

Л.Л. Тупичак, УАД,
Л.С. Сікора, д.т.н., НУЛП
Н.К. Лиса, д.т.н., НУЛП
Ю.Г. Міюшкович, к.т.н., НУЛП
Р.С. Марцишин, к.т.н., НУЛП

МОДЕЛІ ЕКСПЕРТНИХ ВИСНОВКІВ ПРИ НЕПОВНИХ ДАНИХ ПРО СТАН ІНТЕГРОВАНІХ СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ УПРАВЛЯЮЧИХ РІШЕНЬ ОПЕРАТИВНИМ ПЕРСОНАЛОМ ТЕХНОГЕННИХ, ОРГАНІЗАЦІЙНИХ І АДМІНІСТРАТИВНИХ СТРУКТУРАХ

Abstract. Models of construction of expert conclusions for the solution of control problems in hierarchical systems in the context of risk factors.

Keywords: expert, decision, fuzzy data, systems integration, system state space, cognitive model of personality.

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, професіональної зрілості.

Аналіз проблеми прийняття управлінських рішень

Відповідно це вимагає для розв'язання задач управління, високого рівня підготовки персоналу, їх високого освітнього та науково-технічного рівня. Технологія їх підготовки є в подальшому актуальна.

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

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.

З ростом навантаження на об'єкти технологічних структур, піднімається рівень забруднення екологічного середовища, рівень захворювань населення, ріст технічного і професіонального напруження при виконанні обов'язків персоналом організаційних, техногенних та адміністративних систем, що відповідно підтверджує актуальність проблеми ефективного антикризового управління при обмежені інформаційних, енергетичних, матеріальних і фінансових ресурсах.

Методи розв'язання проблемної задачі

Відповідно до мети дослідження побудуємо дворівневу структуру взаємодії з модуль (ЕС – експертна система) та динамічної експертної системи, які забезпечують підтримку прийняття рішень у техногенній системі (ТС). Відповідно модуль (ЕС) є базовою знаневою структурою підтримки експертних рішень, динамічна ЕС є оперативною, яка виконує обробку і інтерпретацію ситуацій в техногенній системі (рис.1).

Експертні характеристики будуються відповідно 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.

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).

Позначання 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.

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

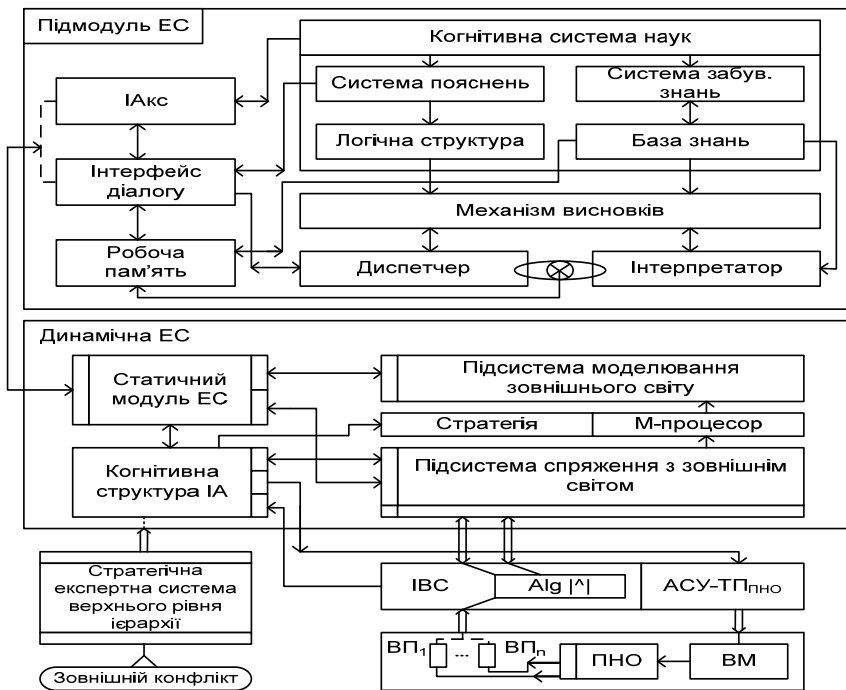


Рис. 1. Схема ієрархії колективу експертних систем управління виробничою структурою.

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).

Технологія синтезу інформаційного забезпечення експертних систем.

