

Л.С. Сікора, д.т.н. (НУ «Львівська політехніка», м. Львів), Н.К. Лиса, к.т.н. (ЦСД «ЕБТЕС», м. Львів), Б.Л. Якимчук, співшучак (ЦСД «ЕБТЕС», м. Львів)

МОДЕЛІ ОПЕРАТИВНИХ ЕКСПЕРТНИХ ВИСНОВКІВ ПРИ НЕЛОВНИХ ДАНИХ ПРО СТАН ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ОБРАЗІВ СИТУАЦІЙ ТА УПРАВЛЯЮЧИХ РІШЕНЬ

Анотація. Розглянуто моделі побудови експертних висновків для розв'язання задач управління в ієрархічних системах в умовах дії факторів ризику.

Аннотация. Рассмотрены модели построения экспертных выводов для решения задач управления в иерархических системах в условиях действия факторов риска.

Abstract. Considered a model construction of expert conclusions for management tasks in hierarchical systems under the action of risk factors.

Ключові слова. Експерт, рішення, нечіткі дані, інтеграція систем, простір станів системи, когнітивна модель особи.

Keywords. Эксперт, решение, нечеткие данные, интеграция систем, пространство состояний системы, когнитивная модель личности.

Ключевые слова. Experts, decision, fuzzy data, integration of systems, state space systems, cognitive model person.

Актуальність. Сучасний стан розвитку технологій управління складними об'єктами в структурі інтегрованих ієрархічних систем характеризується наявністю:

- автоматичних систем управління технологічними процесами в складних об'єктах;
- комбінованими людино-машинними інтегрованими системами оперативного управління комплексом об'єктів і агрегатів;
- оперативно - адміністративним стратегічним ціле орієнтованим управлінням на всіх рівнях ієрархії, що відповідно вимагає від персоналу високого рівня фахової підготовки, інтелектуальної психологічної стійкості, професійної зрілості.

В критичних для прийняття рішень момент часу контролю та управління, від персоналу вимагається ціле орієнтована мотивована поведінка, яка залежить від когнітивних здібностей особи, рівня світи і професійних навиків.

За когнітивними характеристиками можна виділити два базових типи мислення оперативного працівника:

- особа з сценарною уявою розвитку подій в системі і образним мисленням при формуванні рішень на основі підсвідомо накоплених знань і набутого професійного досвіду;

- особи з аналітичним структурованим мисленням, на основі аналізу подій синтезу стратегій і планів дій з використанням базових знань та знань про структуру і динаміку, мету функціонування ієрархії та кожного агрегата, що характеризує здатність до інтегрованого мислення при формуванні рішень.

Відповідно на верхньому рівні ієрархії рішення повинні формувати особи другого типу, але при нечіткості і неповноті даних про ситуацію на різних рівнях ієрархії, як від інформаційних систем АСУ-ТП так і операторів лабораторного контролю повинні підключатись експерти. Ці особи забезпечують повноту даних про ситуацію за рахунок високого рівня знань.

При цьому, як для операторів так і експертів, необхідною характеристикою їх професійної підготовки є їх здатність до аналітичного мислення з різним рівнем абстрагування – від схеми технічного, фізичного до логіко – математичного і категорного аналізу. Це вимагає чіткого впорядкування даних, знань і нормативів щодо структури і динаміки ПНО – об'єкта та відповідного опису предметної області знань з чіткою системою і логічною організацією. З другого боку оперативний персонал і експерти повинні мати здатність і когнітивний інтелектуальний потенціал засвоїти ці знання і їх логічну та структурну організацію.

Експерти відповідно характеризуються здатністю моделювати і інтерпретувати ситуацію в ієрархії, формувати оперативні дії для недопущення аварійних ситуацій на об'єктах, блоках, агрегатах технологічних систем і забезпечити функціональну стійкість ієрархії в кризових ситуаціях.

1. Логіко – когнітивна структура експертної ієрархії.

В структурі ієрархії можуть бути [1-4] як окремі експерти, так і команди, а в більш складних ієрархіях необхідно мати експертні системи в структурі інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР). Згідно класу задач формуються під модулі ЕС – статичні і динамічні.

Підмодулі експертної системи розв'язують наступні задачі (рис.1):

- Підмодуль статичної експертної системи, яка забезпечує, згідно цільових завдань, необхідний запас знань, які можуть сприймати експерти (інтелектуальні агенти), крім того формується необхідний логічний інструментарій необхідний для розроблення процедур формування і прийняття рішень.
- Підмодуль динамічної експертної системи включає стратегічну експертну систему з необхідним і відповідним рівнем знань, яка відповідає когнітивній структурі мислення інтелектуального агента, що забезпечує оцінку ситуації в ПНО та можливість моделювати сценарії подій в системі і зовні.

