

Л. С. Сікора , проф, д.т.н., М. С. Антоник , к.т.н., Н. К. Лиса, к. т. н.
Ю. Міюшкович , к.т.н.; співшукачі Л. І. Пюрко , Б. Л. Якимчук
Р. С. Марцишин, к.т.н.
НУ «Львівська політехніка», Українська академія друкарства, ЦСД

ПРОЦЕДУРИ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ КООРДИНАЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСПЕРТНИХ ЗНАТЬ В РЕЖИМІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ДІАЛОГУ

Анотація. В статті розглянуто концепцію побудови моделі координаційного управління в ієрархічній системі на основі процедури узгодження цілей в цільовому просторі.

Аннотация. В статье рассмотрена концепция построения модели координационного управления в иерархической системе на основе процедуры согласования целей в целевом пространстве.

Summary. The article reviews the conception of coordination management modelling in hierarchical system on the basis of target sequence in target space.

Ключові слова: експертна система, стратегія, координація, синтез, ієрархія, діалог.

Ключевые слова: экспертная система, стратегия, координация, синтез, иерархия, диалог.

Key words: expert system, strategy, coordination, synthesis, hierarchy, dialog.

Актуальність. На сучасному етапі розвитку корпоративних, організаційних та технологічних систем є характерною ситуація, коли управляючі рішення приймаються на різних рівнях ієрархії, як автоматичним управлінням АСУ-ТП, так і оперативного – управляючим персоналом і координаційним керуванням вищою ланкою. При цьому вищі ланки не завжди мають відповідний рівень професійної і спеціальної підготовки, а також не розуміють змісту технологічних ситуацій при зміні режимів постачання енергетичних і матеріальних ресурсів та дії збурюючих факторів як зовнішніх так і внутрішніх. Особливо небезпечним є той фактор нерозуміння, коли при виведенні технологічних процесів на граничні режими при застарілому обладнанні з пониженим експлуатаційним ресурсом можуть виникнути аварійні ситуації. Виходом з цієї ситуації є розроблення системи підтримки прийняття рішень (СППР), в структуру якої входять експерти системи, системи інтелектуальної обробки даних, інформаційно-вимірювальні системи для автоматичного наповнення баз даних, системи діалогового координаційного управління.

Координованість локальних стратегій як засіб забезпечення гарантованого функціонування технологічних структур.

Координованість підсистем n -го рівня ієрархії визначає таку управлінську дію на підсистеми, яка заставляє їх узгоджено функціонувати згідно локальної мети так, щоб вся система досягла поставленої цілі. Оскільки системи нижнього рівня мають власні цілі, які можуть не співпадати з цілями верхніх рівнів ієрархії, то можливе виникнення конфліктів за ресурси, стратегії управління, цілеорієнтації, що унеможливує досягнення глобальної цілі. Дії стратегічного координатора направлені на [1÷6] вироблення узгодженої стратегії, яка вимагає:

1. декомпозиції глобальної цілі в локальні з врахуванням наявних ресурсів;
2. узгодження стратегій досягнення цілей та термінів їх реалізації;
3. узгодження розподілу ресурсів для всіх рівнів ієрархії;
4. розподілу повноважень на прийняття рішень для кожного рівня ієрархії та визначення пріоритетів як глобальних, так і локальних;
5. формування набору рангових критеріїв якості управління, пов'язаних з оптимізацією ризику, рівнем витрат ресурсів, гарантіями досягнення мети.

Поняття координації пов'язане з процедурами прийняття цілеорієнтованих рішень та оцінкою успіху в досягненні мети на основі декомпозиції проблемної задачі управління. Для інтегрованої ієрархічної системи, якщо

$$\left\{ \exists \text{Strat Dcom}(PZ), \exists \text{Strat RZ} \left[\frac{C_i}{U} (X) \right], \forall t \in T_m \subset T_D \right\},$$

маємо що: $\left\{ \exists \Pi_R : \forall (x, D_{RZ}), P(x, D_{RZ}) \equiv x_i \right\}^{T_m}$ – є розв'язком i -ої задачі відносно

