

## ПРОЦЕСИ

УДК 004.81:159.953.52:159.923:164.053:614.8

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ АГЕНТОМ В ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМАХ ЗА УМОВ КОГНІТИВНИХ ЗБОЇВ

Л.С. Сікора<sup>1</sup>, Н.К. Лиса<sup>1</sup>, Р.Л. Ткачук<sup>2</sup>, М.Л. Навитка<sup>2</sup>,  
В.І. Сабат<sup>3</sup>, Б.І. Федина<sup>3</sup>, Л.Л. Тупичак<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери, 12, Львів 79013, Україна

<sup>2</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
вул. Клепарівська, 35, Львів 79000, Україна

<sup>3</sup>Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

*В статті розглянуто методи побудови інформаційної технології формування та прийняття рішень, в умовах ризику, для управління техногенними системами з використанням когнітивної моделі операторської діяльності як основи інтелектуалізації процесів прийняття рішень. Обґрунтовано, на підставі системного аналізу, декомпозицію проблеми управління, на задачі розв'язання якої необхідне прийняття рішень.*

*Побудована структурна схема взаємодії інтелектуальної АСУ з особою управління (командою) та розроблена інформаційна технологія діалогу в структурі управління техногенною системою. Обґрунтовано схему взаємодії конфліктних активних систем в умовах перерозподілу ресурсів. Розроблена та обґрунтована структурна системно-інформаційна модель задачі управління Глушкова – Рабіновича, як підстава синтезу стратегій розв'язання конфліктів.*

*Проведена класифікація управлінських задач з використанням системного аналізу та інформаційної технології для оцінки ситуації в системі. Розроблено структуру когнітивно-логічного формування задач управління в умовах ризику на підставі моделі інтелектуального агента та генератора процедур їх розв'язання, ситуаційних задач.*

*Обґрунтовано логіко-когнітивні процедури та моделі прийняття рішень в ієрархічних структурах при дії загроз та когнітивних зривах оператора у процесі управління.*

*Виділено проблемну область і типи задач, які можуть розв'язати системи АСУ.*

**Ключові слова.** Система, інформація, ситуація, знання, ризику, рішення, когнітивні процедури, конфлікти, логічні, правила, управління.

**Постановка проблеми.** Інтегровані людино-машинні системи, диспетчерські структури автоматизованих систем навчання персоналу – це ієрархічні системами, які характеризуються невизначеністю структури і динаміки об'єк-

тів управління. Тому прийняття рішень в таких системах при неповних даних про проблему та структуру функціонування технологічних процесів та при дії на них збурюючих впливів з апріорно невідомими статистичними характеристиками є складною інтелектуальною процедурою, яка включає вибір адекватних моделей об'єктів, алгоритмів відбору і опрацювання даних, та відповідно, формування підходів до синтезу процедур прийняття рішень з використанням теорії можливості та теорії нечітких множин в оцінці ситуацій на основі розпізнавання образів стану об'єктів [1, 2, 4-9].

**Мета.** Обґрунтування методів інформаційних технологій, системного аналізу, логіко-когнітивних моделей для створення систем управління техногенними структурами в умовах загроз. Інформаційні технології формування та прийняття цільових рішень для ліквідації надзвичайних ситуацій в техногенних системах.

**Аналіз літературних джерел.** У фундаментальній праці [1] розглянуто засади створення автоматизованих людино-машинних систем комплексного управління, структурами та дано прогноз розвитку великих систем. В працях [2, 3] проаналізовано методи побудови ієрархічних систем з використанням когнітивних моделей оператора управління. Проблеми операторської діяльності з управління в АСУ та оперативного мислення при прийнятті рішень розглянуті в монографіях [4, 5], а проблеми управління в умовах зміни ситуації при дії збурень на процес прийняття рішень в роботах [6, 8, 9]. В монографіях [7, 10, 11] висвітлено логічні проблеми штучного інтелекту для використання в системах управління. В працях [12, 13, 15] розглянуто об'єктно-орієнтовані методи побудови управляючих програм та засади логіки прийняття рішень. Обґрунтування методів системного аналізу для формування рішень в соціальних, організаційних та техногенних структурах проведено в [14, 16], а методів прийняття рішень на підставі логіко-когнітивних моделей для системних засад створення структур управління в роботах [18-21]. В працях [22-24] проведено аналіз моделей ризиків, які виникають в ієрархічних техногенних системах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Постановка проблеми. Прийняття рішень при дії активних загроз в ієрархічних організаційно-виробничих системах є складною проблемою і характеризується як ігровою компонентою, так і чіткими процедурами прийняття рішень в управлінні режимом функціонування технологічних процесів (ТП) та організаційно-адміністративними структурами (ОАС), як в нормальних так і в екстремальних умовах за рахунок атак інформаційного типу та когнітивних збоїв управління.

Декомпозицію проблеми прийняття управлінських рішень в умовах ризиків дії загроз можна розділити на комплекс задач:

- створення нових інтелектуальних систем управління процесами функціонування автономних систем управління (АСУ) ТП і ОАС;
- діагностики режимів функціонування існуючих АСУ, оптимізацію та адаптацію при дії збурень і загроз та зміні їх цілеорієнтації;

- реконструкції і модернізації корпоративних систем управління в яких використано координаційне стратегічне та локальне рішення задач;
- синтезу ігрових безконфліктних стратегій прийняття рішень на ринках ресурсів і продукції при виборі координаційних методів залагодження проблемних ситуацій та адаптації структури.

