

КОГНІТИВНИЙ ПІДХІД ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ОПЕРАТОРА ДО СТРЕСОВОЇ СИТУАЦІЇ В АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ ЕНЕРГОБЛОКІВ АСУ-ТП

© Нога А., 2012

Розглянуто підходи для адаптації операторів до стресових ситуацій в аварійних режимах, зокрема етапи психологічної адаптації при підходах до бар'єрів.

Ключові слова: оператор, адаптація, аварійні режими.

The paper considers approaches for adaptation of operators to stress in emergency mode. Particular stages of psychological adjustment in approach to barriers.

Key words: operator, adaptation, emergency modes.

Вступ

Стрімкий розвиток сучасного виробництва енергоресурсів, ріст їх споживання, яке характеризується неоднорідністю і випадковістю потоків енергії протягом доби, тижневого і сезонного циклів, граничним завантаженням енергоблоків, ускладнює управління електростанціями, розподільчими мережами та енергоблоками.

Прийняття рішень на вироблення керуючих дій відносно режиму енергоблоків оператором характеризуються високим інтелектуальним і психологічним навантаженням, що може приводити до стресу, втрати стійкості управління енергоблоком і відповідно аварійної ситуації. Використання експертних систем як інтелектуальних дорадників операторів забезпечує ріст ефективності при прийнятті цілеорієнтованих рішень, за рахунок наочності представлення образів ситуацій, які формуються в інформаційно-вимірювальній системі АСУ-ТП. Побудова експертних систем ґрунтується на інженерії проблемно-орієнтованих знань, в основу якої покладено інформаційні технології та логіко-математичні моделі структури і динаміки як елементів об'єктів, так і енергоблоків.

Якісне розв'язання задачі стійкого управління енергосистемами вимагає наявності комплексних знань про структуру і динаміку поведінки об'єкта, про процедури синтезу стратегій цільового управління та її корекцію при зміні ситуації за рахунок дії загроз, і тому важливо всебічно вивчити функціонування енергоблоків (структури, динаміки, управління в умовах нормальних і граничних). Ця умова виконується за наявності впорядкованої бази знань, нормативних даних, впорядкованості структури управління ТЕС, наявності інтелектуальних радників – експертних систем.

1. Аналіз літературних джерел та постановка задачі

Різним аспектам дослідження задачі управління енергоблоків присвячені праці вітчизняних і зарубіжних вчених. Класичним дослідженням процесів генерації електроенергії і управління присвячені праці: Н. Ф. Гарднера, Г. Е. Пухова, О. І. Іваненка, В. Н. Глушкова, В. В. Павлова, Е. Б. Голембо, В. А. Веннікова, Я. Д. Барнана, В. І. Фокіна та ін. Нові концепції управління розглянуто у працях: І. В. Сергієчко, Н. З. Згуровського, В. П. Богона, В. П. Кунцевича. Проблеми інтелектуалізації управління розглядають: Я. П. Драган, В. П. Богон, Л. С. Сікора, М. О. Медиковський, В. М. Безрук. Теорії побудови експертних систем, їх логіко-математичному забезпеченню та алгоритмічно- програмному забезпеченню присвячені праці А. Н. Наумова, Л. А. Калініченко, К. Нейлора, Р. Форсайта, М. В. Чечваріна, Р. Левіна, К. Таусенда, О. І. Ларічева, Є. В. Попова, Д. Уотермана, І. П. Гаврилова.

Аналіз літературних джерел показав, що ієрархічна структура теплової електростанції є багаторівневою і різноплановою з погляду структури і динаміки фізико-хімічних перетворень потоків ресурсів у котлах енергоблоків, тобто спалювання вугільного пилу в потоці гарячого повітря в котлі, теплообмінні процеси для нагрівання води та її переходу в високоенергетичну пару високого тиску, перетворення енергії теплової пари на рух турбіни, яка спарена з генератором електричної енергії, перетворення потоків енергії електричної та їх перерозподіл у високовольтних розподільчих мережах, що відповідно, для задач ефективного управління ТЕС вимагає наявності у персоналу професійних вмінь та знань, навичок сучасного системного аналізу та знайомства з інформаційними технологіями, здатності до інтеграції в людино-машинні управляючі комплекси, вмінь приймати рішення у граничних режимах та екстремальних ситуаціях на основі експертних знань.

Проведений аналіз систем управління енергоблоками в граничних режимах [1–4] підтвердив необхідність створення експертних систем – дорадників для моделювання граничних режимів, прогнозу динаміки ситуацій, тренування оперативного персоналу. Відповідно до вище наведеного задача створення експертних систем та їх інженерного наповнення на основі модельних логіко-математичних представлень є актуальною задачею.

2. Основний матеріал

2.1. Аналіз проблемної задачі управління енергоблоками в умовах ризику та факторів впливу та загроз

Стійкий режим функціонування постійно діючих систем за врахування впливу комплексу факторів підтримується шляхом постійних управлінських впливів на основі прийняття і виконання рішень як автоматичною системою, так і ЛПР (ОПР) на різних рівнях ієрархії структурної організації [1–6]. Під рішенням в широкому сенсі розуміється вибір способу дій для досягнення цілей керування системою. Процес рішення має два компоненти [1] діяльності:

- інтелектуальний (проблема, мета, контроль, цілеспрямована стратегія прийняття рішень);
- процедурний організаційно-технологічний (способи реалізації керівних дій).