цілі G_i за термінальний час T_m , при якому $\{X_i(t) \in V_c\} \rightarrow \text{тоді}$ $(\exists \gamma_k \subset \{U_k\}, \exists \text{Strat}_k(U_k | C_i | T_D))$ – які впорядковують послідовність задач відносно заданих стратегій досягнення цілі у вигляді

$$\exists \text{Strat}_k U_{ik} \left(\text{RZ} \left[\frac{C_i}{U_{ik}} / X_k \right] \right); x_i \in X \mapsto x_i \in V_{ci}; \{D_{RZ}^0, D_{RZ}^1, \dots, D_{RZ}^m\},$$

при $\gamma_k(t | T_m)$, $\left\langle T_m - \min_{T_D} T_u; t_{ui} \subset T_U \right\rangle$ – час за який можна розв'язати задачу,

де Π_R – правило, алгоритм, розв'язання задачі; t – поточний час; $\text{Strat RZ} \left(\frac{C_i}{U} (X) \right)$ – стратегія розв'язання задачі; T_m – термінальний час; $\text{Strat Dcom}(PZ)$ – стратегія декомпозиції задачі; T_D – допустимий час; γ_k – координуючий сигнал з набору управлінь; T_U – час управляючої дії;

$\{U_k\}, D_{RZ}^i$ – розв'язувана задача; t_{ui} – час реалізації управління; V_c – цільова

область; $Strat_k(U_k | C_i | T_D)$ – стратегія координації управляючих дій U_k для досягнення цілі C_i .

Відповідно можна виділити класи сигналів відповідно до їх функціонального призначення, які відображають ситуацію в ієрархії:

- $KL_j(S_i |_{i=1}^n)$ – класи сигналів кожного рівня, які визначають стан об'єктів і страт нижнього рівня.

- $KL_j(\gamma_k | U_k)$ – класи управляючих сигналів, направлених з верхнього рівня на нижній, які формуються на основі результатів розв'язання поточних задач управління D_{RZ}^i

Ефективність управління в ієрархічній системі ґрунтується на координації, міжрівневій інтеграції та стратифікації відносно цільового завдання.

Означення. Інтеграція – ієрархічне впорядкування при об'єднанні систем з метою впорядкування оперативного функціонування, підвищення ефективності в досягненні цілі. Відповідно координація взаємодіючих підсистем оптимізує спосіб досягнення цілі на всіх рівнях ієрархії відповідно до стратегії досягнення мети на основі вибору процедури пошуку схеми розв'язання задачі управління.

Процедури пошуку схем розв'язання задачі управління

Задача знаходження розв'язків в цільовому просторі, спряженому з простором станів, ґрунтується на пошуку відображень $(X \times T_m) \rightarrow (X \times T_D)$, для яких маємо [6]:

$$\exists Strat U_i(RZ(c)) \left\{ \begin{array}{l} g : x \rightarrow V, Rangx = n + 1, \exists X^f, \exists x_i \in X^f; \text{ тоді: } (U_i |_{i=1}^m) : x_i \xrightarrow{T_m} x^f \\ \forall x \in X^f : g(x_i) \leq g(x'), \text{ де } G_p : x \rightarrow y, G_v : Y \rightarrow V_c, V_c \not\subset V_A; \end{array} \right.$$

де $X_{U_i}^{T_m}$ – множина всіх рішень для станів системи (об'єкта управління) при управлінні U_i і час T_m ; X^f множина допустимих рішень $X^f \subset X_{U_i}^{T_m}$, $X^f \notin V_A$;

G – цільова функція ($G = G_p \otimes G_v$); V_A – аварійна область; V_c – плата за досягнення цілі в момент t_{c_i} ; G_p – вихідна функція як модель процесу управління; G_v – функціонал якості управління; Ω – множина невизначеності стану об'єкту управління; F_τ – функція толерантності, для якої:

$$\exists Strat F_\tau(U / C_i) : \left[\begin{array}{l} \forall (x, \omega) \in [X \times \Omega], \exists F_\tau : \forall \zeta, \forall x_i \in X_\zeta, x_i \in X^f \\ G(x, \omega) \leq F_\tau(\Omega), \tau : \Omega \rightarrow V_c, V_c \not\subset V_A \end{array} \right]$$

Таким чином, отримуємо умову задовільного розв'язання задачі управління [1].