Для побудови відповідних стратегій поведінки та синтезу архітектури АСУ необхідно проводити концептуальний аналіз інструментів проектування та оцінити когнітивні характеристики операторів [7, 9, 13].

#### ***Класифікація інтелектуальних інформаційних систем управління.***

Наведемо класифікацію інтелектуальних інформаційних систем (ІС) [2, 3], які є складовими автоматизованих систем управління (людино-машинні комплекси):

- експертні системи «Особа, що приймає рішення ↔ інтелектуальний агент управління ↔ експертна система зі штучним інтелектом» (ОПР ↔ ІА ↔ ЕСШ), які взаємодіють;
- проблемно-орієнтовані експертні системи з використанням штучного інтелекту для обробки та класифікації даних;
- інтелектуальні інформаційні системи ситуаційного управління техногенними і організаційними структурами, які функціонують в умовах загроз та атак на зміну стратегій і цілей;
- розрахунково-логічні моделюючі системи динаміки потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) – об'єктів проектування;
- системи САПР – інтелектуальні системи автоматизованого управління процесом проектування техногенних структур;
- інтелектуальні роботи для автоматизованого виробництва;
- інтелектуальні навчальні системи в структурі університетів;
- інтелектуальні тренажери для спеціальної підготовки персоналу який працює в умовах загроз та когнітивних зривів;
- інтелектуальні агенти, як цілеорієнтовані структури в ієрархічних системах управління техногенними системами;
- інтелектуальні консультанти в інтегрованих корпораціях;
- інтелектуальні корпоративні мережі для ієрархічних систем.

***Розглянемо класи задач, розв'язання яких забезпечує надійне функціонування техногенних систем в умовах дії активних загроз.***

Проблемна область і типи розв'язуваних задач, які може виконати інформаційно-інтелектуальна система (ІС) [4, 5] при розробленні стратегій управління та забезпечення стійкості до активних загроз, інформаційних атак на систему АСУ і техногенні структури:

- діагностика несправностей складних систем і програмних продуктів;
- конструювання систем із заданими властивостями з врахуванням обмежень на ресурси та інформаційні потоки і структуру даних;
- планування цілеспрямованої послідовності дій для реалізації стратегій;
- спостереження ситуацій, розпізнавання та класифікація образів;

- управління об'єктом згідно із заданими стратегіями та цілями.

Наведемо структурну схему взаємодії інтелектуальних систем (ІС) (рис. 1).

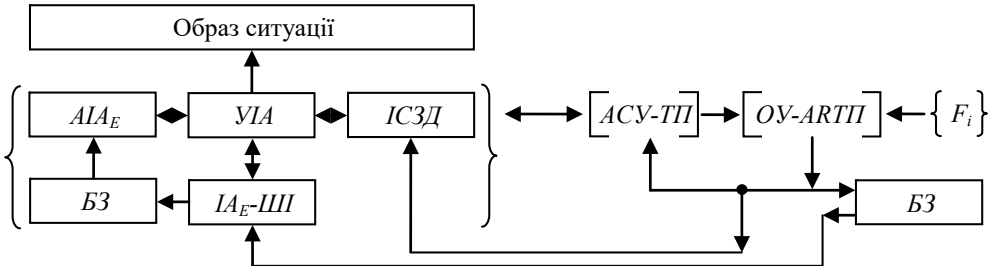


Рис. 1. Структурна схема взаємодії інтелектуальних систем (АСУ-ЛПР)

В структуру входять такі компоненти:

- $F_i$  – джерело збурень, які діють на об'єкт управління;
- ОУ – об'єкт управління (ДЖР – джерело ресурсів, АРТП – активний реактор технологічного процесу, ІВС – інформаційно-вимірювальна система);
- АСУ-ТП – автоматичні системи управління технологічним процесом;
- АІАЕ – активний інтелектуальний агент як особа-експерт в предметно-орієнтованій області прийняття рішень на управління об'єктом;
- БЗ – база знань про предметну область технологічних процесів;
- УІА – управляючий інтелектуальний агент – особа, координуюча стратегію поведінки АСУ-ТП відповідно до заданого режиму;
- БД – база даних (ТП), яка характеризує хід технологічних процесів та їх керуваність;
- ІСЗД – інформаційна система збору даних про стан об'єкта;
- ІАЕ – ІІІ – інтелектуальний агент-експерт зі штучним інтелектом у структурі системи управління.

Така комплексна інтелектуальна структура виконує функцію управління об'єктом з певним типом технологічного процесу  $\{ТП_j \leftarrow F_i\}$ , на який діють збурюючі фактори із зовнішнього середовища та динаміка зміни параметрів ринкового середовища. Задачею системи є утримання об'єкта в цільовій області функціонування при збоях і завадах ресурсного типу. Для ефективного розв'язання задач управління необхідно, щоб структура процедур прийняття рішень і структура даних мали спряжене, узгоджене, формалізоване, логіко-математичне та інформаційне представлення (рис. 2) та відповідний сенс при сприйнятті змісту ситуації когнітивною системою оператора –управлінця.