Характерними ознаками процесу прийняття рішень є відповідно до [1, 2] такі інтелектуальні та інформаційні компоненти, які реалізуються операторами на всіх рівнях ієрархії та програмно-апаратними структурами АСУ-ТП, які надають:

- можливість вибору способу дії відносно множини альтернатив (плани операцій);
- ціль (чітка або розмита ситуацією) – можливість координації на всіх рівнях для її узгодження;

Відносно особи оператора є:

- необхідність вольового акту ОПР при виборі способу вирішення проблеми;
- своєчасність згідно з етапами розвитку та аналізу ситуації, розв'язання проблемної задачі антикризового протиаварійного управління;
- повноважність дій ОПР у межах його прав для реалізації;
- конкретність процедури вибору способу дій реалізації управління;
- конструктивність: врахування на основі аналізу ситуації затрат на зміну ситуації та якість керівних дій відносно цільової задачі;
- адресність виконавчих механізмів як для САУ, так і для ОПР;
- реалізованість стратегій і планів управління згідно з чинною ситуацією;
- термінальність часу на прийняття рішень та виконання дій у нормальних та аварійних ситуаціях.

Ситуаційне керування в ієрархічних людино-машинних локальних та розподілених системах – це метод формування керівних дій на основі стратегій передбачення небезпеки, аналізу її факторів, симптомів, руйнівних факторів та стратегій зниження негативних наслідків, збереження функціональної структури і технологічних режимів за обмежених ресурсів і допустимої якості продукції.

Розгортання процесу формування та прийняття рішень та термінальні цикли управління наведено на рис. 1, при цьому необхідно врахувати, що збій або аварія на енергогенеруючій структурі призводять до негативних наслідків екологічного характеру в системі виведення продуктів згоряння палива. Розглянемо послідовність розгортання ситуацій у термінальному часі (рис. 1).