Відповідно будуємо простір станів і цільовий простір (рис. 1а, б), на якому визначимо конус управляючих траєкторій:

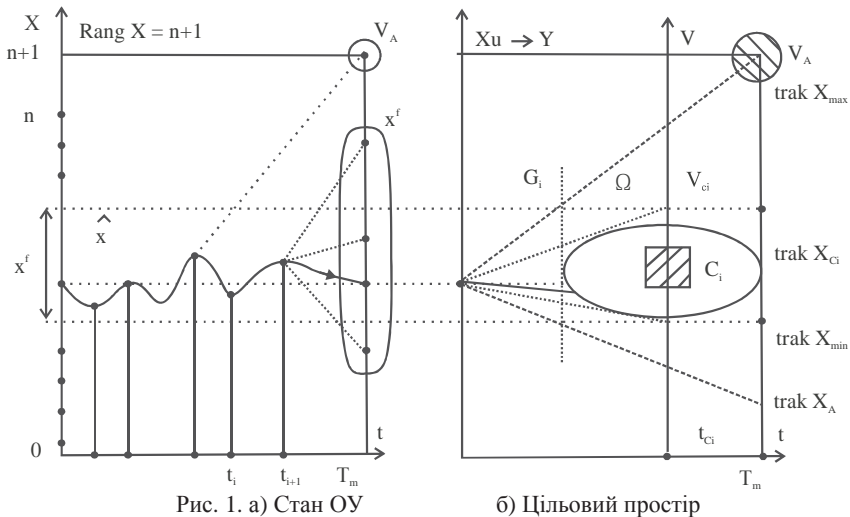


Рис. 1. а) Стан ОУ

б) Цільовий простір

Цільова функція може задаватись з врахуванням множини факторів впливу у вигляді відображень на цільовому просторі:

$$\{G_p : X \times \Omega \rightarrow Y, G_v : X \times \Omega \times Y \rightarrow V_c\} \mapsto \langle G(x, \omega) = G(x, \omega, G_p(x, \omega)) \rangle$$

де $G()$ – цільова функція на Ω – невизначеності (структурної і параметричної), яка залежить від стратегії управління, проблемної ситуації і процедур прийняття рішень.

Система підтримки прийняття рішень.

Означення $[S \subset X \times Y]$ називається системою підтримки прийняття рішень, якщо задано сімейство задач $\{ZD_x^i, x \in X\}_{i=1}^m$ з множини рішень Z і відображення $\{T : z_i \rightarrow Y, \forall x \in X, \forall y \in Y\}$, для якого маємо умову існування розв'язку $\exists z_i \in Z : ZD_x : T(z_i) = y, y \in C(C_i)$ в просторі цілей системи $V(C_i) \subset Y \times T_{m_i}$ за термінальний час T_{m_i} на основі схеми вибору стратегій $\text{Strat } R(ZD_x / T_D)$, які його забезпечують за допустимий час T_0 (рис. 2).

Принцип координації стратегій в процедурах формування і прийняття рішень.

Множина інформаційних сигналів в ієрархічній системі розповсюджується як з верхніх рівнів на нижні (координація) (з $i \rightarrow i - m$ – рівні), так і з нижніх рівнів на верхні (з $i \rightarrow i + 1 \dots n$ рівні) (образ ситуації) та на i -рівні по горизонталі страти (SR_i), мають фіксовану змістовну – про стан об'єкта або управляючу команду. Відповідно сигнали від верхнього рівня несуть

координуючі управлінські рішення для нижньої страти
 $(SR_{i+n} \xrightarrow{D_i} \{SR_i \dots SR_{i-1}\})$.

Виділимо умови координації стратегій згідно цільових задач формування рішень:

- координованість ієрархічної системи до способу розв’язання глобальної проблемної задачі;
- узгодженість і сумісність цілей відносно стратегій координації для всіх рівнів;
- прогнозованість взаємодії всіх рівнів при вибраних стратегіях координації та управлінні;
- гарантованість успіху при мінімізації ризику конфлікту між рівнями.