Задача, в загальному випадку – це ситуація з невизначеністю, що спонукає цілеспрямовані дії інтелектуальної системи для досягнення визначеної мети в даний момент інтервалу часу та її ефективне рішення на основі апробованих стратегій, методів, алгоритмів і процедур та когнітивних методів.

Ціль в такій системі закодована в розв'язуючій системі (ІРЗ – інтелектуального розв'язувача задач). Тоді вона виступає як опис вимог до стану системи, в якій сформована цільова задача. Інтелектуальна система (ІРЗ) характеризу-

ється алгоритмом функціонування і процедурою пошуку стратегії розв'язання проблеми, задачі та ситуації на підставі заданої цілеорієнтації.

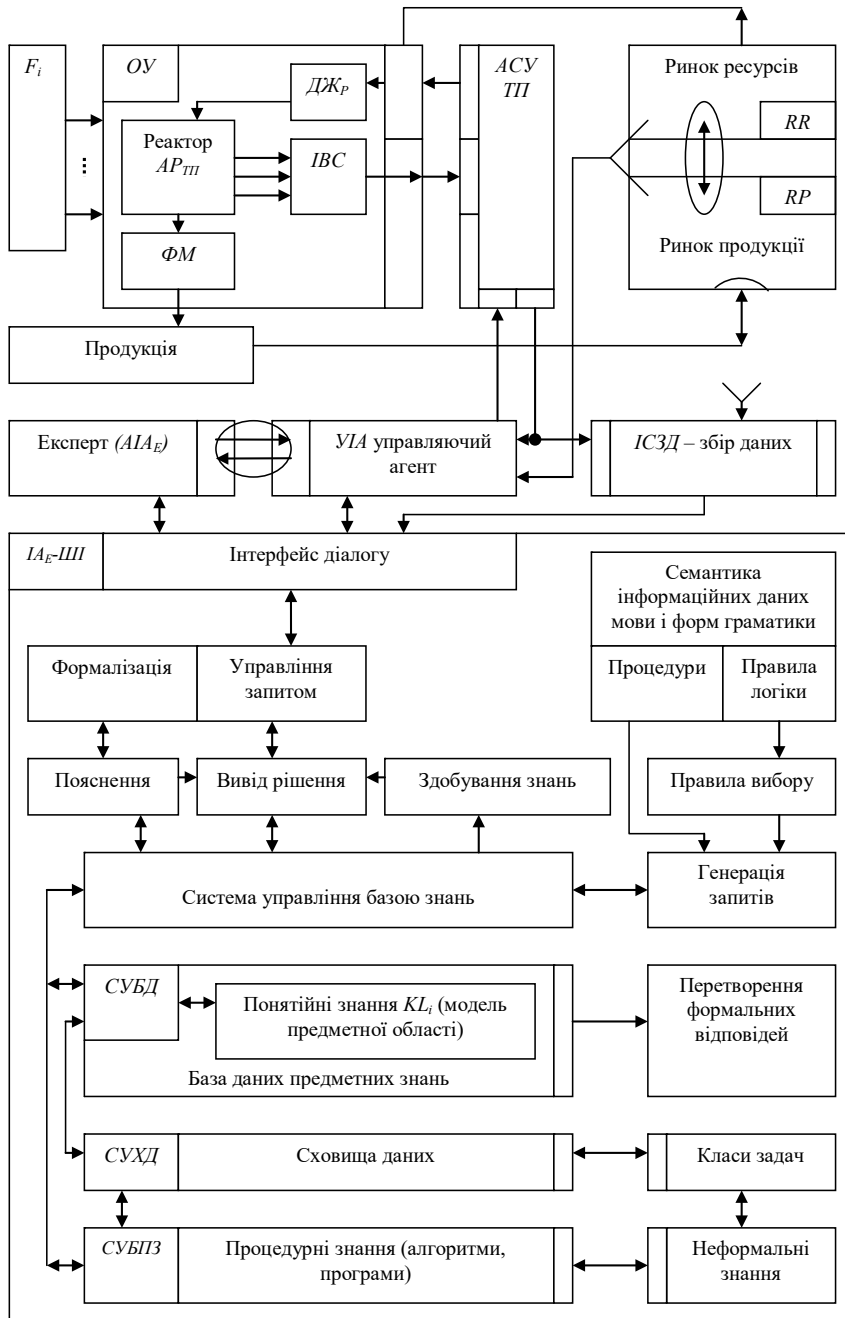


Рис. 2. Інформаційна технологія та схема взаємодії агента зі штучним інтелектом з експертом і координуючим управляючим агентом (ІАСУ-ТП) системи управління

На важливу роль інформаційних технологій для створення методів і процедур розв'язання задач, які виникають при проектуванні систем (техногенних, видавничих і організаційних), в своїх наукових дослідженнях вказав В. М. Глушков [8].

Обґрунтовуючи їх автоматизацію на основі використання інформаційних моделей діалогового режиму, логічного виведення, методів генерації гіпотез та прийняття рішення, він вперше визначив роль інтелектуалізації управління в схемах побудови процедур синтезу алгоритмів розв'язання конструктивних задач. При цьому не враховували когнітивні, а тільки енергетичні аспекти поведінки оператора при оцінці ним ситуації, яка складається у системі при дії завод і загроз активного типу (див. рис. 2).