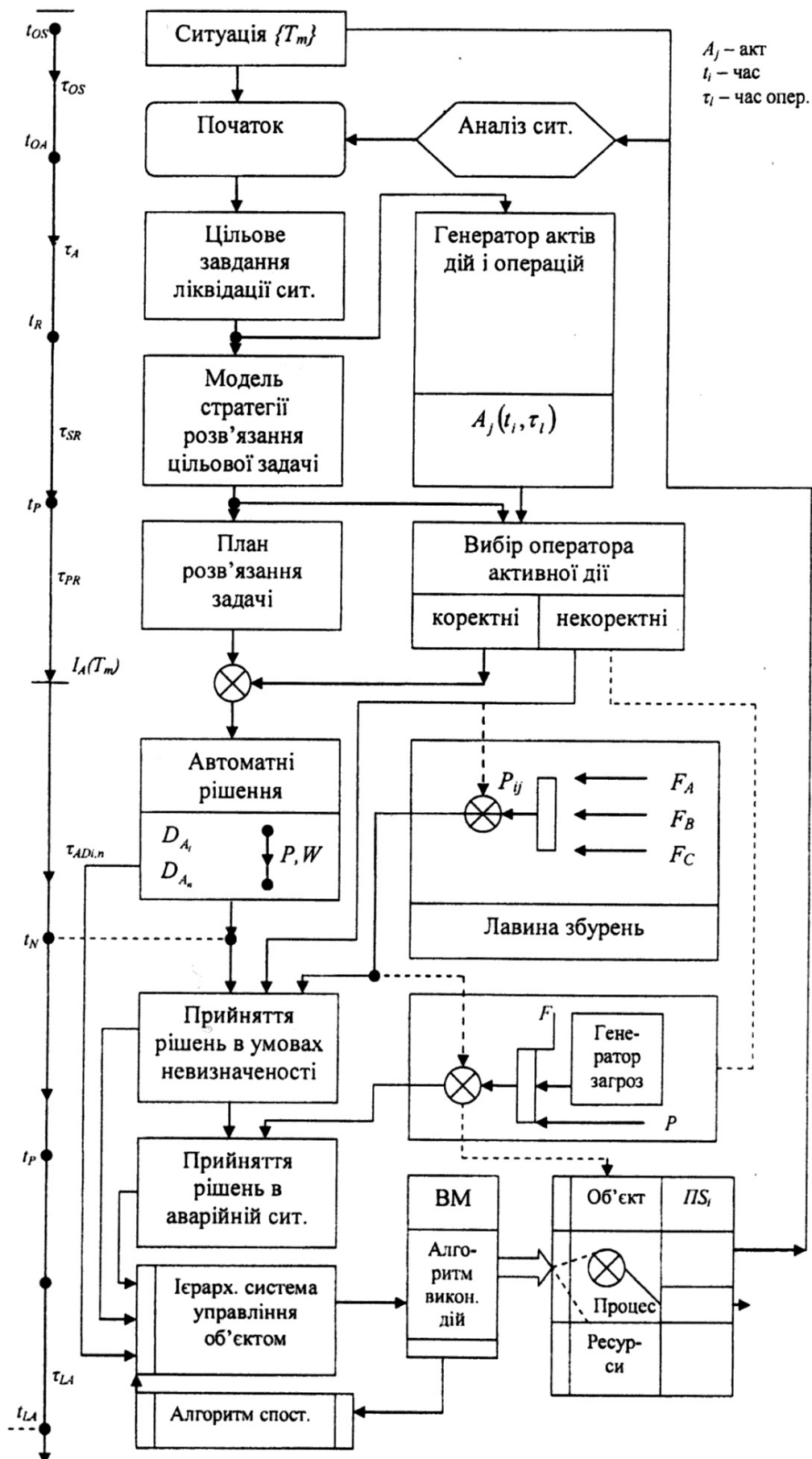


Рис. 1. Структурна схема моделі ситуаційного управління

- T_{OS} – момент виникнення загрозової ситуації за дії факторів впливу;
- T_{OI} – момент початку аналізу ситуації на основі відібраних даних за T_{OS} , їх інтеграція й експертний аналіз;
- T_R – початок формування цільового завдання ліквідації загрозової ситуації;
- T_{SR} – початок формування моделі стратегії, планів рішення за час T_{SR} та T_R та вибір операторів способу активних дій;
- T_{AD} – перерозподіл функцій оперативних дій між операторами, експертами і АСУ-ТП;
- T_N – за подальшого порушення режиму і переходу в граничний стан прийняття рішень в умовах інформаційної невизначеності причинно-наслідкових зв'язків;
- T_{PA} – момент наближення аварійного стану, коли формуються рішення координації в усій ієрархічній структурі та виконуються усі протиаварійні дії;
- T_{LA} – час фіксації виходу системи з аварійного або граничного стану;

Діяльність експертів полягає в:

- аналізі моделі місії і цілі керування в складній людино-машинній й агрегованій системі як засіб вибору антикризової стратегії (оцінка рівня ризику);
- синтезі механізму запобігання кризовій та аварійній ситуації на основі прогнозування ймовірного ходу динаміки функціонування системи;
- відбору персоналу, здатного приймати рішення в умовах стресу кризових ситуацій та невизначеності даних про ситуацію;

Згідно з [1] наведено моделі класів рішень, враховуючи логіку процесів та їх інформаційне відображення (представлення).

- M_1 – інтуїтивне рішення на основі знання, набутого іншими особами, яке використовувалось на основі аналогій для вирішення типових ситуацій;
- M_2 – рішення, побудовані на ланцюгу суджень особою на основі спроби побудувати ланцюги причинно-наслідкових зв'язків і процедурах елементарного логічного виводу, на основі власних знань (неформалізованих) та аналогій вирішення ситуацій у минулому;
- M_3 – врівноважені логічно обґрунтовані рішення, які ґрунтуються на генерації вихідних ідей способів розв'язання проблеми, тобто генерації гіпотез та алгоритмів їх перевірки, прогнозу результатів дій та критичного аналізу способу прийняття рішень відносно обраних цілей і ступеня ризику;
- M_u – імпульсивна модель рішення, основана на хаотично згенерованих ідеях, за якими формуються необґрунтовані і явно виражені стратегії дій, які приймаються непослідовно на інтервалах термінального часу;
- M_s – інертні рішення є результатом стратегії обережного пошуку на основі мінімізації ризику під час виконання дій, при цьому контроль управління переважає генерацію ідей для розв'язання проблеми;
- M_6 – ризиковані рішення ґрунтуються на детальному обґрунтуванні гіпотез у процедурах формування послідовних дій з граничною максимізацією ефекту на межі ризикових операцій процесу управління.

Під час розроблення управлінських рішень найкращих результатів можна досягти на основі логіко-математичних методів управління формалізації завдання, коректного обґрунтування параметрів цілі (цільової області) [1, 2].

2.2. Аналіз процесів формування керівних дій для об'єктів з агрегованою структурою

Зв'язок між теорією керівної діяльності з проблемними ситуаціями і задачами, які при цьому виникають (пошук рішень), досягається побудовою логічної послідовності етапів на множині процедур прийняття, які містять [7]:

- процедуру ситуативної класифікації стану об'єкта згідно з множиною рангів експертних переваг :

$$PR_{\varphi 1} = \langle Sit(t_i, \tau), I, KL_{pi}, KL_s \rangle, \quad (1)$$

де $Sit(t_i, \tau)$ – модель ситуації, I – множина експертних переваг під час вибору правил класифікації KL_{pi}, KL_s – множина класів ситуацій, для яких існує множина моделей пошуку рішень.

- процедура модельної класифікації згідно з агрегатною структурою об'єкта управління

$$\Pi R_{\varphi 2} = \langle Sit(t_{ji}, \tau), KL_s, A_l, MR_i \rangle, \quad (2)$$

де A_l – множина альтернатив; MR_i – множина моделей пошуку рішень;

- процедура формування стратегій пошуку цільових рішень згідно з критеріями досягнення мети при ситуації в); в момент часу t

$$\Pi R_{\varphi 3} = \langle Sit(t_k, \tau), KL_s, K_p^c, Strat(u \setminus c), Kl_L(C_i) \rangle, \quad (3)$$

де K_p^c – критерії досягнення цілі; $Strat(u \setminus c)$ – стратегії пошуку рішень; $Kl_L(C_i)$ – клас локальних поточних цілей;

- процедура пошуку цільових керівних рішень відповідно до ситуації в просторі станів і цілей:

$$\Pi R_{\varphi 4} = \langle Sit(t_k, i) R_{\check{u}}^i(u), MR_i C_i \subset Strat(u \setminus c) \rangle, \quad (4)$$

де $R_{\check{u}}^i(u)$ – множина керівних цільових рішень; C_i – локальна стратегія;

- процедура можливих результатів рішень, які забезпечують блокування виходу об'єкта в граничну або аварійну область:

$$\Pi R_{\varphi 5} = \langle Sit(t_k, i) R_{\check{u}}(u), C_i K_p^c, R_{\check{u}}^i(u), MV_u(R_i) \rangle, \quad (5)$$

де $MV_u(R_i)_{\check{u}}$ – модель допустимої області прийняття керівних рішень;

- процедура обґрунтування рішень оперативним і експертним персоналом в ускладнених ситуаціях

$$\Pi R_{\varphi 6} = \langle Sit R_{\check{u}}(u), C_i K_p^c, MV_u(R_i) R_{\check{u}}^i(u) \rangle; \quad (6)$$

