслідки проведеного аналізу полягають в тому, що, для використання переваг інтуїтивно обумовлених реакцій потрібно, щоб СУ, по-перше, *забезпечувала попереднє настроювання системи сприйняття на всіх рівнях* (чорні стрілки на рис.6.10) і, по-друге, *містила органи управління, які були б здатними сприймати багаторівневі дії керування* (контурні стрілки на рис.6.10). Ці положення і є основою ергономічних рекомендацій (підрозділ 6.3.3.).

Покажемо зв'язок інтуїтивно обумовлених реакцій з рефлексами і обдуманими рішеннями. Інтуїтивний образ може розглядатися як модель О або відносно іншого образу. Тоді ТЗ розривається, і відношення Сп і О описуються як Рз, а відношення до інших образів – як Г- оператори (розділ 4). В останньому випадку ОМ, у залежності від інваріантів і калібрувань, являтиме собою НГМ або ДГМ, а Г- оператори – виражати відношення (2.2-2.5). Така інтерпретація відбиває процеси запам'ятовування інтуїтивного образу (можливо, пов'язаного з виділенням нейронних сіток, як вираженням діаграм, і узгодженням провідності їхніх ланок, як вираженням калібрувань), його перетворення і переведення в довгострокову пам'ять, де він стає елементом рефлексорних або обдуманих дій.

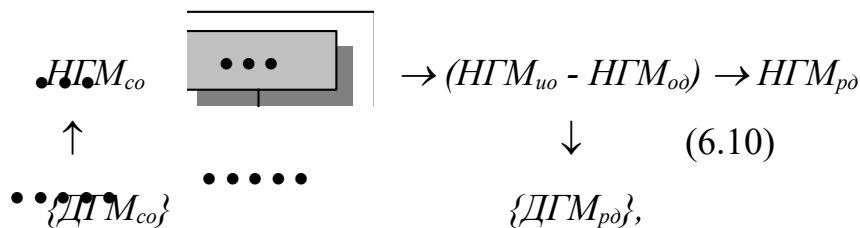
**Модель рефлексу** (рис.6.9б) пояснюється в такий спосіб [265,316].

Під впливом подразника, сприйнятого рецепторами, у корі головного мозку виникають два осередки збудження – у мозковому відділі аналізатора й у корковому представництві рефлексу. Між ними утворюється тимчасовий зв'язок за принципом домінанти – замикання. Домінантний осередок характеризується підвищеною збуджуваністю, стійкістю збудження, спроможністю до його підсумовування, інерцією; може існувати тільки один домінантний осередок, що вижив при конкуренції. Прийнято розрізняти першу сигнальну систему, що виявляється в рефлексивних на будь-які подразники,

крім слів, і другу сигнальну систему, специфічну для людини, яка проявляється в реакціях на слово.

Отже, обміни відбуваються між 4-им (пам'ять, час, простір) і 5-им (рецепторні подразники і сприйняття) рівнями і не охоплюють 1-3 рівнів, тобто через відсутність цілісності образу, сформованого на основі сенсорних відчуттів, для прийняття вірних рішень необхідним є інтуїтивний образ, який наділений цією якістю. Це положення пояснює незвідність цілісного образу польоту до окремих показників приладів, що відзначається в джерелах [21,76,84].

Враховуватиме наведені особливості буде ОМ рефлексу у вигляді РЗ-діаграми на рис.6.11. і схема (6.10).



де індекси  $z$ ,  $uo$ ,  $od$ ,  $rd$  означають відповідно сенсорний і інтуїтивний образи предмета, образ дії, рефлекс; стрілки – різні Г- оператори.

Рис. 6.11. ОМ рефлексу

Тоді послідовність розпізнавання така:

1. Фіксація на сенсорних відчуттях змінює модальності стану, переводячи хвилі в солітони. Сукупність солітонів 5-го шару утворить  $\{ДГМ\}$  відчуттів;
2. Синтез (2.2)  $\{ДГМ\}$  призводить до утворення НГМ у 4-ому шарі Сп, тобто його згортки за твердженням 4.12.;
3. Генерація цілісної моделі здійснюється шляхом проєкціювання (2.4) інтуїтивного образу в НГМ;
4. Симетрія інтуїтивних моделей  $НГМ_{uo} - НГМ_{od}$ , тобто образів предметів і дій, дозволяє перейти до НГМ рефлексу. Це відповідає встановленню замикання між осередками збудження;
5. Проєкціювання (2.4)  $НГМ_{od}$  у  $НГМ_{rd}$  інтерпретується як відшукування в пам'яті типової реакції на подразник, виражений як  $НГМ_{co}$ ; подіям 3.-5. відповідає стрілка  $\rightarrow$  на рис.6.11.
6. Аналіз (6.3)  $НГМ_{rd}$  призводить до реакцій  $\{ДГМ_{rd}\}$  ( $\downarrow$  на рис.6.11);

7. Нарешті, проєкціювання (2.4)  $\{ДГМ_{рд}\}$  у  $\{ДГМ_{со}\}$  відповідає сприйняттю змін після реакції і замикає зворотній зв'язок у рефлекторній дузі (контурна стрілка на рис.6.11).