Глушков В. М. ввів поняття формуючої і розв'язуючої задачі системи, яку можна трактувати як ІА для розв'язування проблемних ситуацій [1]. При цьому відповідно виділені функціональні призначення (рис. 3):

- формуюча задачу система, як цілеорієнтована інтелектуальна система;
- розв'язуюча система, як цілевиконуюча інтелектуальна система синтезу стратегій досягнення мети функціонування АСУ-ТП;
- ЦС – цілеспрямована система, яка реалізує стратегію цільового управління;
- взаємодія активних систем  $AS_1 \otimes AS_2$ , як генератор проблемних задач і ситуацій, які виникають при розподілі ресурсів;
- інформаційна система як формувач образу ситуацій  $IconSit(t_i \in T_m)$ ;
- інтелектуальний агент впливу –  $IA_p$ , який формує управляючі дії на зміну стратегій поведінки систем  $AS_1 AS_2$ .

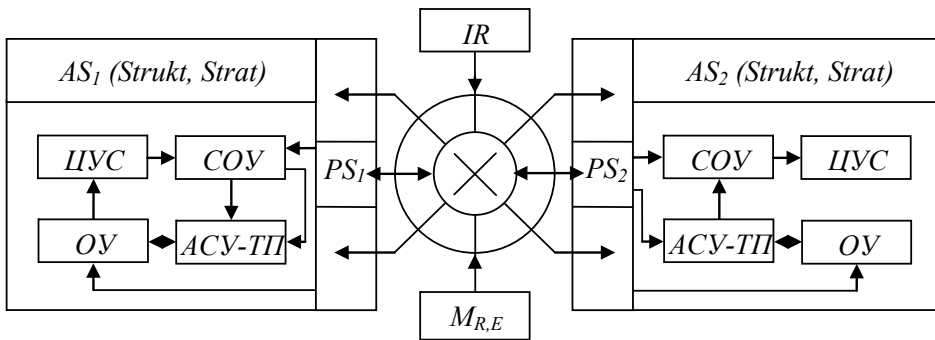


Рис. 3. Взаємодія конфліктних активних техногенних систем в умовах перерозподілу енергоактивних ресурсів

На рис. 4 наведемо спрощену модель задачі управління на основі концепції Глушкова-Рабіновича, яка відображає процес реалізації стратегій досягнення мети функціонування АСУ.

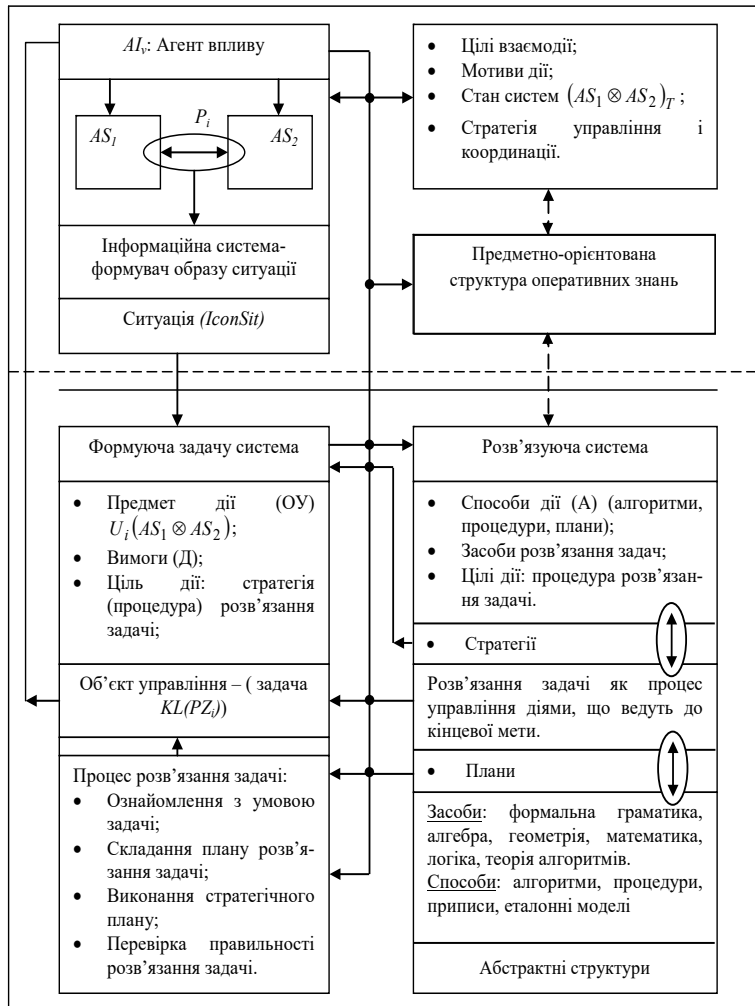


Рис. 4. Системно-інформаційна модель задачі управління Глушкова-Рабіновича, як підстава синтезу стратегій ліквідації загроз у техногенних структурах

Розглянемо інформативно-інтелектуальні характеристики ситуаційних задач та способи їх класифікації відносно формування стратегій:

- $Sit[M_{A_j}] \rightarrow [\exists Alg A_j(RZ_j)]$  – ситуація, для якої існує еталонний алгоритм розв’язання задачі  $ES$ , повне інформаційне забезпечення;
- $Sit[IAL_{A_j}] \rightarrow [\exists Alg A_{ji}(RZ_j)]$  – ситуація, коли особистість, яка виступає  $IA$  зацікавлена в розв’язанні задачі  $RZ_i$  та володіє процедурою, набором алгоритмів  $A_{ji}$  для її розв’язання та відповідним ресурсом;
- $Sit[\bar{M}_{A_j}, \bar{IAL}_{A_j}]$  коли ні експертна система  $ES$ , ні  $IA$  не володіють алгоритмами розв’язання проблемних задач, які виникають в процесі інформаційного та ресурсного конфліктів, або когнітивного перенапруження оператора при прийнятті рішень.