Розглянемо етапи синтезу [1-4] (рис.2).

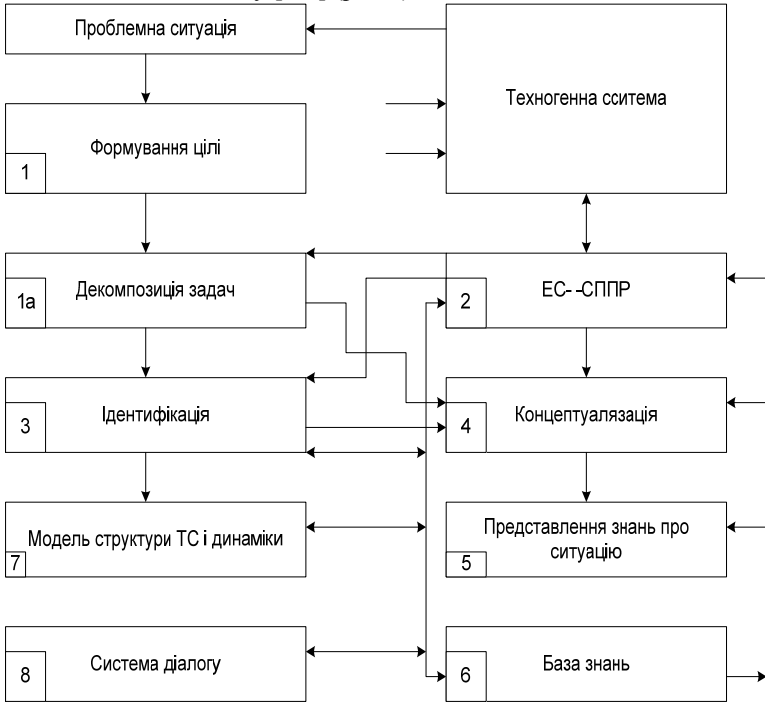


Рис. 2. Схема інформаційних зв'язків (ЕС ↔ ТС)

Етап 1. Формування стратегічного цільового завдання.

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

Етап 3. Ідентифікація в процесі якої визначаються розрішимої класи задач, які необхідно розв’язати для уточнення цільових завдань.

Етап 4. Концептуалізація – проводиться змістовний аналіз предметної області, виділяються основні поняття і їх взаємозв’язки, визначаються методи і стратегії розв’язання задач.

Етап 5. Формалізація вибираються мови представлення даних і задач, програмні засоби, розробляються способи представлення знань, формалізуються основні поняття.

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

- REC1 – видобування знань від експерта;
- REC2 - Організація ієрархії знань з цілю ефективної роботи;
- REC3 – представлення запитів і знань у формі зрозумілій ЕС.

Етап 7. На етапі тестування експерт і інженер по знанням (IA_e, IA_d) з допомогою діалогових і пояснювальних засобів перевіряють компетентність ЕС до заданого рівня правдоподібності і коректності.

Етап 8. Режим роботи з клієнтами.

Процес виявлення знань експертами полягає в процедурах проведення ними евристичного і логічного аналізу проблемної області відповідно до цільових завдань, з врахуванням когнітивних особливостей кожного, та формування моделей:

- 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 степеня впливу в ієрархії об'єктів та управляючих структур.

Моделі опису об'єктів.

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

$$KL_0 \left(M [Ob_i]_{i=r,m}^R \right) = \langle Ob_{i,i=1,m}, R_{ij} \rangle \equiv \langle Ob_i \xleftrightarrow{R_{ij}} Ob_j \Big|_{\substack{j=1,n \\ i=1,m}} \rangle,$$

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

якщо $\forall_i \in I, \exists_j \in I : \langle R_{ij} \equiv \rangle, Ob_i > Ob_j \Big|_{i=I}^{j=J} \rangle$ - 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 $\langle \text{модель } M_{ij} - \text{об'єкт } O_{ij} \rangle$.

Позначення на схемі 3: $DR_{m,e}$ - джерело матеріальних і енергетичних

ресурсів, EA_{ou} - енергоактивний об'єкт управління, ІВС – інформаційно – вимірювальна система, СППР – система підтримки прийняття рішень, АСУ – автоматизована система управління, ІАі – інтелектуальний агент, ІПР – інтелектуальний інтегрований процесор прийняття рішень, ВМ – виконавчий механізм.