- процедура синтезу рішень в умовах дії факторів, які впливають на рівень визначеності ситуації

$$\Pi R_{\varphi 7} = \langle Sit_j R_{\check{u}}^i(u), (MR_{\check{u}}^i(OutU) Sit_j \rightarrow Sit_k) \rangle; \quad (7)$$

- процедура вибору рішень на основі перевірки висунутих гіпотез оператором і експертом :

$$\Pi R_{\varphi 8} = \langle (H_i : Sit_j) \subset KL_{sl} /_{l=1}^k \Rightarrow R_{\check{u}}^i(u) \rangle, \quad (8)$$

де H_i – процедура перевірки гіпотез;

- процедура оцінювання результатів реалізації рішень оперативним персоналом рівня ієрархії RI_{l+1} :

$$\Pi R_{\varphi 9} = \langle Sit_j, R \cup R_{\check{u}}^i(u), MR_j \rightarrow I_k(R_k) \rangle; \quad (9)$$

- процедура трасування рішень для слідкування за логікою суджень під час пошуку рішень у заданому інформаційному базисі на основі вибраної стратегії досягнення мети управління

$$R_{\varphi 10}(LoqR) = \langle z_0 \rightarrow \mu_1(\mu_1) \rightarrow \mu_2(\varphi_2) \rightarrow \dots \mu_n(\varphi_k) \rightarrow z_c \rangle; \quad (10)$$

де μ_i – умови виконання процедури φ_k , яке спрямовує ланцюг цільових рішень; $LoqR$ – логіка рішень.

Висновок в теорії $LoqR$ – це послідовність впливу факторів управління

$$\langle \{\mu_1 \dots \dots \mu_n\} : (K_{i=1}^n [\Pi R(\varphi_i)] : (z_0 \rightarrow z_c)) \rangle, \quad (11)$$

яка дає змогу досягти результатів (цілі), тобто маємо:

$$K_{i=1}^n [\Pi R(\varphi_i)] : A_l \times E \times \mu \rightarrow \mu_i(Sitz(t)), \quad (12)$$

де $A \subset q$ – множина тверджень, які описують ситуації прийняття рішень, E – інформаційний базис;

μ – набір умов; $K_{i=1}^n [\Pi R(\varphi_i)]$ – програма керівних логічних дій.

Логіко-алгебраїчна модель задачі на множині ψ_l , яка відповідає змісту керівних дій у разі впливу збурювальних факторів на об'єкт:

$$M(ALoqR) = \left\{ (\psi_l, \psi), Term'Interp(\psi_l, \psi) \right\},$$

де (ψ_l, ψ) – множина тверджень; ψ – шукане твердження; $Term^m$ – множина термів; $Interp^m$ – інтерпретатор моделі сенсу тверджень.

Етап синтезу динамічної моделі технологічного процесу із KL_{mni} – класу за заданою стратегією $Strat(PR/C_i)$ і алгоритму перетворень даних в інформаційних потоках залежить від

$$Strat(PR/C_i: \{ Alq_h: СП_p \rightarrow DM_h \}_{h=1}^m, DM_h \subset KL_{mni}, \quad (13)$$

де DM_h – динамічна модель проходження процесів, належних до h – класу технологічного процесу згідно із специфікацією $\{ СП_h /_{h=1}^m \}$.

Синтез сіткової моделі процедури управління на основі алгоритму $Alq_h(u)$ ґрунтується на послідовних керівних діях, які згідно з режимом об'єкта управління (ОУ) і факторів впливу фомує

$$\langle Alq_h(u): DM_h \rightarrow D_r(DM_h) /_{h=1}^k \rangle$$

де $D_r(DM_h)$ – динамічна модель допустимих реалізацій управлінь за стратегіями досягнення мети.

Динамічна модель алгоритму управління синтезується на основі ланцюга перетворень:

$$\begin{aligned} \langle D_r(DM_h), \tau_a, F_p, K_L^l(I) \rangle &\rightarrow DAlq_h(U_k Ci); \\ DAlq_h\left(\frac{U_{kh}}{Ci}\right) &: Sit_h \xrightarrow{U_{kh}} Sit_k Ci; \end{aligned} \quad (14)$$

де τ_a – час операції; F_p – функція шкал переваг; $K_L^l(I)$ – цільовий функціонал якості.

За певних зимово-осінніх ситуацій енергопостачання відбувається в граничних режимах, і тому необхідні договори між споживачами та корпоративно-узгоджений розподіл енергії, в іншому випадку виникають конфліктні режими і ситуації і тому диспетчерська служба електромереж повинна брати на себе вироблення оптимальної стратегії енергопостачання.

Відповідно до переходу ТЕС у граничний режим навантаження зростають викиди продуктів згоряння в атмосферу навколишнього середовища, що погіршує його екологічний стан і приводить до вживання санкцій і штрафів.

2.3. Логічна структура формування керівних і збурювальних факторів у причинно-наслідкових зв'язках

Для складних агрегованих об'єктів з агрегованою структурою маємо відповідні класи опису моделей функціонування, які визначають спосіб ресурсних перетворень та їх динаміку. Відповідно введемо класи перетворень :

1. Функціональні перетворення ресурсних потоків, які описуються через рівняння вхід-вихід у часовій області

$$y(t) = F(x, u, t, \tau) \times (t_1).$$

Відповідно логічна структура зв'язків при функціонуванні агрегатів (ОУ) описується на основі базових структур логіки, де A, B, C, D – твердження про ситуації в предикатній формі.