Відповідно виділено класи задач розв'язання яких розроблено алгоритми та стратегії розв'язання проблемних ситуацій в інтегрованій системі управління:

I.  $KLZ_j(IAL_j \otimes MA_j)$  – задачі, які розв'язує людина за допомогою експертної розв'язуючої системи, використовуючи програми  $\Pi_k$  на основі  $(\exists Alg RZ_j(\Pi_k))$ ;

II.  $KLZ_j(IAL_j \otimes \overline{MA}_j)$  – задачі, для яких необхідно створювати стратегії, алгоритми, програми, тобто їх генерація при неповній інформаційній базі даних і знань;

III.  $KLZ_j(I\overline{AL}_j \otimes MA_j)$  – задачі пошуку алгоритму в базі програм інтелектуального експерта для розв'язання ситуаційних проблем;

IV.  $KLZ_j(I\overline{AL}_j \otimes MA_j \parallel_{k=1}^m)$  – задача синтезу алгоритму розв'язання задач та синтезу програми для процедури розв'язання проблемної ситуацій в ПНО;

V.  $KLZ_j(\neg \exists Alg RZ_j)$  – клас задач, для яких на даний момент не існує алгоритмів розв'язання, що, відповідно, визначає проблемну ситуацію стратегічного управління з врахуванням загроз і когнітивних зривів.

Інформативними типами задач, зумовлено їх змісту, будуть такі процедурні ознаки інформаційного характеру:

- задачі добре означені, якщо існують алгоритми і засоби перевірки правильності розв'язку у відповідній проблемно-орієнтованій базі знань;
- задачі слабо означені, якщо в ІА немає засобів перевірки рішення;
- задачі недіалогові – існує скінчений алгоритм послідовних дій, які ведуть до мети на основі планів дій згідно вибраної стратегії;
- задачі діалогові – алгоритм рішення формується в процесі розв'язання проблеми на основі ситуаційних даних і експертної підтримки;
- задача безпошукова, якщо інформація закладена в умові, базі знань ІА достатня для створення процедури, алгоритму її розв'язання (інформаційна повнота);
- задача пошукова – вимагає додаткової інформації від зовнішніх інтелектуальних систем, які мають структурований інформаційний та логіко-когнітивний базис.

Взаємодія інтелектуальних систем (діалог) в процесі розв'язання задач ґрунтується на наступних процедурах і концепціях та грі (система – загрози):

- уточненні умови задачі на основі процедури пошуку додаткових властивостей об'єкта в базі предметно-орієнтованих знань;
- визначенні форми представлення даних і результатів для формування образу ситуації в умовах дії атак і ресурсних збурень;
- обліку і аналізу обмежень, які характеризують динаміку і структуру об'єкта та програмних систем в процесі планування дій;
- систематизації існуючих даних, їх інтелектуальному опрацюванні і формуванні нових знань при формуванні експертних рішень;
- висновку про можливість розв'язання задачі існуючими методами і засобами на основі генерації сценаріїв подій при моделюванні поведінки системи, з врахуванням когнітивних здібностей оператора;
- синтезі плану розв'язання задачі і його тестуванні з точки зору досягнення мети згідно конструктивних стратегій.



**Інформаційно-системні технології для представлення задач у правління техногенними структурами.**

Методи та інформаційні технології представлення задач в просторі станів. Повне представлення задач в актуальному та цільовому просторі станів для АСУ-ТП (рис. 5) включає:

- структури  $(R_n \times T_m)$  простору станів  $(R, T)$  – континуумі об’єкта і агрегатів;
- всі можливі стани системи в нормальних і граничних режимах;
- початковий стан об’єкта відносно цільового;
- цільовий стан об’єкта управління з означенням ліній граничного стану  $(L_A^+, L_n^+ | L_{min})$ ;
- завдання класу операторів  $A_j$  переходів від одного стану до другого на основі стратегій
- $\{\exists Strat(DC_i | U_i A_i \prod_{k=1}^m)(A_i U_i) : Z_i \rightarrow Z_{i+1} | \tau \in T_m\}$  з управліннями  $\{U_{ij}\}$ , та графами переходів  $\{g_i / T_m\}$ .

Процедура пошуку розв’язку в просторі станів полягає в побудові послідовності дій операторів  $A_i$  під управлінням  $U_{ij}$ , які перетворюють початковий стан в цільовий (план пошуку маршруту – алгоритму) [2] на підставі перебору стратегій та координації цілей в просторі станів і цільовому (рис. 5).