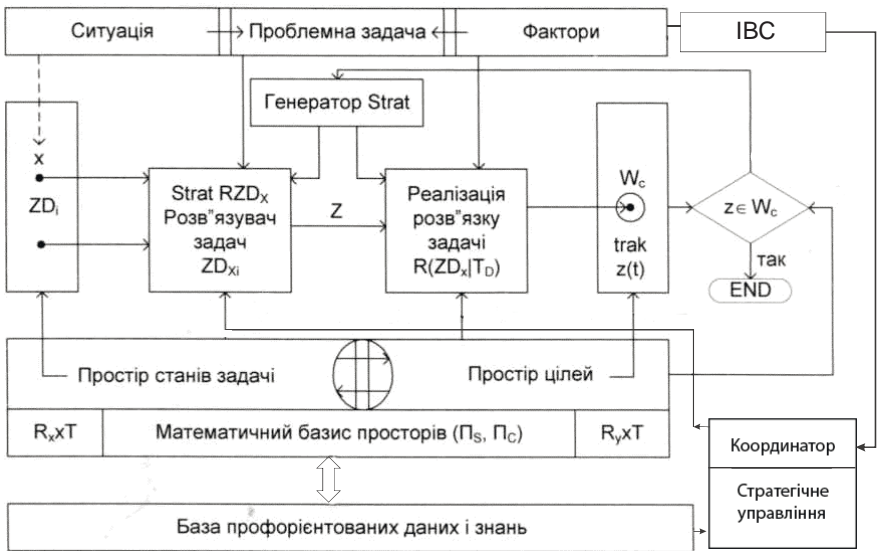


Рис.2. Схема генерації стратегій розв’язання задач координаційного управління

Компоненти проблемної ситуації в умовах збурень

Координація, як діяльність управляючої системи верхнього рівня відносно нижнього, яка є цілеформуючою, забезпечує розв’язування глобальних проблемних, локальних та оперативних задач.

Відповідно, згідно мети системи, виконується процедура декомпозиції проблемної задачі на задачі верхнього і нижнього рівня, що, відповідно, пов’язано з наступними проблемами їх розв’язання. Розглянемо ці проблемні задачі згідно концепції координації Месаровича [5]:

І-проблема. Синтез координуючої системи. Якщо задано глобальну

проблемну задачу і процедура її декомпозиції на різні рівні, то необхідно знайти таку задачу, для якої існує спільна координуюча стратегія її розв'язання, на основі якої формуються управляючі сигнали для всіх рівнів:

$$\exists G(PZ | T_m \in T_D), \exists \Pi_R : D(PZ \rightarrow LZ_i |_{i=1}^m), \Pi_R \rightarrow \text{Strat}(U_i | C_i).$$

II–проблема. Вибір методу, процедури, алгоритму координації. Якщо задана структура системи, що спряжена відносно цільової задачі, то необхідно знайти ефективний метод, алгоритм одержання (формування) координуючого сигналу Z_c , який би забезпечив узгоджену поведінку системи для досягнення мети:

$$(G(PZ_c) \leftrightarrow \text{StruktISU}) \mapsto [\exists(\text{Strat}U | C_i | T_m) : Z_i \in W_c]$$

III–проблема. Модифікація стратегій. Якщо ієрархічна система не координується відносно задачі $PZ(X \times T_m)$, то необхідно знайти таку модифікацію задачі, для якої існує координуюча стратегія:

$$\{\exists \text{Strat}(U | C_i | T_m : Z_i \notin W_c)\} \Rightarrow \Pi_R^K : (\text{Strat}U_1 \xrightarrow{K} \text{Strat}U_K)$$

IV–проблема. Декомпозиція глобальної задачі. Якщо сформульована тільки глобальна задача, то необхідно сформулювати процедури розбиття на класи задач верхнього і нижнього рівня і щоб стратегія їх розв'язання була координувана відносно задачі верхнього рівня.

Якщо задача сформульована на вищому рівні ієрархії, то виникає проблема пошуку схеми її розв'язання, при цьому маємо два аспекти:

6. пошук або генерація стратегії розв'язання задачі координаційного управління;

7. синтез нової структури системи згідно цілей і стратегії координації або модернізація і впорядкування існуючої системи згідно схеми, процедури розв'язання задачі.

Відповідно до цих умов будуємо схему вибору стратегій координації (рис. 3).

8. згідно проблемної ситуації на i циклі формується проблемна задача;

9. відповідно до принципу координації генеруються цільові задачі управління в ієрархії;

10. перевіряється умова сумісності цілей і виконується вибір стратегій розв'язання задачі з бази знань та будується схема координаційного управління згідно рівнів ієрархії та типу структурної організації.