1. Стверджуваний модус (істинність умови і висновку)

$$M_1: \frac{A \rightarrow B, A}{B}; M_2: \frac{A \rightarrow \bar{B}, A}{\bar{B}}; M_3: \frac{\bar{A} \rightarrow B, \bar{A}}{B}; M_3: \frac{\bar{A} \rightarrow \bar{B}, \bar{A}}{\bar{B}}. \quad (15)$$

2. Заперечний модус (заперечення наслідку приводить до заперечення підстави) в процедурі висновку

$$M_1: \frac{A \rightarrow B, \bar{A}}{\bar{A}}; M_2: \frac{A \rightarrow \bar{B}, B}{\bar{A}}; M_3: \frac{\bar{A} \rightarrow B, \bar{A}}{A}; M_3: \frac{\bar{A} \rightarrow \bar{B}, B}{A}. \quad (16)$$

3. Умовно-розділювальний умовивід – умовний висновок, до якого входять умовні і розділові судження на основі набору альтернатив. Для двох альтернатив має конструктивні і деструктивні дилеми

$$KD_1: \frac{\frac{A \rightarrow C, B \rightarrow C; \neg(A \vee B);}{C}}{[(A \rightarrow C) \wedge (B \rightarrow C) \wedge (\neg(A \vee B))] = C} \quad (17)$$

$$KD_2: \frac{\frac{A \rightarrow B, C \rightarrow D, \neg(A \vee C);}{\neg(B \vee D)}}{[(A \rightarrow B) \wedge (C \rightarrow D) \wedge \neg(A \vee C)] = [\neg(B \vee D)]} \quad (18)$$

$$KD_3: \frac{\frac{A \rightarrow B, A \rightarrow C, \neg(\bar{B} \vee \bar{C});}{\bar{A}}}{[(A \rightarrow B) \wedge (A \rightarrow C) \wedge \neg(\bar{B} \vee \bar{C})] = \bar{A}} \quad (19)$$

Логіка предикатів застосовується до простих декларативних висловлень, при цьому встановлено істинність базових вихідних висловлень відносно змінних, які в них виходять на основі введених операторів існування і узагальнення (кванторів) у вигляді $P(x_1, x_2, \dots, x_n): M_n \rightarrow B$, де предметна область, $x \in x^n$ – множина змінних, тоді:

1. $\exists x : P(x)$;
2. $\forall x : P(x)$;
3. $\neg \exists x : P(x) \Leftrightarrow \forall x \neg P(x)$;
4. $\neg \forall x : P(x) \Leftrightarrow \exists x : P(x)$.

Методи доведення істинності твердження в ПР на основі математичної індукції мають вигляд:

якщо: $\forall_n : P(n)$ – визначений на $\in N$;

$K_1 : P(n = 1)$ – істина;

$K_2 : \forall k \geq 1$ маємо $P(k) \Rightarrow P(k + 1)$ – істина,

тоді $\forall n \in N : P(n)$ – істина.

Задання формул і відношень у логіці предикатів відбувається у вигляді декларацій (R – відношення на M), для нього виконуються такі властивості для висловлень

1. $\exists x_i \in X: ((x_1, \dots, x_n) \in R) \Leftrightarrow (P(x_1, \dots, x_n) = 1)$;
2. $\forall x_i \in X: ((x_k, \dots, x_j) \in R) \Leftrightarrow (P(x_k, \dots, x_j) = 0)$;
3. Якщо A, B – формули, X – предметна змінна на M, ($\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow$) – оператора \Rightarrow
 $\Phi_1: (A \wedge B)$ – формула; $\Phi_2: (A \vee B)$ – формула;
 $\Phi_3: \neg A$ – формула; $\Phi_4: (A \rightarrow B)$ – формула (П.П.Ф.);
4. формула A здійснена на M, якщо виконується:

$\exists(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}) \in M, A(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}) = 1$

Приклад $\exists y (P(x, y) \rightarrow \forall y P(x, y))$;

5. Суперечливі формули є тотожно рівними на M: (A – не здійснена на M)

$\equiv \forall (x_{i1}, \dots, x_{in},) \in M, A(x_j) = 0$

тобто: $\exists y \in M: (P(y) \wedge \bar{P}(y))$ – суперечлива; $\forall y \in M: (P(y) \wedge \bar{P}(y))$ – тотожна істина.

6. Тотожні перетворення в процедурах доведення істинності на множині визначення M:

а) двоїстість $\exists x P(x) = \forall x (\bar{P}(x))$; $\forall x P(x) = \exists x (\bar{P}(x))$;

б) дистрибутивність логічних операцій

$\forall x (P_1(x) \wedge P_2(x)) = \forall x P_1(x) \wedge \forall x P_2(x)$,

$$\begin{aligned} \exists x(P_1(x) \vee P_2(x)) &= \exists x P_1(x) \vee \forall x P_2(x), \\ \exists x(P_1(x) \wedge P_2(x)) &\rightarrow \exists x P_1(x) \wedge \forall x P_2(x), \\ \exists x, \exists y (P(x, y)) &= \exists y, \exists x, P(x, y); \end{aligned}$$

в) винесення константи

$$\begin{aligned} \forall x(P(x) \wedge Q) &= \forall x P(x) \wedge Q, \\ \exists x(P(x) \wedge Q) &= \exists x P(x) \wedge Q; \end{aligned}$$

д) аксіоми числення предикатів

$$\begin{aligned} A_1: \forall x P(x) &\Rightarrow P(y), \\ A_2: P(y) &\Rightarrow \exists x, P(x), \\ A_3: P(x) &\Rightarrow (G \rightarrow P(x)), \\ A_4: \forall x P(x) &\Rightarrow \forall y P(y). \end{aligned} \tag{20}$$