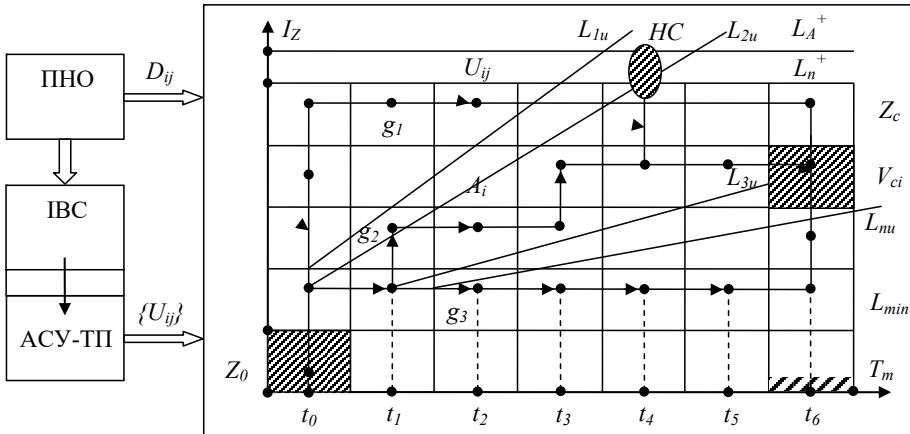


Рис. 5. Представлення задач в просторі станів через графи можливих ходів  $(g_1, g_2, g_3)$  подій в ПНО в термінальному часі  $T_m$

**Метод декомпозиції задачі.** Таке представлення задачі полягає в розбитті проблеми на підзадачі, які мають розв’язок. На основі локальних розв’язків будується загальний сумарний розв’язок у вигляді комбінацій логічних правил над графами подій  $\{\prod_i^R | T_m\}$ ;  $\{\prod_i^R | C_{gi} : H_i Z_t \rightarrow V_{Ci}\}$ .

На основі розбиття структури задачі (рис. 6) будується набір графів редукції задачі при дії факторів на стан системи  $F_A \equiv \{B, C, D | E, F, G, H, I\}$ .

Відповідно до дії факторів впливу вибирається план управляючих дій згідно стратегії досягнення мети і протидії збуренням з врахування індикаторів ознак ступеня впливу  $(F_{Ai})$ .

На кожному кроці графу дій, згідно вибраної стратегії і плану дій, оцінюється ситуація в момент  $t_i \in \tau_m$ , та формується хід управляючих впливів на об'єкт техногенної системи.

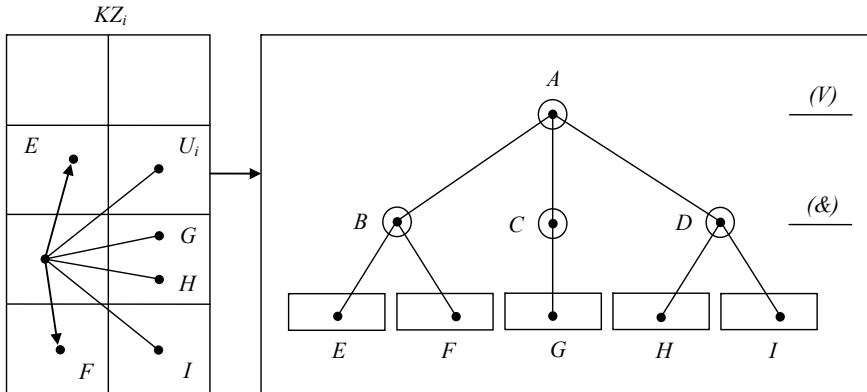


Рис. 6. Граф редукції компоненти задачі  $F_A \equiv \{B, C, D | E, F, G, H, I\}$  при дії факторів впливу

Тоді маємо гіпотези, щодо існування процедури розв'язання задачі згідно стратегій, які генеруються інтелектуальним агентом:

$$\left. \begin{aligned} H_1 : \exists PRZ_1(E, F) \mapsto PRZ(B) \\ H_2 : \exists PRZ_2(G) \mapsto PRZ(C) \\ H_3 : \exists PRZ_3(H, I) \mapsto PRZ(D) \end{aligned} \right\} \mapsto (\exists PRZ(PSitA)) \Rightarrow (\exists StratRPSitA)$$

де  $PRZ_i$  – процедура розв'язання проблемної задачі, вибрана при сформованій інформаційній базі опису ситуацій в момент часу  $t_i \in \tau_{mi}$ .

Враховуючи вище сказане можна записати систему умов для декомпозиції процедури в правила і алгоритми у вигляді схеми виводу:

$$\left. \begin{aligned} (PRZ(E) \wedge PRZ(F)) \Rightarrow PRZ(B) \\ PRZ(G) \Rightarrow PRZ(C) \\ PRZ(H) \wedge PRZ(I) \Rightarrow PRZ(D) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \bigwedge_{i=1}^3 PRZ(B, C, D) \mapsto A$$

Система умов визначає логічну структуру формування рішень без врахування когнітивної організації профорієнтованих знань особи –  $IA_i$ .

*Представлення задачі синтезу стратегічного управління у вигляді логіко – лінгвістичних правил виводу.*

Логіко-математичні задачі можуть бути сформульовані у вигляді теорем, які необхідно довести (головоломки, ігрові задачі, прийняття рішень планування дій, синтез стратегій).

Структура задачі формується у вигляді блок схеми (рис. 7) когнітивно-логічного формувача задачі управління.