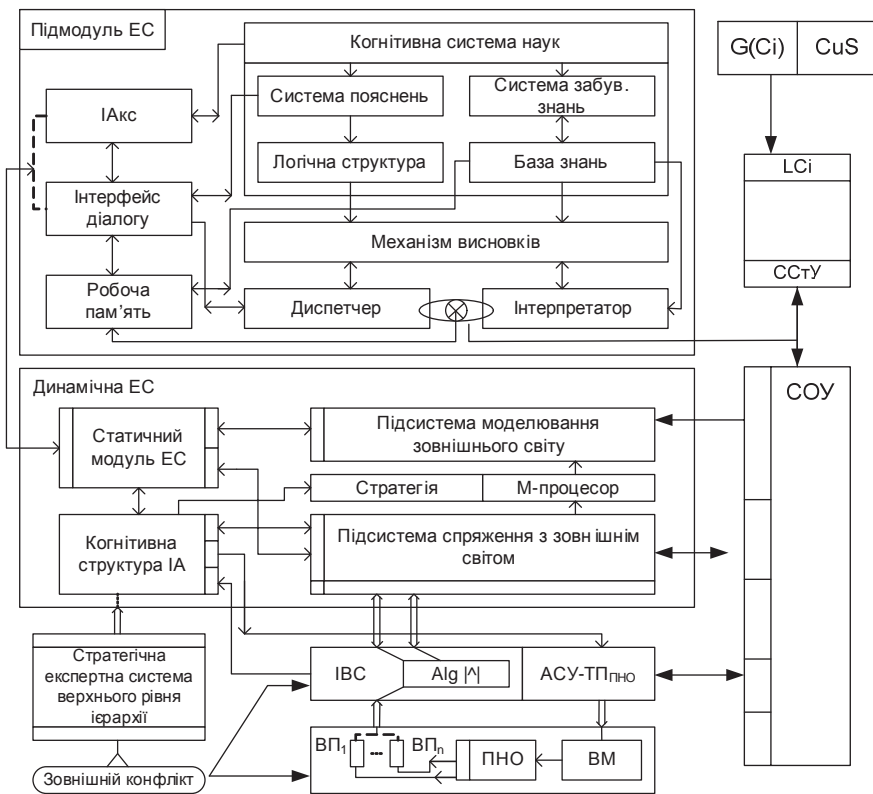


Рис. 1. Схема ієрархії колективу експертних систем управління виробничою структурою

Позначення на схемі (рис.1): ПНО – потенційно – небезпечний технологічний активний об’єкт – реактор, ВП – вимірювальний перетворювач, ВМ – виконавчий механізм, ІВС – інформаційно – вимірювальна система, АСУ-ТП – автоматична система управління технологічним процесом, ЕС – експертна система, ІА – інтелектуальний агент – експерт, ІАкс – команда інтелектуальних агентів експертів, G(Ci) – глобальні цілі, LCi – локальні цілі, CuS – цілеспрямована система.

Відповідно до структури системи (рис.1) і цільових задач формуються технології придбання і використання знань для розв’язання задач управління в АСУ-ТП.

2. Проблема придбання знань експертами і експертними людино – машинними системами.

Режим ЕС придбання знань характеризується тим що виконує когнітивні інтелектуальні функції, які полягають в оцінці образу ситуації і прийняття рішень відповідно роль особи полягає в тому що:

- експерт обробляє дані і знання предметної області, відповідно до цільової задачі і вибирає схему, процедуру, алгоритм та стратегію її розв'язання;
- експерт при недостатності даних і неповноті знань здійснює пошук методів доповнення знань в рамках базової теорії та на основі евристик генерує гіпотези про схеми розв'язання задачі, вибирає процедури або алгоритми;
- при знаходженні відповідної схеми розв'язання задачі, проблеми експерт описує проблемну область у вигляді сукупності фактів і правил (доведення, розв'язання) та наповнює ЕС новими знаннями як основу процесу самонавчання ЕС.

Режим ЕС консультації клієнт – ІА: при діалозі оператора-інтелектуального агента (ІА) з ЕС забезпечує розв'язання задачі з предметно – орієнтованої області використовуючи сформовану базу знань і БД, СД-ЕС.

Режим усвідомлення ЕС, власної сутності знаневої компоненти через самотестування, що включає процедури пояснення, механізми схеми, процедури доведення при розв'язанні тестових задач (само діагностика) в структурі виробничої системи, як системи що бере участь в стратегічному управлінні (рис. 1).

3. Технологія синтезу інформаційного забезпечення експертних систем підтримки прийняття цільових рішень.

Розглянемо етапи синтезу [1-4] інформаційного предметно-орієнтованого забезпечення.

Етап 1. Формування стратегічного цільового завдання управління ПНО.

Етап 2. Вибір стратегій синтезу ЕС для конкретної предметної області для мінімізації ризику.

Етап 3. Ідентифікація ПНО в процесі якої визначаються класи задач, які необхідно розв'язати для забезпечення стійкого функціонування.

Етап 4. Концептуалізація знань проводиться для змістовного аналізу предметної області, виділяються основні поняття і їх взаємозв'язки, визначаються методи і стратегії розв'язання задач управління в умовах виробничого ризику.

Етап 5. Формалізація вибираються мови представлення даних і задач, програмні засоби, розробляються способи представлення знань, визначається основні поняття і структурні зв'язки в об'єкті і системі.

Етап 6. Наповнення експертом бази даних і знань, формування інтерфейсу, стратегії та режими діалогу (оператор – ЕС – СППР):

- виконується видобування знань для експерта на основі інженерії знань;
- проводиться організація ієрархії знань з цілю ефективною роботи;
- забезпечується представлення запитів і знань у формі зрозумілій ЕС.

Етап 7. Формування предметно – орієнтованих блоків знань і даних, які включають:

- мнемосхеми вузлів, блоків, агрегатів, об'єктів;
- структурні схеми окремих компонент об'єктів;
- опис функцій структурних схем компонентів;
- опис моделей динаміки технологічних процесів, граничних режимів та аварійних ситуацій при протіканні енергоактивних процесів;
- моделі просторів станів об'єктів, агрегатів, блоків та способи відображення траєкторій зміни режимів через дисплейні комплекси у вигляді діаграм, таблиць, графіків.