Відзначимо практично значущі обставини:

- 29\* *відносно менша швидкодія рефлексів у порівнянні з інтуїтивно обумовленими реакціями* пояснюється появою додаткових операцій;
- 30\* *неуніверсальність рефлексів* – обмеженістю кількості типових реакцій у пам'яті, що пояснюється неповнотою досвіду оператора;
- 31\* *неадекватність дій ЛПР* – невірним розпізнаванням і відсутністю механізму передбачення.

**Модель прийняття обдуманого рішення** (рис.6.12). Існує кілька суперечних теорій вищої нервової діяльності, що лежить в основі прийняття рішень [1,13,236,316]. Проте в усіх підкреслюється роль мови і словесного коду як найважливішої відмітної риси. Це положення поділяється автором. Співвідношення природної і формальної мов, їхня інтерпретація як НГМ і ДГМ, визначена в підрозділі 2.2. і [127,с.20-23]. Відтак, схема, що відбиває процес прийняття рішення, має вид:

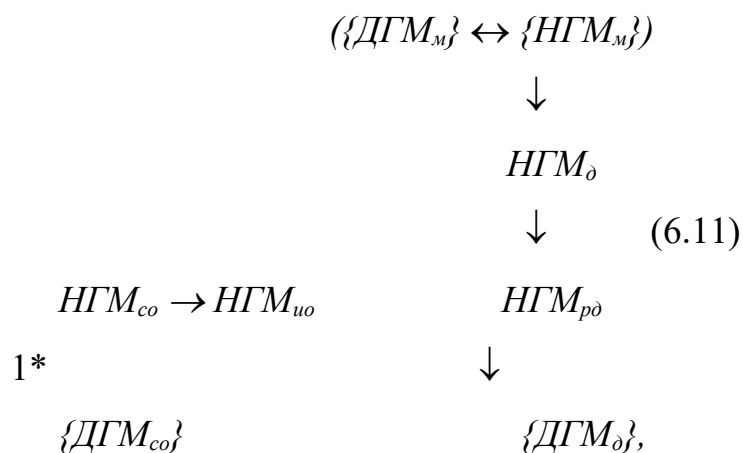


Рис. 6.12. Модель прийняття обдуманого рішення

де ДГМ<sub>м</sub> і НГМ<sub>м</sub> – виражені словесними кодами мовні моделі;  
 НГМ<sub>д</sub> і ДГМ<sub>д</sub> – моделі дій.

Прокоментуємо її.

У порівнянні з (6.10), добавляються:

- мовні моделі, зв'язані Г- операторами з інтуїтивними моделями;
- моделі дій, зв'язані через посередництво (2.3-2.4) з мовними моделями;
- операції (2.2-2.5) з різними мовними моделями, які, відтак, позбавлені цілісності, і ім'я об'єкту пов'язане, з ознаками конвенціонально.

У порівнянні з (6.10), ліквідується безпосередній зв'язок інтуїтивного образу з виконуваними діями.

Прийняття рішення ґрунтується на операціях із мовними моделями і призводить до дій, що можуть базуватися на рефлекторних реакціях.

Свідомість інтерпретується як об'єднання розума, волі, емо і їхніх тілесних відповідностей у протиставленні до середовища, тобто починаючи з 3-го рівня; відтак, стають можливими прогнозування і бінарні оцінки типу «добре», «погано», тощо. Роль свідомості при прийнятті рішення полягає у виборі «гарних» моделей і доцільних дій. Можливість порівняння моделей, що відповідають різним шарам забезпечується однорідністю словесних кодів, але це ж може стати джерелом помилок.

Зниження швидкодії процесу обумовлено операціями словесного кодування і перетворення мовних моделей. Час затримки оцінюється згідно [3,289].

Контроль правильності рішення здійснюється згідно (6.10).

**6.3.2. Прикладне використання моделі розпізнавання і прийняття рішення. Порівняння.** В [127] провадилося порівняння концепції і апарату МРР з перцептронами [230], структурними методами розпізнавання образів [272], моделлю прийняття рішення на основі апарату пірамідальних сітей, що ростуть [56]. В результаті було відзначено, що МРР є більш універсальними і реалістичними і тісніше пов'язаними з моделями інших дій оператора. Тому ергономічні рекомендації слід визначати саме на їх основі.

**Характеристики образу.** *Компактність образу* розуміється як забезпечення його цілісності: якщо формування образу відбувається за сценаріями (6.2-6.4), а для окремих зображень, інтерпретованих як С- множини і С- елементи різноманітних шарів, розподіл потенціалів і інших незалежних характеристик відповідає розрахунковим, то вони належать цілісному образу.

**Міра подібності зображень** визначається різницею між фактичними і розрахунковими значеннями незалежних параметрів для кожного з зображень з урахуванням *корисності ознак* (тобто фактично відбиває ступінь несхожості, аналогічно тому, як це робилося в попередньому підрозділі). Вона виражається у відносних, або, після калібрувань, в абсолютних одиницях. Для кожної з незалежних характеристик може бути підрахована своя міра подібності.

Нехай, наприклад, два зображення відносяться до п'ятого шару, і одне з них характеризується 4-ма ознаками з потенціалами, рівними 8 умовним одиницям, а друга – 5-ма ознаками, потенціали 3-х із яких рівні 8, а інших – 5 одиницям. Тоді відхилення від розрахункових значень складе: для першого зображення:  $23 \cdot (4 \cdot 8 - 23) = 207$ ; для другого зображення:  $23 \cdot (3 \cdot 8 + 2 \cdot 5 - 23) = 253$ ; коефіцієнт 23 відбиває відносну цінність ознак 5-го шару. Міра подібності  $|253 - 207| = 46$ .