Схема включає такі рівні ієрархії проблемної задачі, для якої необхідно:

– визначити дію загроз, які приводять до проблемної ситуації в об'єкті управління (ОУ), що виводить АСУ-ТП з нормального режиму управління;

– виконати аналітичне формування проблемної задачі, пошук стратегій розв'язання задачі, координація управління процесами в АСУ-ТП і ОУ;

– синтезувати координаційну стратегію до АСУ-ТП для забезпечення виходу з кризи.

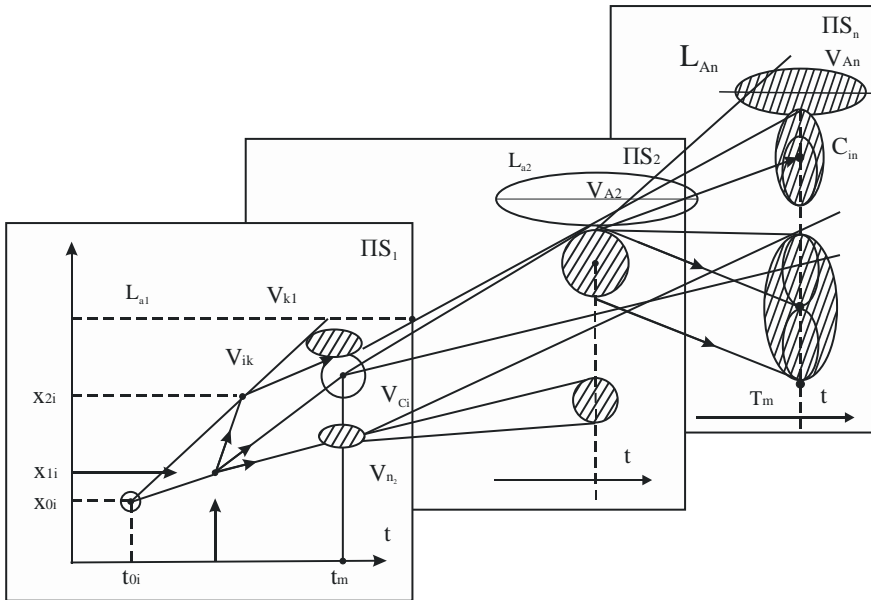


Рис. 3. Координація в просторах станів в ієрархічній системі приведена до рівнів страт

Відповідно до стратегічної мети будується стратегія конструктивної координації (рис. 4).

Координатор (ІА_К) – як інтелектуальний агент функціонує в режимі діалогу, при цьому виконує інформаційні, інтелектуальні і керуючі операції:

- виявляє фактори впливу і загроз та їх дію на ОУ;
- формує інформаційний базис стратегічного управління;
- визначає нові цілі та координує їх з планами;
- синтезує процедуру вибору стратегій розв'язання задач на підставі адаптації структури ОУ, АСУ-ТП.

Проблемна задача створення діалогових систем

Зростання інтенсивності виробничих процесів в технологічних системах створює ряд проблем контролю і управління в ієрархічних системах (ІС) та координації [6]:

- підняття рівня психологічного навантаження через неадекватність засобів відображення ситуації на потенційно-небезпечних (ПНО) технологічних систем для операторів нижнього рівня ІС;
- нездатність сприймати зміст ситуації та прогнозувати сценарій розвитку подій та будувати плани попереджуючих дій;
- зниження рівня гарантій функціонування ПНО за можливих переходів параметрів конструкцій за межі міцності;

- невизначеність оцінки ситуації за рахунок часткової або повної втрати технологічної документації, що приводить до некоректної інтерпретації розвитку подій;