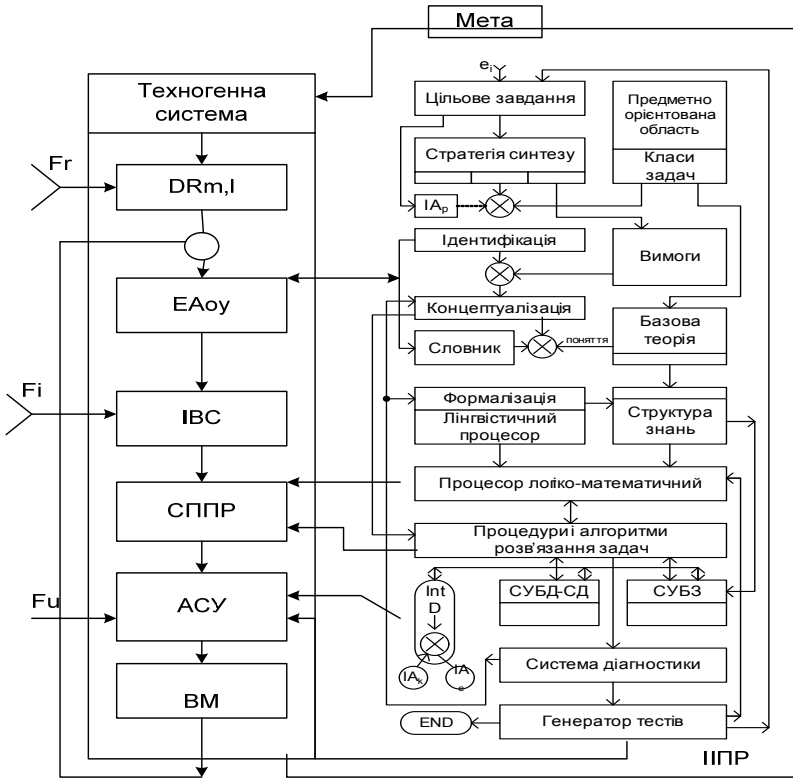


Рис. 3. Функціональна схема синтезу моделі інформаційного експертного забезпечення прийняття управлінських рішень

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).

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

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

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).

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.

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 ґрунтується на оцінці знань кожного експерта (індивідуально) та рівня науково – технічної підготовки згідно схеми (рис.4).

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

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.

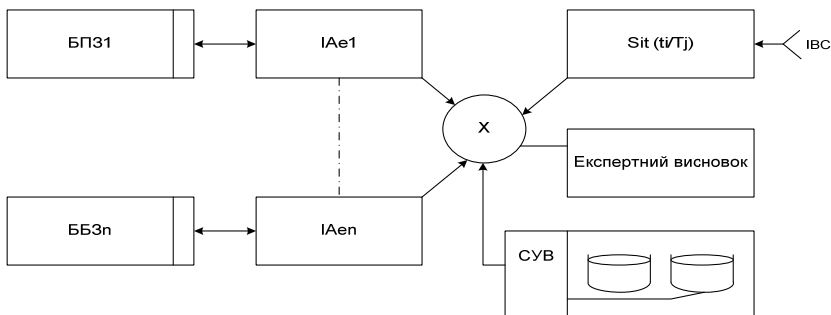


Рис.4. Схема експертного діалогу

Позначення: Z – параметр стану об’єкта, Z_0 – початковий стан, Sit_i – ситуація в момент часу t_i , $\{I(\theta), Z \in \theta\}$ – інтервал допустимих значень параметра стану, L_a – лінія граничного режиму, Con_r – конус допустимих змін параметра стану в часі, $\{V_{ri} | i \in 1, m\} = \frac{dz_i(t)}{d\tau}$, VC_i – цільова область у просторі станів на інтервалі управління.