**Інформативність зображень** визначається для кожного шару окремо; шеннонівська оцінка інформативності не повинна поширюватися за межі одного шару (наслідок 1 твердження 3.5.).

**Надійність і якість розпізнавання й адекватність рішення** оцінюються статистично, по відношенню числа правильних розпізнавань і рішень до загальної їхньої кількості.

**Коректність кодування** оцінюється за спроможністю зберігати калібрувальні інваріанти і калібрування. Наприклад, якщо розглядати побудову ОМ як процес кодування, визначені в розділі 4 можливості зберігання інваріантів і калібрувань різними перетвореннями дозволяють оцінити її коректність.

**Рекомендації.** Спочатку – загальне положення:

**6.20.** *Інформаційна й управляюча підсистеми повинні забезпечувати сприйняття інформації і дій управління у формах і послідовності, специфічних для інтуїтивно обумовлених реакцій, рефлексів і обдуманих рішень.*

Розглянемо часові інтервали, характерні для кожного з етапів<sup>6</sup>.

1. Для інтуїтивного сприйняття й інтуїтивно обумовленої реакції верхньою межею тривалості є період між появою і сенсорним сприйняттям сигналу.

---

<sup>6</sup> Тривалість інтервалів залежить, серед іншого, від засобу представлення даних (алфавітно-цифрова, умовні знаки, кольорове кодування, тощо).

За цей час не встигають «включитися» рефлекси і механізми обмірковування. Згідно [290], сюди входить стрибок зіниці – 0.025 с. і час фіксації – 0.25-0.65 с. для різних форм візуального представлення даних. Час стрибку дозволяє оцінити тривалість інтуїтивно обумовленої реакції в 5-10% від часу фіксації. Для слуху картина аналогічна.

2. Черга рефлексу настає після сприйняття, тобто через 0.25-0.65 с. і перед початком обмірковування. Наприклад, після появи на табло напису «Небезпека», не раніше, ніж через 0.28 с. (час фіксації загоряння індикатора [290]), почнеться перша із пророблених на тренуванні дій.

3. Час обмірковування рішення визначається швидкістю прийому і переробки інформації (для різних рецепторів – 0.1-5.5 біт/с.) і тривалістю фіксації. У наведеному вище прикладі він дорівнює  $0.025+0.28+0.31$  с. (тривалість фіксації для алфавітно-цифрової форми подачі інформації), плюс час читання і осмислення тексту, плюс час згадування інструкції типу «перекласти важіль № 8 у положення 1».

Звідси випливає таке уточнення 6.20.:

**6.21.** *Інформаційна і управляюча підсистеми повинні забезпечувати подачу даних і проведення дій управління в темпі, що відповідає кожному з етапів розпізнавання й прийняття рішення.*

Необхідні поправки на «загальмованість» оператора, з огляду на концентрацію його уваги, ступінь «утягування», втому, а також швидкість і скоординованість реакції. Крім того, необхідно враховувати природжені переваги в розпізнаванні тих чи інших образів (гештальти).

**Задача 6.5.** *Пояснення існування гештальтів і їх використання в ІСВІ.*

*Постановка.* Експериментально підтверджується існування природжених переваг у розпізнаванні образів. Наприклад, фігура на рис.6.13а сприймається і розпізнається як два відрізки (рис.6.13б), а не дві ламані (рис.6.13в), хоча можливі обидва варіанти. Розуміння гештальтів як наслідку «впливу довгострокових стереотипів чекань і установок на короточасні чекання й установки уваги» [286,т.1,с.189] не дозволяє теоретично прогнозувати оптимальні схеми

компонування, змушуючи використовувати лише емпірично знайдені варіанти [286, т.1,с.192,54,64,65]. Отже, потрібне практично значиме тлумачення цього явища.

Рис. 6.13. Приклад і пояснення гешталту

*Розв'язання.*

1. Тлумачення випадку на рис.6.13. Послідовність розпізнавання визначається РЗ- діаграмою на рис.6.13г., де структурі б. відповідає 3-ій шар, а структурі в. – 4-ий; оскільки третій шар утворюється раніше і має більший потенціал, то саме він і визначає перевагу в розпізнаванні цього варіанту.

2. Узагальнення. Опрацювання подібних випадків приводить до висновку, що *принаймні деякі переваги пояснюються, виходячи з нерівності калібрувальних інваріантів вихідних образів, а також послідовності розшарування Sp.* Цей попередній висновок повинен пройти експериментальну перевірку.

3. Рекомендація щодо компонування ІСВІ. Оскільки розташування, пропорції і розміри зон розміщення і приладів згідно рекомендацій 5.5.-5.9. відповідають послідовності самоорганізації, *їх дотримання при виборі схеми компонування забезпечить переваги розпізнавання порівняно з іншими варіантами.*

*Коментар.* Деякі інші гешталти пояснюються на основі моделі суб'єктивного (сенсорного) простору людини, яка буде розглянута в підрозділі 8.1.