Правила введення кванторів

$$\begin{aligned} \Pi_1: \frac{P \Rightarrow G(x)}{P \Rightarrow \forall(x)G(x)}; \\ \Pi_2: \frac{G(x) \Rightarrow P}{\exists x G(x) \Rightarrow P}; \\ \Pi_3: G \Rightarrow P(x) &- \text{правило висновку}; \\ \Pi_4: G \Rightarrow \forall x P(x) &- \text{включення } \forall; \end{aligned} \tag{21}$$

$\Pi_5: (G \Rightarrow \forall x P(x)) \Rightarrow \forall x P(x)$ висновок;

$\Pi_6: \mapsto \forall x P(x)$ – виводимість $P(x)$;

$\Pi_7: (A \mapsto A, A \approx B) \Rightarrow (\mapsto (P(A) \approx P(B)))$ – визначає правило зміни еквівалентних підформул.

Правила еквівалентності визначають структуру класифікаторів тверджень про логічну ситуацію (логічне висловлення), і для них маємо відповідно набір:

$$\begin{aligned} \text{ПЕ}_1: (\mapsto P \approx Q) &\Rightarrow (\mapsto ((P \rightarrow R) \approx (Q \rightarrow R)) \wedge ((R \rightarrow P) \approx (R \rightarrow Q))); \\ \text{ПЕ}_2: (\mapsto P \approx Q) &\Rightarrow (\mapsto (P \vee R \approx Q \vee P) \wedge ((R \vee P) \approx (R \vee Q))); \\ \text{ПЕ}_3: (\mapsto P \approx Q) &\Rightarrow (\mapsto (P \wedge R \approx Q \wedge P) \wedge (\mapsto R \wedge P) \approx (R \wedge Q)); \\ \text{ПЕ}_4: (\mapsto P \approx Q) &\Rightarrow (\mapsto (\neg P \approx \neg Q)); \\ \text{ПЕ}_5: (\mapsto P(x) \approx G(x)) &\Rightarrow (\forall x P(x) \approx \forall x G(x)); \\ \text{ПЕ}_6: (\mapsto P(x) \approx G(x)) &\Rightarrow (\exists x P(x) \approx \exists x G(x)); \end{aligned} \tag{22}$$

На рис. 2. наведено асоціативну модель формування програми управління, яка містить логічні та асоціативно-когнітивні компоненти:

- опис проблемної задачі при функціонуванні об'єкта;
- опис цільової задачі і асоціативна генерація гіпотез про модель цілі і стратегії її досягнення;
- процедура концептуалізації цілі, логіка формування структури задачі, абстрагування цілі, вибір узгоджених критеріїв для стратегій досягнення цілі;
- синтез стратегій управління та побудова класів правил і алгоритмів рішень, які забезпечують досягнення мети.

4. Структуризація об'єктів та систем управління як основа інженерії знань в експертних системах

Системи управління технологічними процесами, бази даних і знань, корпоративні системи управління виробничими комплексами і експертні системи мають спільні ознаки: вони є інтелектуальними цілеорієнтовними системами з штучним інтелектом [7].

Розглянемо модель процедури синтезу цілеорієнтовної системи як схему формування задачі прийняття рішень в умовах невизначеності параметрів та розмитості цільових областей та критеріїв якості за дії збудовувальних факторів.

Відповідно до процедури і схеми розв'язання задачі синтезу визначимо структурно-інформаційні компоненти (рис. 3).