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

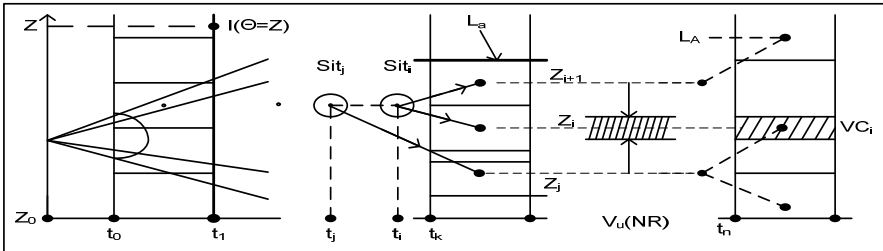
Відповідно до ситуації в просторі станів, експерт може дати рекомендації щодо виконання управляючих дій в АСУ-ТП оператором на основі правила:

$$D_{jik} :< \text{якщо } (A_i) \text{ то } (B_i) > (B_i \rightarrow K_{ui}),$$

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:

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

станів об’єкту управління з кожного підпросторів нормального і граничного режимів, K_{ui} – команда виконання управляючих дій для виходу в цільову область ПНО.



Структуризація даних і їх ситуаційна інтерпретація.

Формування стратегій рішень на управління енергоактивними об'єктами ґрунтується на концепції розвитку простору станів $IIS = I_Z \times T_m$, 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.

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.

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.

Правила Байеса при оцінці каузальних зв'язків факторів впливу на режимі ПНО.

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

Аксиоми для імовірнісної функції p на множині подій SL :

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

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

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

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

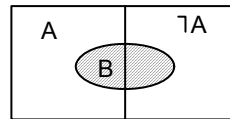
При пов'язаності подій A і B на Ω ймовірність того що виникне подія A коли відбулася подія B визначається умовною ймовірністю A по B : $p(A|B)$

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 Байеса:

$$p(A|B) = \frac{p(B|A) \times p(A)}{p(B)},$$

то зв'язок з структурою множин в просторі станів матиме вигляд в наступній формі:

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

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

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

звідки конструктивне правило Байеса матиме вигляд:

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

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

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

представимо у виді

$$PS_j = I_{j\theta} \times T_m = \left(\bigcup_{i=1}^K A_i \right) \prod \left(\bigcup_{i=1}^n A_i \right)$$

- 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 недозволенних 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^-) :

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

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 $\prod S, \prod C_i$ - будуть багатомірними параметричними просторами.

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

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

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

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

Відповідно маємо наступні стани:

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

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

Згідно викладених міркувань одержимо: $H_i: \text{Sit}_{\prod S}(\theta_t \in A_{ij})$ - 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:

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

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

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.

$\eta_i: \text{Sit}_i(\text{Strukt}_i \hat{\Theta}_K) \rightarrow F_{ijk} \rightarrow P_{ijk} \in [0;1]$		
Ситуація в структурі j по параметру $\hat{\Theta}_K$	факти	Ймовірності P_{ijk}
$\text{Sit}_1: \hat{\theta}_i \in VC_i$	$F_i \leq \alpha_i$	$P_i \geq 0,9 \pm \Delta_i$
$\text{Sit}_2: \hat{\theta}_j \in V_{\min}$	$F_j > \alpha_i$	$P_i \geq 0,1 \pm \Delta_j$
$\text{Sit}_3: \hat{\theta}_k \in V_g$	$F > \alpha_k$	$P_i \geq 0,5 \pm \Delta_k$
$\text{Sit}_4: \hat{\theta}_n \in V_A$	$F_A - \max$	$P_n \rightarrow 1,0$

Відповідно формуються таблиці типу:

- апіорні ймовірності всіх можливих гіпотез $p\left(H_i \mid \frac{n}{i=1}\right)$;
- 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 $(E_1 \dots E_k) \subset KL[E]$, - в клас симптомів настання подій в структурі по набору параметрів $\{\hat{\theta}_i \mid \frac{k}{i=1}\}$ які визначаються на основі виразів для одного факту подій спровокованих та множини гіпотез:

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

і у випадку множини проявів відносно гіпотези H ;

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

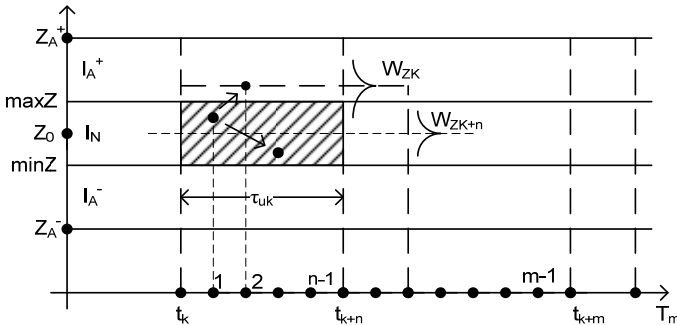
де E_i - подія відбулася, якщо параметри стану відображають ситуацію у вигляді $E_{ij} \equiv \text{Sit}_{\Pi S}((\hat{\theta}_i, t_j) \in V_u(NR))$, $V_u(NR)$ - область керованого нормального режиму.