Аналіз причин помилок ЛПР в екстремальних ситуаціях, зокрема в авіації [84,154,155,282], показує істотну – якщо не головну роль – неузгодженості і неправильного вибору головного механізму прийняття рішення.

Наприклад, катастрофа ТУ-154 в Омську при заходженні на посадку в складних метеоумовах відбулася внаслідок сутички зі снігоочисними машинами. При цьому командир розрізняв нечіткі контури на посадочній смузі, інтуїтивно сприймані як небезпечні. Правильною реакцією (інтуїтивно обумовленою) був би захід на друге коло з наступним

з'ясуванням обставин. Проте пішла доповідь диспетчеру (обмірковування, ігнорування інтуїтивно обумовленої реакції), помилковий дозвіл на посадку, і вже не залишилося часу, щоб запобігти зіткненню. Відзначимо, що Керівництво із льотної експлуатації не забороняло заходження на друге коло.

Тому необхідні подальші уточнення:

**6.22.** *Інформаційна підсистема повинна забезпечувати вільне переключення між всіма процесами розпізнавання й прийняття рішення, в залежності від обставин, і мати якості прогностичної системи.*

**6.23.** *Необхідна проробка спроможності незагальмованого переходу до інтуїтивно обумовлених дій у ході тренувань оператора.*

**Задача 6.6.** *Ескіз прогностичної людино-машинної системи.*

*Постановка.* Можливість прогнозу ґрунтується на знанні законів, циклів розвитку і спаду, а також зовнішніх впливів. У цьому сенсі, хвильова модель є прогностичною системою, оскільки дозволяє розраховувати періоди і час існування хвиль різних шарів і їхню взаємну узгодженість. Зміна модальностей стану дозволяє моделювати тенденції розвитку всередині циклу, а розшарування або згортка – спрямованість розвитку досліджуваної системи в цілому. Тому конструювання прогностичної системи зводиться до визначення адекватної технічної реалізації.

*Рішення.*

**1. Структура системи** приймається у виді мережі, згідно одного зі сценаріїв (6.2-6.4). Мережа розвивається так, щоб кількість вершин відповідала числу елементів перших шарів Сп. Надмірне збільшення числа елементів не призводить до збільшення точності прогнозу, оскільки стає важче розрізняти сигнали у вершинах.

**2. Вершини** з'єднуються проводами, провідність яких підбирається так, щоб імітувати передачу у вершини потенціалів, які відповідають розрахунковим значенням. Потенціали можуть імітуватися розмірами напруги, заряду і т.п.

**3. Ці розміри перетворюються в графічні символи**, форма, колір і динаміка яких повинні передавати тип елементів ( $\cup$  або  $\bullet$ ), їх відношення ( $\parallel$  або  $\perp$ ), фазу, а також модальність стану ( $($ ,  $)$ ,  $\downarrow$ ) так, щоб послідовність їхньої появи



утворювала композицію, яка відповідає структурі й еволюції прогностичної системи, тобто будується аналогова  $OM_2$ . Можливий вигляд символів ілюструє рис. 6.14 з [306]. Як бачимо, можливі досить абстрактні особисті асоціації.

Рис. 6.14. Приклади індивідуальних асоціацій хвильових композицій

4. Роль людини зводиться до двох функцій: 1) настроювання системи – інтуїтивний або за наявними даними вибір сценарію, колірної палітри, початкових потенціалу і періоду. Це забезпечить цілісність системи на вході і її масштабування; 2) інтуїтивна інтерпретація зображень, тобто прив'язка до конкретних подій, наборів їхніх характеристик, тенденцій і тривалості розвитку, узгодженості циклів. Це забезпечує цілісність і калібрування системи.

*Коментар.* Таким чином, прогностична система допоможе візуалізувати, прискорити і розшифрувати інтуїтивні сприйняття подій, що мають відбутися.

#### **6.4. Графічне представлення і оптимізація дій управління**

**Постановка задачі.** Біомеханіка рухів, що лежать в основі дій, добре вивчена [284,286,т.5,гл.1-3,303,307]. Відомі антропометричні характеристики (із

диференціацією за расою, віком, статтю), просторово-часові і силові характеристики простих і складних рухів, включаючи побудову залежностей від ступеню втоми. Геометричні моделі застосовуються для представлення статистичних даних [102], відображення рухів [253], оцінки ефективності і надійності [64]. Їхнє застосування сприяє пошуку рішень, що дозволяють знизити можливість помилкових дій і тим самим підвищити безпеку управління.

Проте не всі резерви вичерпані. Додатковий ефект може бути отриманий за рахунок поліпшення сумісності, зокрема:

32\* посилення залежності дій управління від послідовності, форми і швидкості подачі інформаційних повідомлень;

33\* узгодження дій, що є результатом обдуманих рішень, з умовними і безумовними рефлексами й інтуїтивно обумовленими реакціями;

34\* узгодження дій з психоемоційним станом оператора.

**Зв'язок управління зі сприйняттям, розпізнаванням і прийняттям рішення.** При взаємодії одного оператора з однією інформаційною підсистемою співвідношення управління з іншими компонентами повинно впливати з (5.4). У інших випадках доцільно зведення до послідовності (5.4), з урахуванням «пропускнуої спроможності» оператора. Виходячи з цього положення, процес управління буде виражатися схемою, показаною на рис.6.15. (ОУ позначає органи управління). Прокоментуємо її.