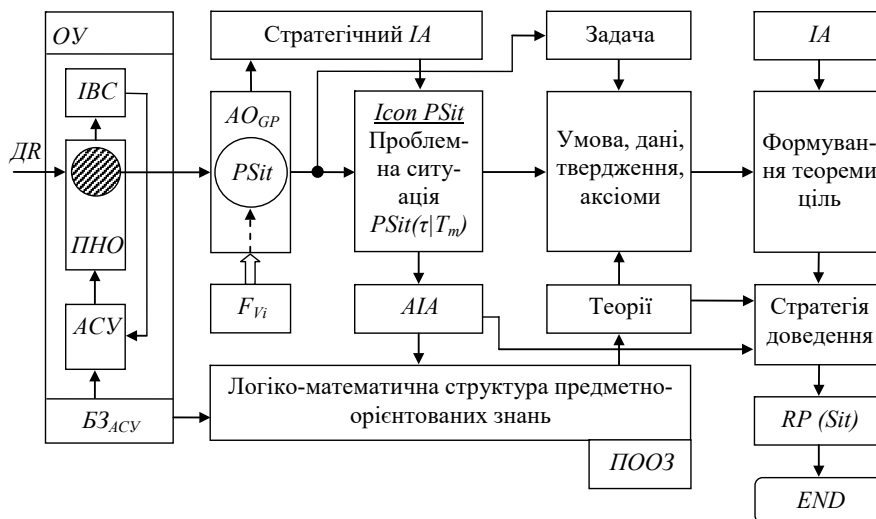


Рис. 7. Структура когнітивно-логічного формувача задачі, управління в умовах ризику рішень, де  $AO_{GP}$  – активний об’єкт генерації проблемних ситуацій у вигляді образу ( $Icon PSit$ ),  $AIA$  – активний інтелектуальний агент,  $ПООЗ$  – предметно-орієнтована область знань,  $RP(Sit)$  – розв’язок проблемної ситуації

Стратегія розв’язання проблемної задачі у вигляді теореми ґрунтується на основі композиції базових аксіом (рис. 8) в структурі предметно-орієнтованої області знань ( $ПООЗ$ ). Тоді маємо наступні логіко-лінгвістичні вирази:  $\exists N\{LA_{i=1}^n\}$ ;  $\exists N\{L\Pi_i | C_i\}$ ;  $\exists N\{Strat U_{ij} | C_i\}$  для оцінки ситуації, і згідно них можливо побудувати логіко-лінгвістичні вирази щодо правил ціле-орієнтованих висновків:

$$\exists\{Strat U_{ij} | C_i\} \Rightarrow L\Pi_i \left\{ \bigotimes_{i=1}^R A_i \right\} : \exists g(Z_0 \rightarrow Z_{gi})_{T_m}$$

Відповідно для логічних правил  $L\Pi_i$  – композиції аксіом забезпечують побудову графа маршруту досягнення мети при чіткому описі проблемної ситуації.

### Стратегія розв’язання проблеми.

Схема інтелектуального генератора вирішувача процедур в СППР має ієрархічну структуру, яка включає наступні рівні управління (рис. 8):

- ПНО – потенційно-небезпечний об’єкт техногенної системи;
- ІВС – інформаційно-вимірювальна система відбору даних про стан об’єкта;
- АІА – активний інтелектуальний агент постановочних ситуаційних задач прийняття управлінських рішень в умовах дії загроз на управління;
- СППРЗ – система генерації процедур розв’язання задач, яка входить в систему СППР стратегічного інтелектуального агента;
- ІГРР – інтелектуальний генератор процедур розв’язання ціле орієнтованих задач управління в умовах дії загроз;
- РГАД – процедурний генератор активних управляючих дій при дії комплексу загроз.

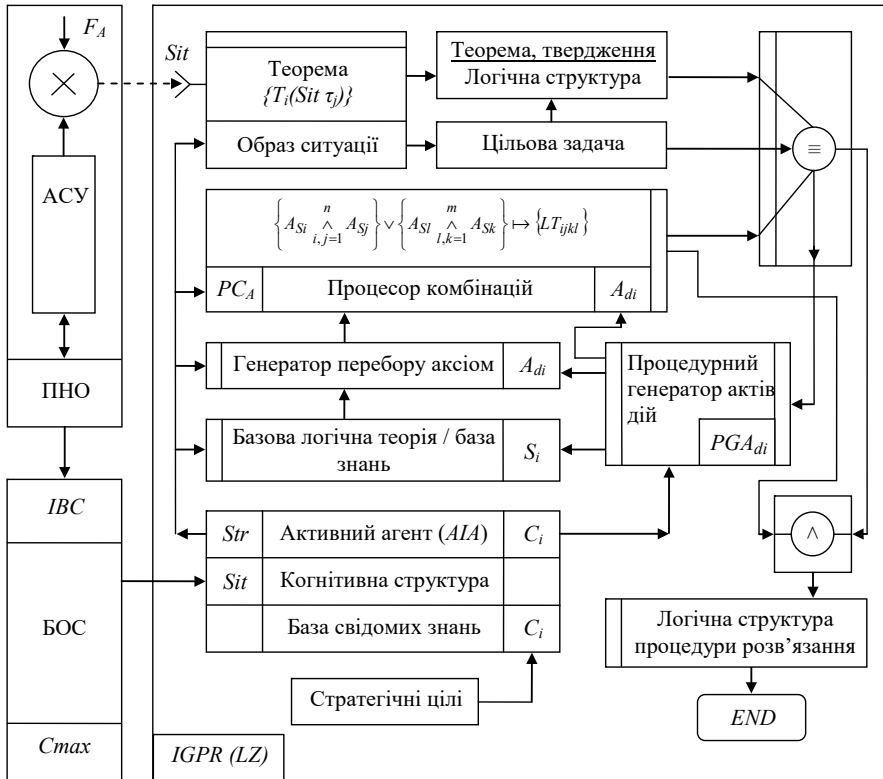


Рис. 8. Схема інтелектуального генератора процедур розв'язання управлінських логічних задач,