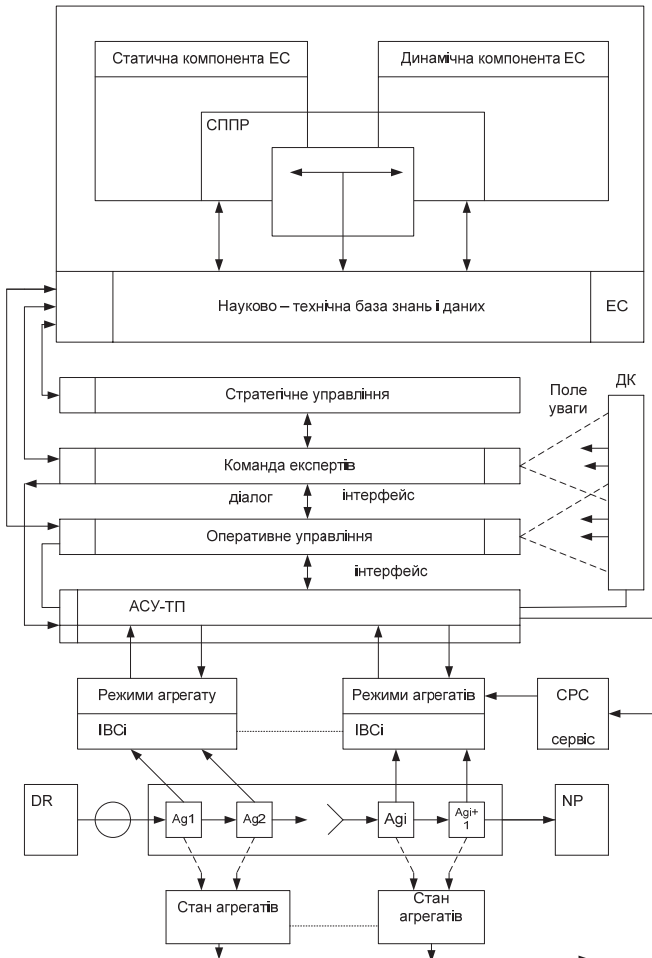


Рис. 2. Схема взаємодії експертів з системою

Етап 8. Відбір оперативного персоналу і експертів для тестування при якому еталонний (сертифікований) експерт і інженер по знанням (IA_c , IA_d) з допомогою діалогових і пояснювальних засобів перевіряють компетентність ЕС до заданого рівня правдоподібності і коректності.

Етап 9. Режим роботи з клієнтами, якими є спеціалісти всіх рівнів ієрархії інтегрованої системи для яких виникає необхідність в консультації для вирішення виниклих нестандартних задач згідно схеми.

4. Процес виявлення ситуаційних знань про стан ПНО.

Процес виявлення знань експертами полягає в процесах проведення ними евристичного і логічного аналізу проблемної області відповідно до цільових завдань, з врахуванням когнітивних особливостей кожного, та формування моделей в реальному часі відбору даних від АСУ – ТП:

- об'єктів і понять предметної області для виявлення цілей, оцінки ситуацій, побудови процедур, схем прийняття рішень;
- характеристик стану об'єкта і ситуацій (ймовірності настання подій, коефіцієнтів значимості цілей, рангування альтернатив, виявлення ознак переваг);
- показників порівняння ситуацій для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між об'єктами та ступеня впливу в ієрархії об'єктів та управляючих структур.

4.1. Моделі опису об'єктів.

Для формального опису множини об'єктів певного класу і відношень між ними вводиться поняття емпіричної структури [4],[9].

$$KL_0(M[ob_i]_{i=r,m}^R) = \langle Ob_{i,i=1,m}, R_{ij} \rangle \equiv \langle Ob_i \xleftarrow{R_{ij}} \rightarrow Ob_j / \substack{j=1,n \\ i=1,m} \rangle,$$

якщо $\forall_i \in I, \exists_j \in I : \langle R_{ij} : Ob_j \leftrightarrow Ob_i |_{i=I, j \in I} \rangle$ – то система відношень на $KL\{M\}$ – повна.

Якщо $\forall_i \in I, \exists_j \in I : \langle R_{ij} \equiv \rangle, Ob_i > Ob_j |_{\substack{j=J \\ i=I}} \rangle$ – то на класі об'єктів вводиться відношення порядку.

Як основа рангування об'єктів по певному критерію що вводяться на основі рангових інтервалів $IR_s \langle M, N, f \rangle$ – де $M = \langle Ob, R_1 R_2 \dots R_n \rangle$ – множина об'єктів і відношень, $H = \langle N, S_1 S_2 \dots S_k \rangle$, N – множина дійсних чисел, S_i – відношення, H – чисельна рангова система. Це дає змогу побудувати ієрархію об'єктів та страт в структурі складної системи порівнюючи пари $\langle \text{модель } M_{ij} - \text{об'єкт } O_{ij} \rangle$.

4.2. Концепція колективу експертів.

Для підвищення якості експертних заключень при побудові системи знань формують групи експертів [9] інтелектуальних агентів IA_{ei} на основі індивідуальних характеристик (компетентність, креативність, активність,

конформалізм, колективізм, самокритичність) з відповідною підготовкою і знаннями.

Згідно моделей об'єкта (структурної, функціонально-динамічної, графової, мережевої, системної, категорійної) будується ієрархічна структура, організація з логічними і інформаційними зв'язками в сенсі Месаровича.