1. *Реалізація зв'язків, що впливають із функціональної симетрії «оператор – органи управління».* Оскільки симетрія спостерігається на всіх рівнях організації, то процеси, спрямовані на зберігання цілісності системи, також повинні мати місце на всіх рівнях (стрілки в правій частині схеми). Реально вони реалізовані за допомогою серій рухів кінцівок і пальців (контурні стрілки справа) і відповідних органів управління. Їх і будемо вважати діями управління<sup>7</sup>.

2. *Реалізація зв'язків «психіка – тіло».* Ці зв'язки (суцільні стрілки в середині схеми) позначають перехід від прийняття рішення до дій керування. Їхня послідовність повинна відповідати послідовності рішення, а окремі серії рухів повинні бути однаковими, незалежно від задіяної форми прийняття рішення.

Неприпустимо, наприклад, щоб реакція на сигнал, що виробляється в ході навчання (умовний рефлекс), суперечила безумовному рефлексу або інтуїтивно обумовленій реакції – у цьому випадку в критичних ситуаціях неминучі помилкові дії.

Органи управління повинні бути пристосовані до відповідних рухів.

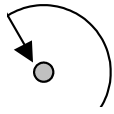
Діаграми, подібні показаній на рис.6.15. (для сценаріїв (6.3-6.4 вони будуть більш складними), – ще не модель дій управління (МУ). Для того щоб надати їм потрібні властивості, слід предметно визначити вершини як сукупності засобів управління, необхідних для виконання дій керування, а ребра представити як ймовірнісні і функціональні характеристики, що відбивають час вчинення і безпомилковість керуючих дій. Отриманий предметно-функціональний стохастичний граф [274] є МУ і основою оцінки ефективності праці [64,253].

3. *Реалізація зв'язків, що впливають із симетрії інформаційної і керуючих підсистем* означає не тільки близькість розташування органів управління до відповідних інформаційних табло, але й узгодженість форми подачі повідомлення з наступними діями управління.

---

<sup>7</sup> Інші підходи, наприклад, спроби зв'язати команди з рівнем психофізіологічних показників, поки не вийшли за стадію експериментів. Що ж стосується мовних команд, то відповідні СУ, при належних умовах, є перспективними.

зсув



Наприклад, вихід якогось параметра за припустимі межі показується як маркера, що порушать врівноваженість композиції СВІ (рис.6.16.). У цьому випадку напрям руху управління повинен відповідати такому переміщенню маркера, яке відновлює рівновагу. Саме такою буде тут інтуїтивно обумовлена реакція [16], і таким же повинний бути умовний рефлекс. Рух же, наприклад, у горизон-тальному або круговому напрямі, є неприйнятним, оскільки входить у суперечність з інтуїтивно обумовленою реакцією, і це буде призводити до похибок і затримок.

Рис. 6.16. Приклад реакції на зсув маркера

Таким чином, інформаційна система повинна підказувати, виходячи з візуального й емоційного образу цілісної системи, які дії управління необхідні в конкретній ситуації. У першому випадку це відповідає врівноваженості і гармонійності композиції, у другому – застосуванню символів і колірної гами, що створюють необхідний емоційний тонус. Підкреслимо, що форма символу діє на ліву, а колір – на праву півкулю мозку [16].

**6.24.** *Інформаційна і управляюча підсистеми повинні бути узгоджені між собою й організовані таким чином, щоб:*

- 35\* *форма подачі повідомлень створювала візуальний образ цілісної системи за допомогою врівноваженості композиції і добору символів і кольорів, що дозволяють підтримувати необхідний емоційний тонус оператора (спокій, задоволеність);*
- 36\* *відхилення параметрів від припустимих значень повинно зображатися як порушення врівноваженості і зміна кольору і символів (що асоціюються з занепокоєнням, тривогою);*
- 37\* *дії управління повинні бути спрямовані на відновлення врівноваженості композиції, початкового виду символів і емоційного тону;*
- 38\* *розташування і технічне рішення органів управління повинно бути по-в'язане з розташуванням інформаційних таблиць і формою подачі повідомлень.*

**Органи і рухи управління.** Найчастіше застосовуються: штурвал, кривошипна ручка, поворотна ручка, поворотний селекторний перемикач, частково утоплена ручка, куля трасування (трекбол), джойстик, важіль,

колінчатий перемикач, клавіша, складальний диск, педаль, движок, кнопка, повзунок, сенсорна кнопка. Наведемо ергономічні рекомендації щодо сумісності функцій і рухів управління (табл. 6.5) і безпечних відстаней між органами (табл. 6.6). За даними цих таблиць (див. також ГОСТи 22.613-77 – 22.615-77) підбираються органи, які відповідають рекомендації 6.24. Вони ж використовуються в ході калібрування з метою визначення абсолютних розмірів зон їх розміщення цих органів (підрозділ 7.3.).