При наближенні до граничних режимів які можуть привести до аварійних ситуацій опис подій задається у вигляді

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

для i -го параметра $\hat{\theta}_i$ в момент t_k , а $\hat{\theta}_i = \text{Alg}\left|Z_i(t_j, j=1, n)\right|$ - визначається на основі алгоритму оцінювання технологічного параметра $Z_i(t_j)$. а з врахуванням дії збурюючих 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.



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.

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 виробництвом 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 збурюючи технологічний процес.

1. Хабаров С. Экспертные системы (конспект лекций). – М. И. У. информ. технологии. 2007. - 250 с.
2. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. - М.: Мир. 1989. - 388 с.
3. Построение экспертных систем / ред Д. Ленат. – М.: Мир, 1987. - 441 с.
4. Сікора Л. Систематологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. - Львів.: Каменяр, 1998. - 453 с.
5. Теория прогнозирования и принятия решений / ред. Саринсян С.А. – М.: Высш. Школа. – 1977. - 351с.
6. Фишберг П. Теория полезностей для принятия решений.- М.: Наука. – 1978.- 352 с.
7. Зайцев В.С. Системный анализ оперативной деятельности. – М.: Радио и связь. – 1990. – 412 с.
8. Олесюк О.С. Системы підтримки прийняття рішень на макрорівні. – К.: Наук. думка. 1992. – 257 с.
9. Юринець С.В. Юринець Р.В. Автоматизовані інформаційні системи і технології. –

Львів. Вид ЛНУ ім. Ів. Франка. 2012. – 698 с.

10. *Паклин Н., Орешков В.* Бизнес – аналітика. К.: Наук. Думка. 1992. – 457с.
11. *Гаек Я., Шифлак З.* Теория рангових критерий. - М.: Наука. 1971.- 375с.
12. Математика в соціології / ред. Будон Р. – М.: Мир. – 1997. - 549 с.
13. *Шенк Р.* Обработка концентральной информации.- М.: Энергия. – 1980. – 360 с.
14. Класифікація і кластер / Дж. Райзин. – М.: Мир. - 1980. - 389с.
15. *Коваленко І.Н.* Анализ редких событий при оценке эффективности и надежности систем. – М.: Сов. радио. – 1980. – 208 с.
16. *Лбов Г.С.* Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. – Новосибирск. «Наука». – 1984. – 157 с.
17. Алгоритмы обработки экспериментальных данных. – М.: Наука. – 1986. – 180 с.
18. *Коган Р.И.* Интервальные оценки в геологических исследованиях. – М.: Недра. – 1986. – 160 с.
19. *Трухачев Р.М., Горшков И.С.* факторный анализ в организационных системах. – М.: Радио и связь. – 1985. – 184 с.
20. *Тихонова А.С., Уфимцев М.В.* Статистическая обработка результатов экспериментов. – М.: МГУ. 1988. - 173 с.
21. *Сікора Л.С., Лиса Н.К.* Інформаційні технології відбору і опрацювання даних від об'єктів з агрегованою ієрархічною структурою. – Комп. техн. друкарства. – Львів: УАД. - 2017. - с. 15-24.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3612260>

Поступила 30.09.2019р.

УДК 004.9

Є.С. Кокошкіна, Львів
К.М. Обельовська, Львів

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИТУЛКІВ ДЛЯ ТВАРИН

Abstract. The web-oriented information system for animals shelters has been developed. It is based on Single Page Application, TypeScript, ASP.Net Core, Angular 5 and WEB API technologies. The system provides a wide range of services, both for animal shelters and for individual clients.

Актуальність

Україна входить в топ країн світу з найбільшою кількістю безпритульних тварин. Основою цієї проблеми є недосконалість законодавчого регулювання цього питання, внаслідок чого її вирішенням займаються здебільшого волонтери. Для покращення ситуації необхідно запозичувати, використовувати та вдосконалювати досвід, набутий в інших країнах, де успішно борються з проблемою безпритульних тварин [1].