Відповідно будується логіко-математична структура організації предметної області, яка структурована згідно задачі прийняття рішень на рівні:

- ресурсних технологічних перетворень;
- відбору даних і виявлення інформаційних ознак;
- підготовки інформаційної бази прийняття рішень.

Відносні коефіцієнти компетентності кожного члена групи на основі висновків членів колективу експертів формуються у вигляді:

$$K_i^n = \left[\sum_{j=1}^m X_{ij} K_j^{h-1} \right] \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m X_{ij} K_j^{h-1} \right]^{-1}$$

де $i \in 1, m, j \in 1, m, h = 1, 2, m$ – число експертів, h – номер рангу шкали компетентності.

Особливості мислення експерта визначається через когнітивний потенціал:

$$\varphi_{kj} = (\mu_1 K_j^h + \mu_2 I K_j^T) \rightarrow \max_{BZ} \mu(IQ);$$

$$\varphi_{K \max} = (\hat{\mu}_1 \cdot \max K_j^h + \hat{\mu}_2 \cdot \max I K_j^T);$$

де $(\mu_1, \mu_2, I K_j^T)$ – визначені когнітивні коефіцієнти характерні для аналітичного і образного мислення визначені для кожного j -го експерта тестування інтелекту (IQ) та рівня предметно – орієнтованих знань.

Достовірність висновків експерта оцінюється по формулі:

$$D = \left| \frac{N(n_i)}{N_i} \right| * \sum_{j=1}^{n_i} \mu_{V_i}(Z_j)$$

де $N(n_i)$ число правильних висновків відповідно до степені складності задач, $\mu_{V_i}(Z_j), N_i$ – загальне число участі в експертизах.

Відповідно ефективні групові експертні стратегії пошуку схеми розв'язування проблемних задач базуються на використанні наступних методів: дискусія, інтерв'ю, діалог, мозковий штурм, колективна генерація ідей та гіпотез щодо побудови процедур пошуку результативних моделей досягнення мети, а у випадку ризику формування кризових рішень стратегій.

Групова експертна оцінка ситуацій на об'єктах виробництва з агрегованою структурою, формується у вигляді висновків на основі оцінки ситуації в просторі станів об'єкта, яка повина спостерігатись в допустимому

конусі $Dlontrak(\theta)$:

$$\hat{X}_i = \sum_{n=1}^i \sum_{j=1}^m g_n X_{ij}^n K_j$$

де g_n – коефіцієнти ваги показників порівняння в просторі станів об'єктів в поточному часі; K_j – коефіцієнт компетентності експерта; X_{ij}^n – прямі оцінки стану об'єкта на інтервалі доступних значень параметрів, $DContrak(\theta)$ – конус допустимих траєкторій стану.

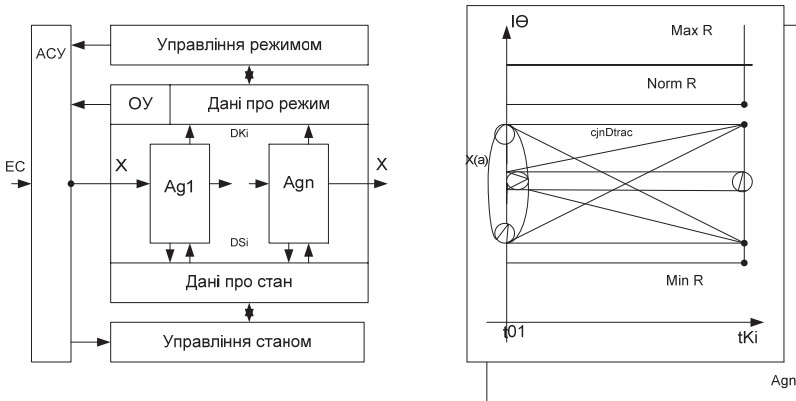


Рис. 3. Схема опису ситуації в просторі станів

5. Модель ситуації в просторі станів об'єкта на основі альтернативного розвитку інтервалу допустимих параметрів.

Відповідно до ситуації в просторі станів, експерт може дати рекомендації щодо виконання управляючих дій в АСУ-ТП оператором на основі правила: $D_{jik} :< \text{якщо } (A_i) \text{ то } (B_i) > \Rightarrow (B_i \rightarrow K_{ui})$, де $A = LO[DSit_{\theta}(t_i)]$ – лінгвістичний опис ситуації по параметру θ в момент t_i ; D_{jik} – правило класифікації ситуації по результатах опрацювання даних, B_i – опис класу ситуації відносно ознак граничних аварійних режимів:

$$B_i \equiv \left\{ \theta(t_i) \in V(\hat{L}_{Ai}, L_{gi})_i \right\}, \left[\bigcup_{i=1}^n V_i(L_{Ai}, L_{gi}) \right] U [V_u(NR)] \equiv ITS_{\Delta S} - \text{простір станів}$$

об'єкту управління з кожного підпросторів нормального і граничного режимів, K_{ui} – команда виконання управляючих дій для виходу в цільову область ПНО (рис.4).