**Таблиця 6.5. Рекомендовані рухи управління [286,т.5,гл.8].**

Функції	Рух
включення	нагору, вправо, вперед, натискання
вимикання	вниз, вліво, назад, відтиснення
вправо	вправо, за годинниковою стрілкою
вліво	вліво, проти годинникової стрілки
нагору	нагору, назад
вниз	вниз, вперед
скорочення	назад, натискання, проти годинникової стрілки, нагору
розширення	вперед, відтиснення, за годинниковою стрілкою, вниз
збільшення	вліво, нагору, вперед
зменшення	вправо, вниз, назад

**Таблиця 6.6. Безпечні відстані між ОУ [286,т.5,гл.8].**

Орган управління	Кінцівка	Мінімальна відстань, мм	Максимальна відстань, мм
натискна кнопка	палець	20	50
колінчатий перемикач	палець	25	50
важіль	рука, обидві руки	50 (75)	100 (125)
штурвал	обидві руки	75	125
ручка	рука	25	50
поворотний селекторний перемикач	рука	25	50
педаль	нога	50	100

**Практичне застосування МУ. Оцінка ефективності праці операторів.**

Оскільки МУ припускає використання існуючих оцінок, можливо скористатися мірою продуктивності праці П, введеної у [253,с.5]:

$$(6.12)$$

де  $P_n$  – ймовірність безпомилкового виконання всіх дій;  
 вираз в дужках – сумарні витрати часу, що складаються з часу, виконання  $\alpha$  робочих і  $\beta$  підсобних (прямування руки, погляду і т.п.) операцій.

Аналіз (6.12) показує шляхи збільшення продуктивності через скорочення часу підсобних операцій і зменшення довжин ребер графу, тобто удосконалювання компоновання. Для визначення параметрів необхідні натурні експерименти. Але, при великому числі варіантів, перевірені можуть бути не всі, і немає гарантії, що відібрані будуть найкращими. Міра безпосередньо не пов'язана з іншими формами діяльності, що не дозволяє виділити в ході проектування варіанти, що відповідають 6.24., тим самим скоротивши число альтернатив. Тому, для обґрунтування проектних рішень і скорочення кількості експериментів доцільно ввести «відносні» оцінки:

1. *Міра відхилення*  $M_0$  від діаграми МУ відбиває неоптимальність компоновання системи управління:

$$(6.13)$$

де  $L$  і  $M$  – кількість СУ і операторів;  
 $I$  – число шарів Сп, що відповідає схемі компоновання;  
 $n$  і  $n_\phi$  – розрахункове і фактичне число елементів кожного із шарів;  
 $k_i$  – ваговий коефіцієнт, пропорційний потенціалу елементів даного шару.

$M_0$  дозволяє відкинути явно неефективні варіанти компоновання, не вдаючись до натурних вимірювань.

2. *Міра ефективності дії*  $M_e$ , що відбиває ступінь впливу даної дії на запобігання небажаного розвитку ситуації:

$$(6.14)$$

де  $N$  – кількість зроблених для запобігання аварії дій;  
 $N_n$  – кількість дій, необхідних для запобігання аварії на наступному етапі розвитку ситуації.

Наприклад, для запобігання виливання палива при заправці бака необхідно вчасно перекрити кран подачі палива (1 дія); якщо цього не зробити, то спрацює аварійна система зливу, перекривається кран подачі, перекривається кран зливу (3 дії);  $M_e=2$ .

$M_e$ , побічно зв'язана з процесами сприйняття, розпізнавання й прийняття рішення, дозволяє попередньо оцінити ЕС у цілому.

3. *Міра узгодженості*  $M_c$ . Пропонується оцінювати узгодженість усіх дій коефіцієнтом 1, інтуїтивно обумовленої реакції і рефлексу – 0.9, рефлексу й

обдуманого вирішення – 0.8, неузгодженість – 0.5.  $M_c$  дозволяє попередньо оцінити можливість помилкових дій внаслідок неузгодженості рішень.

**Задача 6.6.** *Приклад застосування рекомендації 6.24.*

*Постановка.* Нехай необхідно контролювати співвідношення і межі зміни трьох параметрів. Необхідно запропонувати технічне рішення, скомпонувати систему і попередньо оцінити її ефективність. Зауважимо, що при проектуванні реальних СВІ слід керуватися ГОСТами 21.480-75, 21.829-76, 29. 05001-82, ISO 11428:1996 для проведення калібрувань.

*Розв'язання.*

1. Вибір інформаційних кодів. Співвідношення параметрів пропонується показувати за допомогою рівнобічного трикутника; значення – у вигляді його вершин. Межі співвідношень – як два кола, між якими розташовуються вершини (рис.6.17а). Границі зміни абсолютних значень параметрів – як межі поля, у границях якого знаходяться трикутник і кола. При необхідності, ліва, верхня та права сторони поля можуть градуюватися в одиницях виміру першого, другого і третього параметрів. Початки відліку (нульові відхилення) розташовуються в середині сторін (рис.6.17б). Градування провадиться таким чином, щоб при нульових відхиленнях трикутник розташовувався в центрі поля. *Обґрунтування.* Тривалість зорової фіксації простих фігур є мінімальною з усіх форм представлення інформації [290]; оскільки для управління немає потреби в чисельних значеннях, вона й вбачається оптимальною. Вибір символу і його розташування в центрі композиції створює відчуття, яке можна визначити як «гармонія», «стабільність», «врівноваженість», і воно служить емоційним сигналом, що вказує на нормальну роботу системи. Відзначимо можливість застосування в тих же цілях антропоморфних і зооморфних символів (підрозділ 8.1.).