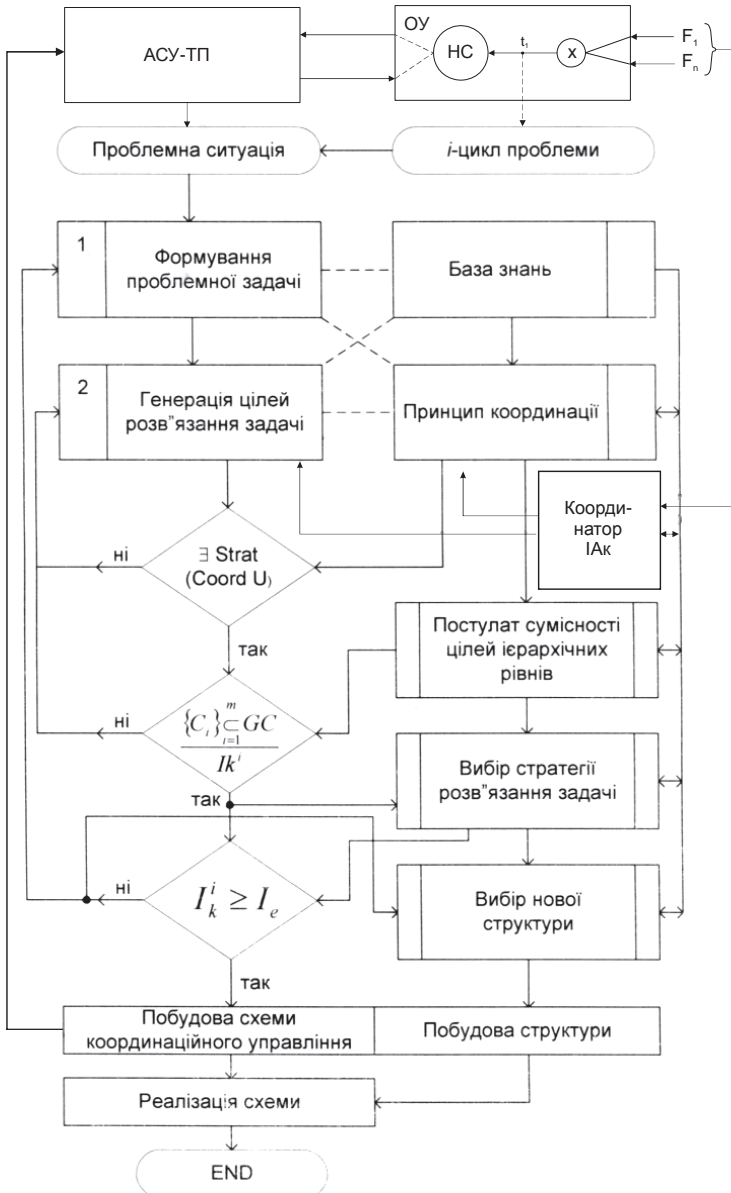


Рис.4. Схема вибору стратегії координації для ієрахічної системи управління

- низький інформаційний рівень відображення даних (затримки і збої, спотворення, блокування, несправність вимірювальних систем), що приводить до неправильного трактування режимів функціонування ПНО-ІС;
- відсутність мультимедійного багатоканального інтерпретатора динаміки розвитку подій.

Перелічені вище положення щодо інформаційного та інтелектуального опрацювання і відображення потоків подій підтверджує актуальність проблеми створення систем діалогу в ІС та синтезу процедур побудови сценаріїв в розвитку подій [1–4].

Сценарій діалогу [1÷4].

Сценарій діалогу є найбільш повним відображенням структури діалогу. Сценарій діалогу є детальним описом структури і змісту діалогу. Явне виділення структури діалогу через сценарій дозволяє контролювати допустимі послідовності станів, локалізувати зміни в структурі діалогу, спростити розробку і налагодження програм [1,2].

Сценарій діалогу включає в себе інформаційну та операційну моделі та задається у формальному вигляді:

$$\text{Scen}[\text{Dialog} (R_A \leftrightarrow S)] : \langle S_i, A, C, R_V, G, I, \Omega \rangle ,$$

де S – система, S_i – стани ($i \in N$), A – множина операцій, $C = (Q \cup F)$ – множина умов, Q – множина вхідних повідомлень, R_V – множина вхідних умов, R_A – оператор, $G = (S \times C)$ – структура графу діалогу.