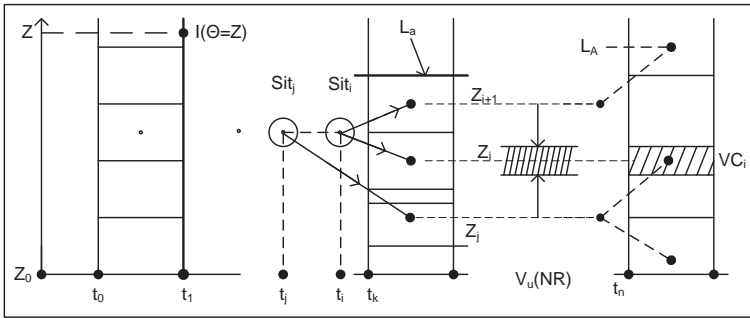


Рис. 4. Схема процедури експертної оцінки ситуації в ПНО

Структуризація даних і їх ситуаційна інтерпретація.

Формування стратегій рішень на управління енергоактивними об'єктами ґрунтується на концепції розвитку простору станів $IIS = I_Z \times I_m$, то простору цільового $IIS = (I_Z \times T_m | \Omega, L_A, V(C_i))$ на альтернативній області, які розмежовуються лініями граничних, аварійних, нормальних режимів $((L_R^+, L_R^-), (L_A^+, L_A^-), (L_N^+, L_{ZO}, L_N^-))$ та цільової області функціонування $V(C_i) \subset [I_{L_n}^+, I_{L_n}^-] \times T_m$, де $I_Z, I_{L_n}^+, I_{L_n}^-$ – інтервальні оцінки параметрів альтернативних областей.

При ситуації повноти даних від вимірюваних пристроїв і ІВС (інформаційно-вимірювальних систем) формуються образи ситуацій в просторі станів спряженого з цільовим і коректно інтерпретується зміст ситуації в системі як підстава рішень.

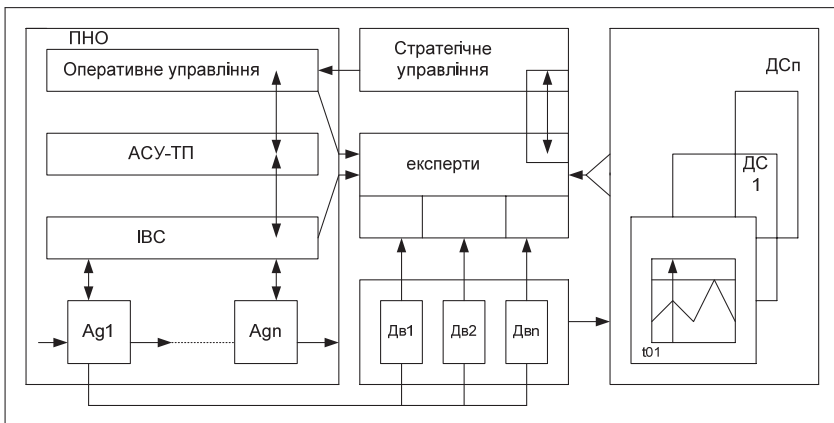


Рис. 5. Схема формування образу ситуацій в ПНО на дисплейній стіні в полі уваги експертів

В процесі експлуатації, за рахунок еволюційних змін режимів і структури системи неможливо одержати повну інформацію про поточну ситуацію, так як змінюється технологічне середовище, що приводить до розмитості структури даних.

Відповідно проявляються відхилення в фізико-хімічній структурі технологічних процесів, що відповідно вимагає додаткових вимірювальних засобів для оцінки фізико-хімічних параметрів технологічного середовища.

Ця ситуація вимагає доповнення інформаційної структури в системі відбору і опрацювання даних, які необхідні для уточнення динамічної та оперативної інформації, стан якої відображається на дисплейні стіні оперативного управління [4-8].

Результати таких вимірювань необхідно інтерпретувати в сенсі всієї структури розповзання технологічних параметрів на основі інтервальних оцінок, що дозволить виявити вплив технологічного середовища (води, масла, мазуту, хімічних розчинів), яке по суті є агресивним на транспортні комунікації матеріальних і енергоактивних ресурсів. Це відповідно спричиняє до зміни режимів в енергоактивних блоках (якість води в парових котлах, системи подачі нафтопродуктів і т. д.).

Ця ситуація ускладнює управління об'єктами на основі АСУ-ТП, так і роботу експертів, які повинні пов'язувати на основі причинно-наслідкових зв'язків фізико-хімічні структурні зміни в агрегатах, вияснити їх критичність і відповідно інтерпретувати при представленні даних на верхні рівні корпоративної ієрархії, яка в більшості не є професійною в технологічному напрямку і має низький управлінський рівень, це і створює складності в поданні інформації про динамічні ситуації в ієрархії.

6. Правила Байеса при оцінці каузальних зв'язків факторів впливу на режими ПНО для виявлення факторів впливу на режим.

Побудова правила Байеса умовної ймовірності подій в структурі системи АСУ-ТП [1-4].

Аксиоми для ймовірнісної функції p на множині подій SL :

$$Acs1 : p(A) \geq 0 \text{ для } \forall A \in SL; \Omega \subset S_{\Delta S}$$

$$Acs2 : p(\Omega) = 1, \Omega = \bigcup_{i=1}^n A_i; \forall A_i \in \Omega, p(A_i) \in [0,1];$$

$$Acs3 : p(A_1 \cup A_2 \dots \cup A_k) = \sum_{i=1}^k p(A_i);$$

Для простору станів з двох підмножин з множинами подій A та \bar{A} маємо $p(A) + p(\bar{A}) = p(A \cup \bar{A}) = p(\Omega) = 1$

При пов'язаності подій A і B на Ω ймовірність того що виникне подія A коли відбулася подія B визначається умовною ймовірністю A по B : $p(A/B)$

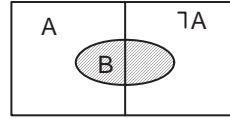
Ймовірність того що відбудуться разом події A і B визначається сумісною ймовірністю подій $p(A \cap B)$:

Відповідно умовну ймовірність можна визначити:

$$p(A|B) = \frac{p(A \cap B)}{p(B)}, p(B) \neq 0;$$

$$p(B|A) = \frac{p(B \cap A)}{p(A)}, p(A) \neq 0$$

$$p(B \cap A) = p(B|A)p(A), p(A \cap B) = p(B \cap A) = p(B|A) \times p(A)$$



Відповідно одержимо правило Байєса для формування графів причинних зв'язків паралельного і послідовного типу (рис.6).