Рис. 6.17. Вибір форми представлення даних

2. Вибір забарвлення символу і фону. Пропонується фарбувати сторони і вершини трикутника в чистий яскраво-жовтий цвіт, кола – у червоний, фон, при нормальній роботі системи, – у синьо-зелений. *Обґрунтування.* Колірна палітра базується на стійких асоціаціях, пов'язаних із кольорами: синьо-зелений фон заспокоює і вказує на нормальну роботу; яскраво-жовтий приковує увагу і не дає їй розсіятися, червоний вказує на небезпеку і сприяє мобілізації уваги [229, 280]. Можливо застосування інших кодувань [218,286,290]. У реальному проектуванні необхідно враховувати зміну сприйняття кольору при освітленості різними джерелами (табл.6.1., [280,табл.19]. Колірне кодування доцільно також використовувати з метою скорочення інформаційного обміну [27,130].

3. Представлення динаміки даних. Зміна значення того або іншого параметра представляється як переміщення відповідної вершини трикутника; зміна всіх параметрів – як його переміщення в цілому; зміна співвідношення параметрів – як зміна форми трикутника. Вихід за межі співвідношення параметрів показується як вихід вершин за зовнішнє або внутрішнє коло; вихід за межі припустимих абсолютних значень параметрів – як вихід за межі поля. Зміна значень параметрів дублюється зміною фона – яскравості (перший параметр), зсувом у зелену сторону (другий), зсувом у синю сторону (третій). *Обґрунтування.* Зміна фона створює відчуття типу «щось не гаразд», що настроює оператора на необхідність втручання. Характер дій підказується порушенням рівноваги композиції внаслідок переміщення і зміни форми трикутника. Сила дії визначається негармонічністю композиції і контролюється колами.

4. Дії управління. Необхідно перемістити трикутник у центр поля, «виправити» його форму і помістити усі вершини між окружностями (рис.6.17в.). *Обґрунтування.* Інтуїтивно обумовлена реакція на порушення композиції [16] і обдумане рішення призведуть до саме цих дій; тренування оператора також повинне бути узгоджено з ними. Тоді можливість похибок мінімальна.



5. Визначення розмірів розглядалося раніше (задачі 5.3-5.5).

6. Вибір технічних рішень. Інформаційним приладом має бути монітор, який дозволяє налаштувати кольірну палітру і задовольняє іншим ергономічним вимогам [286,гл.7]. У якості *органа управління краще використовувати пристрій типу «світлового пера»*, який дозволив би переміщувати вершини і трикутник у цілому. Зручно закріпити невеличке і легеньке світлове перо на вказівному пальці оператора, що дозволить заощадити час на підсобних операціях. Програмне забезпечення, крім відображення вищеписаної зміни параметрів, повинно дозволяти обробляти усі управляючі дії і генерувати необхідну реакцію устаткування, а також давати можливість робити налаштування.

*Попередня оцінка.*

1. Визначення міри відхилення. Система (1) включає інформаційну і керуючі підсистеми (2), відображає й управляє трьома взаємозалежними характеристиками (3). Ці кількості відповідають розрахунковим, тому  $M_o$ , підрахована відповідно до (6.13), дорівнює нулю.

2. Визначення ефективності. Система дозволяє завчасно починати дії, спрямовані на недопущення аварії. Тому вона є ефективною (підрахувати  $M_e$  не можна, через демонстраційний характер прикладу).

3. Визначення міри узгодженості. Оскільки інтуїтивно обумовлена реакція, рефлекс і обдумане вирішення призводять до однакових дій,  $M_c=1$ .

*Висновок.* За попередніми оцінками, система, організована відповідно до 6.24., задовольняє вимогам ефективності і надійності. Для більш точної оцінки необхідні дані і методики, наведені в [64].

Слід зазначити, що практичне використання запропонованих рішень стикається з деякими труднощами. Проілюструємо їх черговою задачею.

**Задача 6.7.** *Проблеми вдосконалення пілотажного приладу.*

*Постановка.* Завершальні етапи польоту супроводжуються великим психологічним навантаженням. Погашення відхилень від глісади і утримання припустимих значень швидкості літака, який швидко рухається і має велику

інерцію, потребують узгодженості реакцій на візуальну обстановку, показання приладів, команди диспетчера, вестибулярні відчуття. Цьому заважає незакономірність відхилень і відставання показань і команд від динаміки подій [224,с.160]. Тому опрацьовувалося багато пропозицій щодо поліпшення приладів, зокрема, показана на рис.6в. вступу [99]. Саме вона і буде вихідною.

*Розв'язання.*

1. Ергономічні недоліки вихідного рішення, конспективно, такі: 1) неоднорідність представлення даних (алфавітно-цифрові, умовні знаки, колір, реалістичне відображення рельєфу); 2) завелика кількість контрольованих параметрів (22-28) перевищує ємність оперативної пам'яті і не відповідає структурі системи сприйняття; 3) відсутність: цілісної системи засобів впливу на психоемоційний стан; підказів щодо прийняття рішення, зокрема заходу на друге коло; координації рухів управління з інтуїтивно обумовленими реакціями.