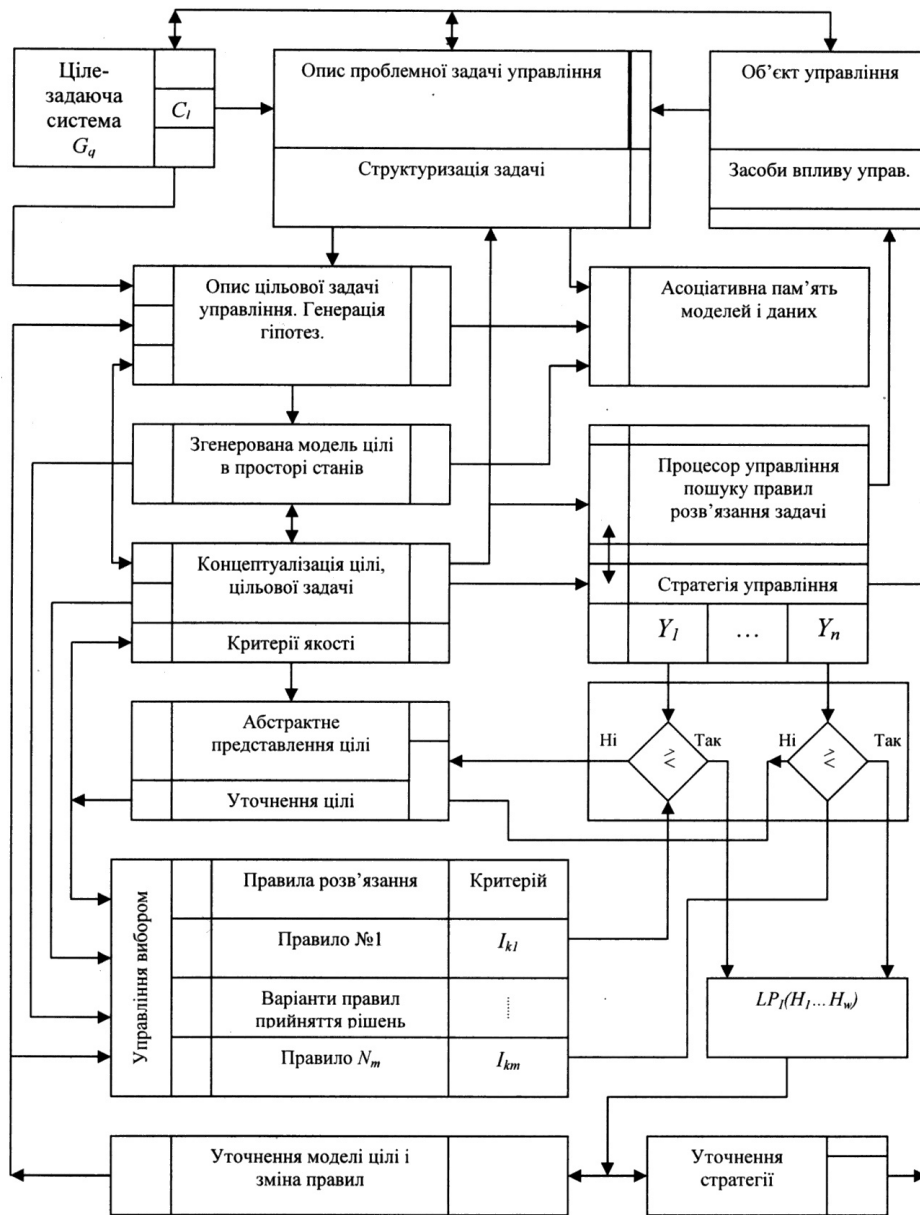


Рис. 2. Асоціативна модель формування програми управління агрегованими енергоактивними об'єктами

- Цілеорієнтовна система з набором елементів (цільова задача, допустимі стратегії управління, стратегія моделювання динаміки об'єктів, стратегія вибору моделей об'єктів, стратегії і тактики цільового управління процесами в об'єктах);
- Концептуальна база знань з еталонними верифікованими моделями класів задач та способів їх розв'язання відповідно до ситуації в ОУ;
 - Цілевиконуюча система (CVS), яка ідентифікує клас задачі зі структурою системи, яка може її розв'язати;
 - Цілеорієтовна система, яка формує проблемну задачу розв'язання кризової ситуації в технологічній структурі при дії заводу;

- База даних проектної, нормативної і технологічної документації згідно із запропонованою моделлю об'єкта і стратегії управління (SVP_n);
- Модель комплексно-технологічної системи з оцінкою функціоналу якості управління.