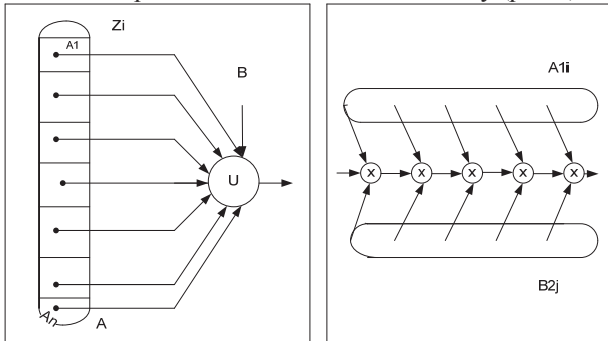


Рис. 6. Схеми вузлових графів причинних зв'язків

Відповідно імовірність настання події буде визначатися:

$$p(A|B) = \frac{p(B|A) \times p(A)}{p(B)}, \text{ то зв'язок з структурою множин в просторі станів}$$

матиме вигляд в наступній формі:

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B), p(A \cap B) = p(A) * p(B);$$

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) - p(A \cap B);$$

$$B = (B \cap A) \cup (B \cap \bar{A}), p(B) = p(B|A)p(A) + p(B|\bar{A})p(\bar{A})$$

відповідно конструктивне правило Байєса матиме вигляд представлений через умови:

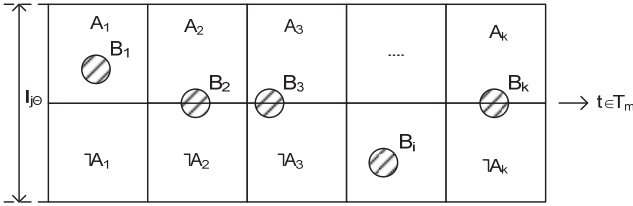
$$p(A|B) = \frac{p(B|A) \times p(A)}{p(B|A) \times p(A) + p(B|\bar{A}) \times p(\bar{A})} \quad \text{правило визначає умовну}$$

ймовірність подій B при умові A і дозволяє виконувати процедуру виводу.

Виконаємо розбиття простору станів [4] об'єкту управління, який представимо у виді

$$PS_j = I_{j \in \Theta} \times T_m = \left(\bigcup_{i=1}^K A_i \right) \prod \left(\bigcup_{i=1}^n \bar{A}_i \right)$$

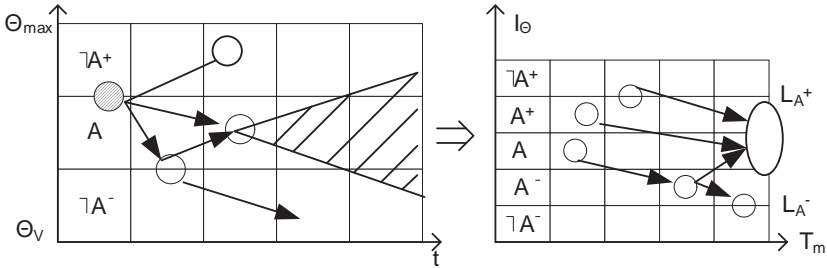
– об'єднання альтернативних областей стану, де B_i – координата $T_m = \bigcup_{j=1}^n \tau_{mj}$ інтервали термінального часу $A_i = \tau_{mj} \times I_{j\theta} / 2$ – область альтернативного стану об'єкта, $B_i \in A_i, B_i = (x_i, t_i, \varepsilon)$ – координата точки стану (x_i, t_i) з околom радіуса ε в момент часу t_i



Ситуації які можуть виникнути в просторі станів розбитого на альтернативи:

$$\bigcup_{i=1}^K (A_i \cup IA_i) \prod B_i = I_{j\theta} \times T_m, T_m = \bigcup_{j=1}^K \tau_j,$$

де A_i – множина дозволеного стану, IA – недозволеного.



Відповідно здійснюється прив'язка інтервалу допустимих параметрів стану об'єкта до цільових параметрів граничних режимів $I_{j\theta} = [\min \theta_{vi}, \max Q_j]$, при цьому лінії граничного режиму L_A^+, L_A^- виділяють смуги допустимих і недозволених станів. $S_{nz}^- = [(A^- \cup IA) \times T_m]$, $S_{oz} = [A \times T_m]$, $S_{ns}^+ = [IA^+ \times T_m]$ Відповідно розгортка множин станів в термінальному часі має вид $T_m = \bigcup_{i=1}^N \tau_i$, $A_i = I_{A_i}(\theta_i) \times \tau_i$, $\bigcup_{i=1}^K I_{A_i} = I_\theta$, де $I_{A_i} = \dim A_i(\theta)$ – розмір множини по осі параметрів I_θ, τ_i – крок термінального часу на циклі управління.