Відповідно представлення інформаційної моделі діалогу має вигляд:

$$I_M [\text{Dialog} (R_A \leftrightarrow S)] : \left\{ \begin{array}{l} S_i \rightarrow R_V \\ (S_i \times C |_{i \in N}) \rightarrow R_V \end{array} \right.$$

а операційна модель має вигляд:

$$\Omega_M^A [\text{Dialog} (R_A \leftrightarrow S)] : \left\{ \begin{array}{l} S_i \rightarrow A \\ (S_i \times C |_{i \in N}) \rightarrow A \end{array} \right.$$

Автоматичне ведення діалогу згідно сценарію визначається програмно-логічною інтерпретацією діалогу. Основою інтерпретації служать такі управляючі конструкції:

- діалогове повторення;
- діалогове розгалуження;
- діалоговий мультицикл.

Ці елементарні діалогові управляючі конструкції називаються вузлами сценарію. Інтерпретатор в кожному вузлі сценарію виконує наступні функції:

- повідомлення про поточний стан кожного блоку і-рівня ієрархії;
- ввід запиту користувача;
- аналіз виконання умовних операцій;
- перехід до наступного стану по графу діалогу.

Наведемо схеми діалогових управляючих конструкцій (рис. 4).

Призначення діалогу в ІАСУ.

Основним цільовим призначенням діалогу є сумісне розв'язання задач управління в ІАСУ. При цьому маємо два аспекти діалогової взаємодії [1–4]:

- інформаційний – зв'язаний з обміном потоками даних про ситуацію і стан ПНО;
- координаційний – забезпечує координацію управляючих дій учасників діалогу.

Інструментальні засоби діалогу представляють набір процедур, вбудованих в програмну підтримку діалогу (ППД), які забезпечують організацію внутрішнього діалогу, редагування тексту, бібліотечні функції в діалоговому режимі, запуск пакетів завдань.

Технологічні засоби діалогу служать для підготовки сценаріїв і кадрів діалогу, генерації діалогових програм, реєстрації нових мультимедійних сцен. Сукупність файлів і апаратно-програмних засобів утворює інформаційне середовище діалогу (рис. 4).

Всі файли можна розділити відповідно на:

- системні (каталог тем діалогу, облік користувачів, бібліотека сценаріїв діалогу, файл кадрів, бібліотека завантажувальних модулів функціонального ППЗ, файли редагування);

- користувацькі файли (файли баз даних, ППЗ).

Сукупність файлів, ППЗ, пристроїв відбору і опрацювання даних, відображення ситуацій на екрані дисплеїв (карти, образи, кадри графічні) утворюють інформаційне середовище ДС, при цьому можна виділити — системні і користувацькі файли.

Системні файли включають: каталог тем діалогу, каталог обліку операторів з правом доступу, бібліотеку сценаріїв і кадрів образів (графічних і мультимедійних), бібліотеку завантажувальних модулів ППЗ, активне ППЗ редагування текстів і зображень, файли запуску пакетних завдань, файли вихідних даних і результатів опрацювання.

Відповідно, для забезпечення діалогу, структурують бази даних і знань. Вони повинні включати проблемно-орієнтовані знання про [1÷4,6]:

- моделі технологічних процесів, які відбуваються в об'єктах та інформаційних АСУ з описом їх математичної та логічної структури;

- моделі сигналів, системи відбору даних та їх опрацювання, алгоритми оцінювання і класифікації параметрів, які відображають стан системи і АСУ;

- інформаційні та логіко-математичні процедури оцінки динамічних образів ситуацій та формування управлінських рішень на основі моделей сценаріїв, розвитку подій;

- класи і моделі стратегій поведінки оперативного персоналу в умовах надзвичайних ситуацій;

- можливість координації дій оперативного персоналу і АСУ-ТП в режимі діалогу з інтелектуальним агентом-координатором (ІА_к).

Відповідно такий підхід забезпечує інформаційний базис створення

інтегрованих систем з координаційним управлінням в режимі діалогу (рис. 5).