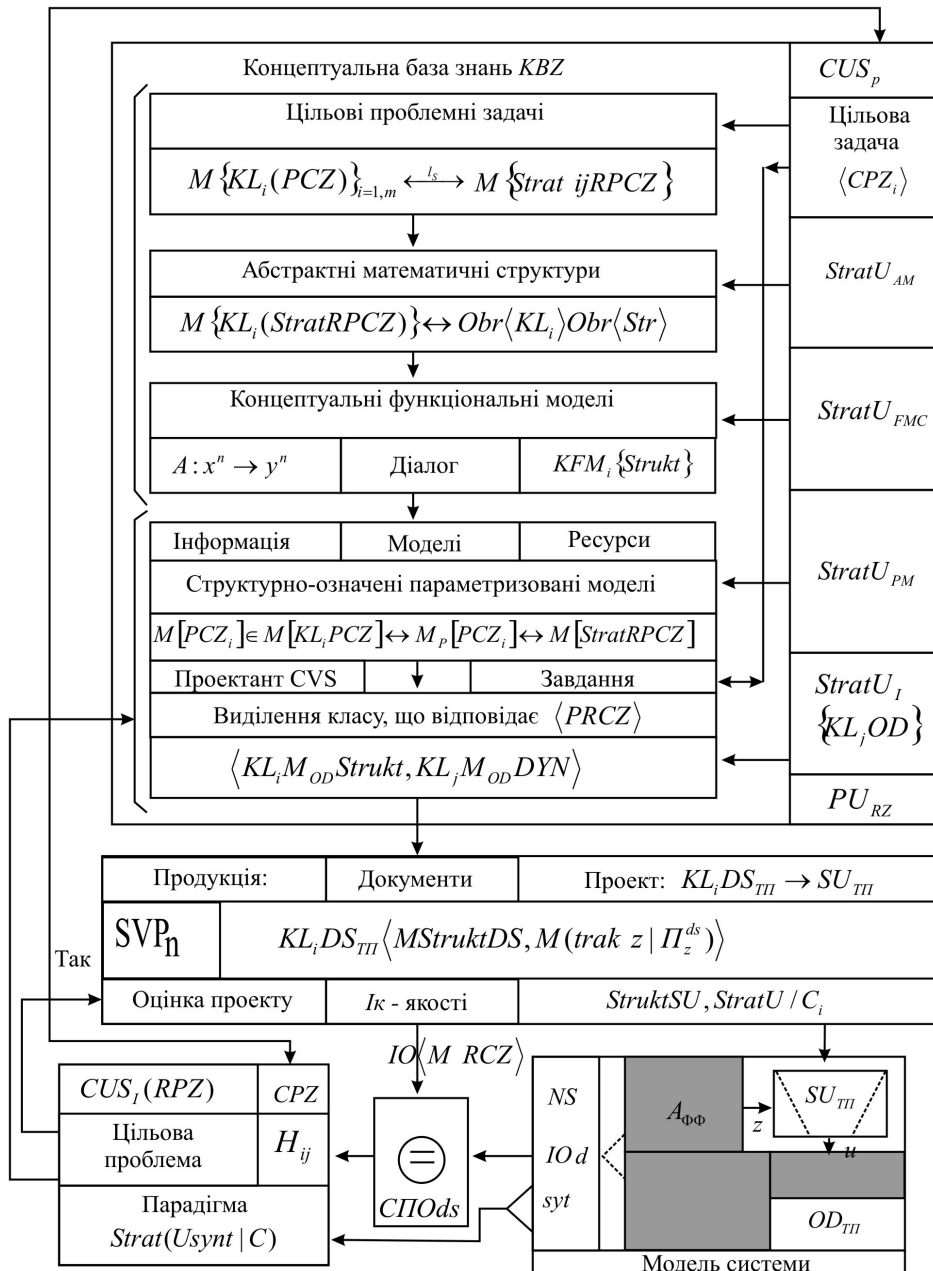


Рис. 3. Модель процедури формування задачі синтезу цілеорієнтовної системи

Процес формування моделі об'єкта з агрегатних компонентів ґрунтується на інформаційному діалозі між системами управління і СППР, які передбачають:

- експертну систему з інженерією знань (ES);
- базу технологічних знань про спосіб функціонування агрегатів ОУ;
- базу знань про сенсори для відбору даних, які відображають фізико-хімічні процеси в ОУ-ТП;
- базу алгоритмів відбору даних від сенсорів та їх опрацювання з ціллю виявлення інформативних ознак про хід процесів в енергоблоці;
- базу процедур формування і прийняття рішень в граничних і нормальних режимах.
- концептуальну базу знань (предметно-орієнтована), яку пов'язують дані про структуру і динаміку процесів;

- цілеспрямовану систему розв'язання задачі синтезу процесу виходу з кризової ситуації на основі вибору відповідних стратегій управління і доступних енергетичних і інформаційних ресурсів (CUS [RZVKSit]) відповідно до мети і ситуації.

Наступним етапом є створення моделі математичної структури об'єкта дослідження [7]. Під час її побудови необхідно структурувати проблемну ситуацію з точки зору необхідної інформації для прийняття рішень на відбір моделі. Відповідно можна виділити наступні інтелектуальні підсистеми в експертній системі [7] та СППР:

- BIZ_{TS} – база інженерних технологічних знань з наступними компонентами у вигляді: логічного процесора (PC_{ZL}), процесора синтезу структури об'єкта (PM_{STV}); процесора моделювання взаємодії між структурами об'єктів ($P [BZ_M]$).

- CUS – цілеспрямованої системи АСУ-ТП, яка діагностує ситуації і керується об'єктом ОД, виявляє нестандартну ситуацію і передає її опис в (ЛІП) – логічний інтелектуальний процесор, який виконує функцію інтелектуального агента;

- (ЛІП - ІА) – інтелектуальний агент логічного опрацювання даних для оцінювання ситуації, виявлення проблеми, формування задачі дослідження згідно з ціллю, а також вибору стратегії вирішення проблемної ситуації. Результатом функціонування такої структури у межах експертних досліджень буде математична модель об'єкта, яка містить опис структури і динаміки з відповідним представленням через графові схеми і диференціальні рівняння або у вигляді моделей блок-схем з причинно-наслідковими зв'язками.

Вищенаведеними результатами аналізу проблемної науково-прикладної задачі доведено актуальність і складність процесу створення експертних систем – помічників оперативно-командного і адміністративного персоналу, які мають виконувати свої функції у різних ситуаціях – як в нормальних, так і в кризових.

Висновки

У результаті проведеного дослідження отримано такі результати:

- Проаналізовано логічну структуру управлінських планів і відповідних дій, що стало основою для побудови правил поведінки оперативно-командного персоналу на основі експертних знань;

- Обґрунтовано процес формування рішень та конструктивну логічну процедуру побудови алгоритмів перетворень у моделях стратегій досягнення мети.

- На основі стратегій формування підготовки до вибору структури дерева рішень або комплексу класів дерев (графів) синтезовано набори керівних команд для ситуаційного управління;

- Обґрунтовано модель агрегатної структури об'єкта управління і показано способи формування причинно-наслідкових зв'язків збурювальних і керівних факторів.

Наукова новизна: на основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень моделі структури і динаміки об'єктів у структурі енергоблоків ТЕС та логіко-інформаційного аналізу процесів формування управлінських рішень розв'язано нову науково-прикладну задачу створення інформаційних технологій наповнення інженерними знаннями бази моделей експертної системи – дорадника оператора, який приймає рішення в граничних і нормальних режимах функціонування енергоблоків.

Практична цінність: розроблено структурну схему моделі ситуаційного управління.

1. Антонов В. М. Сучасні комп'ютерні мережі. – К.: "МК-Прес", 2005. – 480 с, іл. 2. Алиев Т. М., А. А. Тер-Хачатуров, А. М. Шекиханов. Итерационные методы повышения точности измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с. 3. Авдеев Б. Я., Антосюк Е. М., Долинов С. Н. и др. Адаптивные телеизмерительные системы. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 284 с. 4. Ажогин В.В., Згуровский М.З., Корбич Ю.С. Методы фильтрации и управления стохастическими процессами с распределенными параметрами. – К.: Высшая школа, 1998. 5. Баранов В. Я., Безновская Т. Х., Бек В. А. и др. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник.; Под общ. ред. В. В. Черепкова. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ие, 1987. – 847 с. 6. Бэнн Д. В., Фармер Е. Д. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с. 7. Сікора Л.С. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. – Львів: Каменяр, 1998. – 453 с.