Відповідно проектуючи простір станів, в цільовий простір та виконуючи розбиття на альтернативні підмножини, одержимо модель ситуаційного

цільового простору з набором класів можливих станів відносно ліній аварійних режимів (L_A^+, L_A^-)

$$\Pi S^A = \{ \theta_0; \theta_{\max} | \times T_u \} \Rightarrow \Pi C_i (I_\theta \times T_m | L_A^+, L_A^-),$$

де $T_m \subset T_u, T_u$ – час терміну управління, T_m – локальний термінальний час, $|\theta_{\max} - \theta_0| = I_\theta$ – інтервал параметра стану об'єкта управління.

Для складного об'єкта $\Pi S, \Pi C_i$ – будуть багатомірними параметричними просторами.

$$\Pi S^r \subset R^m; r \leq m+1, \Pi C_i^r \subset R^n, r \leq n+j.$$

Логічний вивід про ситуацію на основі суб'єктивної ймовірності відповідно має структуру у вигляді гіпотези:

$$H_i : \text{якщо } \{ \langle \text{Sit}_{\Pi S}(\theta_t \in A_{ij}) - \text{істина} \rangle$$

$$\text{То } \langle \text{подія} - E_{A_{ij}} \text{ буде} - \text{спостерігатися} - \text{з} - \text{ймовірністю} - p_{ij} \rangle \}$$

Відповідно маємо наступні стани:

$S_1 : \text{Sit}_{\Pi S}(\theta_t \in A_{ij})$ – відбулася, то $E_{A_{ij}}$ – подія проходить з ймовірністю

p_{ij} ;

$S_2 : \text{Sit}_{\Pi S}$ – невідома, $E_{A_{ij}}$ – відбулася, тоді формула Байеса дозволяє обчислити ймовірність p_{ij} - події.

Згідно викладених міркувань одержимо: $H_i : \text{Sit}_{\Pi S}(\theta_t \in A_{ij})$ – гіпотеза вірна; $E_{A_{ij}}$ – подія, яка вказує що наступило (відбулося) доведення, яке вказує на підтвердження правильності гіпотези H_i .

Правило зв'язку гіпотези з наслідком і спостережуваної події з гіпотезою формується на основі формули Байеса:

$$\Pi S : p(H_i | E_{A_{ij}}) = \frac{p(E_{A_{ij}} | H_i) \times p(H_i)}{p(E_{A_{ij}} | H_i) + p(E_{A_{ij}} | \bar{H}_i) \times p(\bar{H}_i)};$$

де $p(H_i)$ – апіорна ймовірність гіпотези про можливість відбування факту $\text{Sit}_{\Pi S}(\theta_t \in A_{ij})$.

В експертних системах ймовірності настання фактів пов'язаних з класами ситуацій визначаються на основі експериментів, досвіду експлуатації, теоретичних висновків і запам'ятовуються в базу знань в таблицях.

$\eta_i : Sit_i(Strukt_i \hat{\Theta}_K) \rightarrow F_{ijk} \rightarrow P_{ijk} \in [0;1]$		
Ситуація в структурі j по параметру $\hat{\Theta}_K$	факти	Ймовірності P_{ijk}

Відповідно формуються таблиці типу:

- апіорні ймовірності всіх можливих гіпотез $p\left(H_i | \frac{n}{i=1}\right)$;
- умовні ймовірності виконання факту при умові існування гіпотез $p(E_i | H_j)$;
- для умовно незалежних подій E_1 і E_2 їх сумісна ймовірність при умові гіпотези H відповідно :
 $p(E_1, E_2 | H_i) = p(E_1 | H_i) \times p(E_2 | H_i)$;
- для експертного висновку формуються оцінки ситуацій на основі апостеріорної ймовірності: $\hat{p}(H_i | E_1 \dots E_k), H_i \in (H_1 \dots H_m)$

де $(E_i \dots E_K) \subset KL[E]$, – в клас симптомів настання подій в структурі по набору параметрів $\{\hat{\theta}_i | \frac{k}{i=1}\}$ які визначаються на основі виразів для одного факту подій спровокованих та множини гіпотез:

$$p(H_i | E) = \frac{p(E | H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^n p(E | H_k) \times p(H_k)} \quad \forall i \in 1, \bar{m}$$

і у випадку множини проявів відносно гіпотези H :

$$p(H_i | E_1, E_2, \dots, E_n) = \frac{p(E_1, E_2, \dots, E_n | H_i) \times p(H_i)}{\sum_{k=1}^m p(E_1, E_2, \dots, E_n | H_k) \times p(H_k)}, i \in 1, m$$

Відповідно команди управління формуються згідно ситуації на ПНО по параметру стану згідно циклу управління:

$$H_{ij} : \{P(H_i / E_1) = 0,1; \hat{Z}(t_1) \in V_n\} \Rightarrow K_U - NORMA$$

$$H_{2j} : \left\{ P(H_i / E_l) \geq 0,25; \left(Z(t_j) \hat{\leq} Z_{\min} \right) \right\} \Rightarrow K_u^+ \rightarrow \text{Вкл. DR}$$

$$H_{3i} : \left\{ P(H_K / E_K) \leq 0,5; \left(Z(t_K) \hat{\geq} Z_{\max} \right) \right\} \Rightarrow K_U^- \rightarrow \text{Викл. DR}$$

$$H_{4i} : \left\{ P(H_i / E_1 \dots E_l) \leq 1; \left(Z(t_l) \hat{\leq} Z_A \right) \right\} = K^U \rightarrow ALARM$$

де E_i – подія відбулася, якщо параметри стану відображають ситуацію у вигляді $E_{ij} \equiv \text{Sit}_{\Pi S}(\hat{\theta}_i, t_j) \in V_u(NR)$, $V_u(NR)$ – область керованого нормального режиму, Z – оцінка в момент $t_K : \hat{Z}(t_K / i) = \text{med}[W_{ZK}]$.