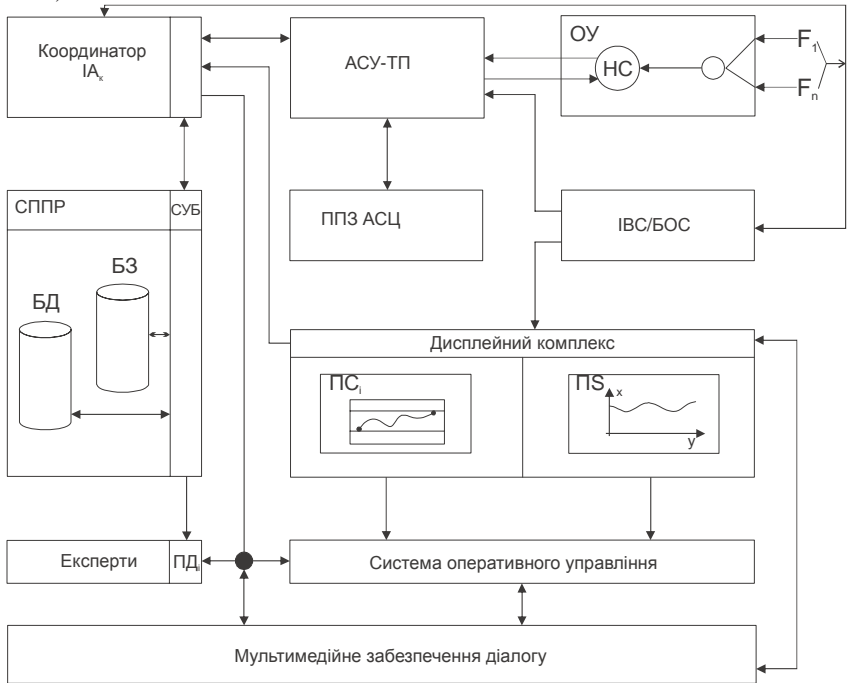


Рис. 5. Схема інформаційного середовища діалогу

Відповідно в такий комплекс (дисплейний) формує образ ситуації в ПНО в уяві оператора що приймає керуючі та координуючі рішення.

Висновок.

Розглянута концепція побудови моделі координаційного управління в ієрархічній системі на основі процедури узгодження стратегічних цілей з локальними цілями кожної страти. Показано, що процедура синтезу стратегій координацій буде ефективною, якщо верхній рівень ієрархії управління буде керуватись управліннями з високим професіоналізмом та інтелектуальною стійкістю, оскільки ці характеристики особи формуються протягом довгих років підготовки, а ситуації кризові мають вибуховий характер, і тому командні вказівки приведуть систему в аварійний стан через нездатність верхнього рівня приймати ефективні рішення.

На основі інформаційних технологій, моделей гібридного інтелекту і когнітивної психології, розглянуто підходи для створення інформаційної моделі сценарію діалогу в ІАСУ, що дає змогу підняти рівень оперативного управління в нормальних та екстремальних ситуаціях.

1. *Артемьев В. И., Строганов В. Ю.* Организация диалога в САПР – М.: Высш. шк., 1990. –157 с.
2. *Нестеров Ю. Г., Пашиев И. С.* Выбор состава программно-технического комплекса САПР. –М: Высшая школа, 1990. – 159 с.
3. *Венда В. Ф.* Системы гибридного интеллекта: Эволюция, психология, информатика. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
4. *Зверев В. И., Кетков Ю. П., Максимов В. С.* Алфавитно-цифровые дисплеи в диалоговых системах – М.: Наука, 1986. – 240 с.
5. *Месарович М., Мако Д., Такахара М.* Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
6. *Сікора Л.С.* Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. – Львів: Каменяр, 1998. – 453 с.

Поступила 24.9.2013р.

УДК 004.9

О.В.Тимченко^{1 2}, Б.М.Гавриш²

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІДСКАНОВАНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОЕЛЕМЕНТНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Анотація. Розглядається математична модель відсканованого зображення для систем поелементного опрацювання інформації та визначаються фактори які впливають на процес обробки для підвищення різкості та зменшення шуму. Показано, що нерізде аналогове маскування може бути замінено ефективними цифровими алгоритмами.

Ключові слова: математична модель зображення, різкість, лінійна спотворююча система.

Annotation. A mathematical model of the scanned image for the systems-element processing information and identifies the factors that affect the processing for sharpening and noise reduction. It is shown that unsharp masking analog can be replaced by effective digital algorithms.

Keywords: mathematical model of image sharpness, distorting the linear system.

Вступ

В для системах поелементного опрацювання інформації під час аналізу оригіналу слід звертати увагу на наступні параметри зображення: градацію, колір, параметри різкості (відтворення дрібних деталей). Потрібно також оцінити наявність шумів в зображенні і тип цих шумів. Оскільки сканування

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Українська академія друкарства