2. Запропоноване на основі рекомендації 6.24. рішення (рис.6.18а) усуває вказані недоліки таким чином: 1) не використовується алфавітно-цифрова форма кодування; умовні знаки і кольори мають реалістичний характер; в залежності від часу доби і погодних умов змінюється колір, імітуються сигнальні вогні ВПП, тощо; 2) кількість контрольованих параметрів складає 7-9, що відповідає числам Міллера, ємності оперативної пам'яті і 5-6 рівням сприйняття. Масштабування швидкості, положення маркера глісади, тощо, згідно з рекомендованими значеннями для даної стадії польоту здійснюється автоматично; 3) синій (небо), зелений (рельєф), сірий (літак, ВПП), оранжевий (положення відносно глісади) кольори заспокоюють і привертають увагу до найбільш критичних параметрів. Підкази (рухливий символ літака відносно фіксованого горизонту (рис.6.17б), кодування вертикальної швидкості відтінками сірого, коли неприпустимі значення зображаються чорним і білим, контроль курсів відносно глісади і ВПП, фіксація точки прийняття рішення щодо заходу на друге коло, тощо) складають цілісну і відповідну ситуації систему і узгоджені з психологічними асоціаціями і інтуїтивно обумовленими реакціями.

Рис. 6.18. Рішення пілотажного приладу

1. Обговорення цих пропозицій виявило такі основні заперечення:

А. Рішення на рис.6.18б суперечить візуальним даним (рис.6.18в), і тому не є оптимальним. Це зауваження є частиною дилеми «приладний образ чи образ польоту», щодо якої висловлювалися різні думки [76,84]. Воно пов'язано з реальним протиріччям між інтуїтивною і рефлекторною реакцією, яка виробилася в ході тренувань. Відзначимо, що при кінцевому положенні літака відносно горизонту (рис.6.18а), протиріч між ними немає.

Б. Використання кольору і горизонтальної проекції для кодування швидкості і висоти є «незвичним», «незручним», «заважає оцінити обстановку». Таке рішення дійсно не відповідає звичній цифровій формі представлення даних, хоча реально якраз спрощує оцінку і прийняття рішення.

*Коментар і рекомендації.* Отже, заперечення пов'язані з тим, що в результаті навчання і праці з існуючими СВІ, складається певний стереотип уявлення, якою має бути така система, і фіксовані навички, які заважають адаптації до нових рішень. Враховують цю ситуацію наступні рекомендації:

**6.25.** *Рішення на основі рекомендації 6.24. повинно бути комплексним, тобто всі інформаційні підсистеми повинні мати однаковий стиль кодування і технічної реалізації, що краще досягається у високоавтоматизованих нових, а не модифікованих зразках. Мають бути враховані такі результати обговорення і іспитів, які не порушують цілісності концепції (наприклад, зображення літака відносно горизонту як на рис.6.18в, а не 6.18а).*

**6.26.** *Технічні рішення мають обов'язково супроводжуватись рекомендаціями щодо змісту і організації процесу навчання операторів<sup>8</sup>.*

### **Висновки по шостому розділу**

1. Побудовані моделі (взаємодій з людини з навколишнім середовищем, сприйняття, розпізнавання, прийняття рішень, дій управління) є реалістичними і достовірними, наскільки це впливає із порівнянь з даними психології та нормативами [43,49,56,76,151-155,234,247,286,289,290].

2. Перелічені моделі є новими, оскільки використовують новий геометричний апарат і описують в рамках цілісної системи різноманітні і різнорідні дані, що створює основу для багатокритеріальної оптимізації і оцінки проектних рішень (розділи 7,8) та відбору операторів, скоординованого з цими рішеннями.

3. Як впливає з проведених порівнянь, запропоновані моделі мають теоретичну новизну, оскільки дозволяють розглядати процес діяльності оператора як єдине ціле, враховуючи додаткові чинники (вплив форми приміщень, інтуїтивні і позасвідомі складові, вплив кольорів, тощо) з відповідними пріоритетами, ваговими коефіцієнтами та іншими характеристиками, і обґрунтовувати відповідні рішення і рекомендації. Практична цінність концепції ІСВІ, запропонованих рішень і рекомендацій (врахування природних ритмів, вибір форми приміщення, визначення засобів управління психоемоційним станом оператора, оптимізація кодування інформації і скорочення інформаційного обміну) полягає в підвищенні, в порівнянні з аналогами, надійності ЕС за рахунок:

- приведення СВІ у відповідність із структурою системи сприйняття оператора;
- врахування та узгодженості інтуїтивних і емоційних складових розпізнавання і прийняття рішення, що особливо важливо в екстремальних ситуаціях і умовах дефіциту часу;
- оптимізації виробничого середовища, органів і дій управління.

---

<sup>8</sup> Визначення нових навичок, а також тих, що повинні бути змінені, може здійснюватись на основі МЛС; частково це питання розглядається в розділі 8.

4. Виявлені проблеми, які стимулюють дослідження в таких напрямках:

- врахування впливу ефектів взаємодій {ДІКС} на стан оператора, для чого потрібні об'єктні моделі 2-го і 3-го типів – тобто подальший розвиток апарату моделювання С- простору;
- експериментальні дослідження, необхідні для проведення калібрування в тих випадках, коли для цього не вистачає існуючих даних – аналіз моделей виявляє потребу в таких експериментах;
- вдосконалення відбору, контролю і підготовки операторів – що буде досліджено на основі об'єктних моделей у розділі 8.

5. Публікації автора: [27,28,52,117,124,126,130,131,135-137].