При наблизнені до граничних режимів які можуть привести до аварійних ситуацій опис подій задається у вигляді (рис.7)

$$E_{ik} \equiv \text{Sit}_{\Pi S}(\hat{\theta}_i, t_{k+n}) \in I_K(L_R^+, L_R^-), t_k \in \tau \subset T_m,$$

для i -го параметра $\hat{\theta}_i$ в момент t_k , а $\hat{\theta}_i = \text{Alg}[Z_i(t_j, j=1, n)]$ – визначається на основі алгоритму оцінювання технологічного параметра $Z_i(t_j)$. а з врахуванням дії збурюючі факторів маємо представлення $Z_i(t_j, \zeta_{ij} \dots \xi_{kj})$ де ζ_{ij} - збурюючі фактори, що діють на технологічний процес, W_z – функція густини ймовірностей.

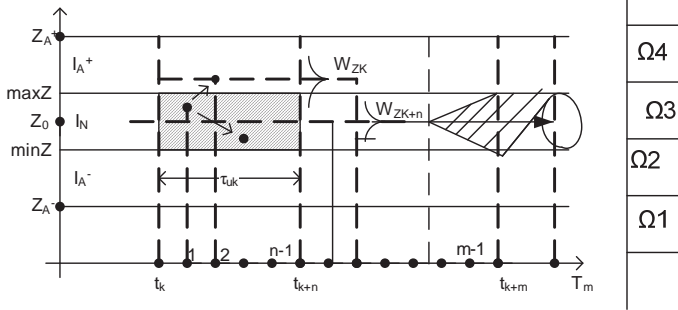


Рис. 7. Схема процедури формування траєкторії стану ПНО

Якщо експертна оцінка \hat{Z}_i занижена, то система управління може помилково вивести за час τ_{uk} технологічний режим в аварійну зону з граничного стану.[4]

Висновок. В статті розглянуто моделі експертних висновків при неповних даних про стан інтегрованих систем для формування управляючих рішень. Відповідно до задачі управління розглянуто особливості прийняття рішень людиною в структурі АСУ-ТП, оцінено здатність оперативного персоналу до придбання професійних знань, проведено аналіз можливостей особи експерта формувати оцінки ситуацій в структурі СППР виходячи з моделей об'єкта і його поведінки в просторі станів. Проведено оцінку ефективності роботи команди експертів в ієрархічній структурі управління. Обґрунтовано

використання дисплейної стіни відображення поточної інформації для розширення поля уваги експертів та оперативного персоналу.

Показано, що підвищити рівень оперативного управління виробництвом можливо на основі ситуаційної інтерпретації даних з використанням правила Байєса при оцінці причинних зв'язків, та розглянуто елементи концепції побудови експертних баз даних, як інформаційного базису ефективного управління в умовах дії факторів збурюючої технологічний процес.

1. *Хабаров С.* Экспертные системы (конспект лекций). – М. И. У. информ. технологии. 2007.-с.250.
2. *Уотерман Д.* Руководство по экспертным системам.- М. Мир. 1989.-с.388.
3. Построение экспертных систем / ред Д. Ленат – М. Мир, 1987.- с.441.
4. *Сікора Л.* Систематологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах.- Львів.: Каменярь, 1998.- с.453.
5. *Белявский Л.С.* Обработка и отображение радионавигационной информации.-М. Радио и связь. 1990.- с.232.
6. *Милицин А.В., Самсонов В.К., Ходак В.А., Литвак И.И.* Отображение информации в центре управления космическими полетами.- М. Радио и связь. 19+82.-с.192.
7. *Литвак И.И., Ломов Б.Ф., Соловейчик И.Е.* Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах.- Мю. Сов. Радио.1975.-с.352.
8. *Піх І.В., Сенківський В.М.* інформаційні технології моделювання видавничих процесів. - Львів УАД. 2013.-с.219.
9. *Дурняк Б.В., Сікора Л.С., Антоник М.С., Ткачук Р.Л.* Когнітивні моделі формування стратегій оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків і конфліктів. - Львів УДА. 2013.- с.449.

Поступила 11.9.2013р.

УДК.52+61/681

Л.С. Сікора, д.т.н., Н.К. Лиса, к.т.н., Н.М. Мазур, Г.В. Щерба, Б.Л. Якимчук, н.с.

ЗНАНЕВІ ТА ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБИ ПРИ ФОРМУВАННІ ЦІЛЕОРІЄНТОВАНИХ РІШЕНЬ НА УПРАВЛІННЯ ІНФРАСТРУКТУРАМИ

Анотація. На основі концепції цілеорієнтованого нейропроцесора, розглянуто елементи інтелектуальної діяльності особи при прийнятті рішень і формуванні управляючих дій.

Ключові слова. Структура, система, інформація.

Анотація. Исходя из концепции целеориентированого нейропроцесора рассмотрены элементы интеллектуальной деятельности при принятии решений и формировании управляющих действий.

Ключевые слова. Структура, сведения о системе, информация.