де AIA – активний інтелектуальний агент,

IGPR(LZ) – інтелектуальний генератор процедури розв'язання логічних задач,

$A_{di}$  – аксіоми  $\{A_{Si} \wedge_{i=1}^n\}$  – системи аксіом,

$PC_A$  – процесор комбінації аксіом,

$PGA_{di}$  – процедурний генератор актів дій

*Евристичні методи генерації стратегій розв'язання управлінських проблемних задач в техногенних системах в умовах дії активних загроз і ризиках когнітивного збою.*

Для розв'язання задач з ієрархічною структурою необхідно комбінувати всі вищенаведені методи. Ціль ставиться у вигляді: «застосувати оператор  $A_i$  до ситуації  $Sit(t_j | \mathcal{D}C_i)$ ». Відображає деякі відмінності між еталонним планом поведінки і даною ситуацією в досліджуваній системі.

Виходячи з цього можна виділити наступні проблеми генерації стратегій управління:

- проблему перетворень та правдоподібності образів ситуацій з метою одержання індикаторів відхилення системи від цільової області;
- проблему оцінки образів ситуацій в просторі станів та цільовому просторі системи управління в умовах дії ресурсних інформаційних загроз;

- проблему побудови структури простору станів потенційно-небезпечного об'єкта та спряжену з ним структуру цільового;
- проблема класифікації образів ситуацій та їх відображення в АСУ;
- синтез критеріїв для вибору методів розв'язання проблеми кризового стану та виділення індикаторів інформаційного та когнітивного збою управлінського процесу;
- нормалізацію класів ознак для побудови індикаторів стану;
- синтез стратегій побудови правил прийняття рішень для досягнення мети;
- наповнення знаннями когнітивної структури (ІА – оператор) та бази даних і знань оперативної системи управління.

*Модель вирішувача задач в інтегрованих інтелектуальних системах управління при дії інформаційних атак і збурень.*

Вирішувач інтелектуальних задач – система, яка сприймає формалізований опис задачі, з предметної області, в якій існує проблемна ситуація, і на основі даного опису згідно з правилами  $\pi_R$  розробляє план її вирішення.

Схема етапів системного аналізу та процедури формування цільових рішень [2, 6] ґрунтується на:

П1) аналізі поточної ситуації  $\{Sit_0(\mathcal{DS}) \rightarrow Sit_j(\mathcal{DS}) \rightarrow\}$ ;

П2) порівнянні поточної ситуації з еталонною цільовою на основі процедури прийняття рішень та правил, схем висновків –  $\pi_R$  згідно з цільовою задачею формування сценарію:

$$\pi_R : \left\{ \begin{array}{l} Sit_j(\Pi S) \overset{\Delta}{\Leftrightarrow} Sit_E(\pi S / C_i) \rightarrow End \\ Sit_j(\Pi S) \Leftrightarrow Sit_E(\pi S / C_j) \Rightarrow Sit_k(\Pi S) \Rightarrow \end{array} \right. \Rightarrow [\dots] \Leftrightarrow [Sit_m(\Pi S) \neq Sit_E(\Pi S / C_i)],$$

де  $Sit(\mathcal{DS} / C_i)$  – ситуація в проблемній системі відносно цільового стану;

П3) виборі правил  $\pi_{R_j}$ , які необхідно використати оператору, щоб зменшити розходження між поточним і еталонним образом;

П4) послідовності застосування набору правил  $\pi_{R_j} (j = 1, N)$  доки не наступить подібність поточного і цільового образу;

П5) поверненні на  $\Pi_1$  при досягненні цільової області за рахунок компенсації інформаційних, ресурсних та когнітивних збоїв в ході управлінського процесу.

Типи задач управління, які визначають стратегії досягнення цілі техногенною системою в умовах дії загроз та ресурсних збоїв:

1)  $\pi Z_1 : T(A, B), \exists \pi_R(T) : A \rightarrow B$  – переведення ситуації  $A$  до ситуації  $B$  на основі оператора  $T$  в правилі  $\pi_R(T)$ ;

2)  $\pi Z_2 : C(D, O, A, B), \exists \pi_R(D, O) : SitA \xrightarrow{d_i} SitB$  – переведення ситуації  $A$  до ситуації  $B$  за допомогою оператора  $O$  з мінімальною відмінністю  $d_j \in D$ ;

3)  $\pi Z_3 : R(O_I, A), \exists \pi_R(O_I / A)$ ;  $O_I : SitA \rightarrow IconX$  застосувати оператор дію  $A_I$  до ситуації  $A$  і сформуванати новий образ  $Icon X$  ситуації.

Ці схеми можуть бути застосовані до вирішення класу задач незалежно від предметної області. На попередньому етапі необхідно зафіксувати перелік задач, як можливі відмінності між поточною і бажаною ситуацією, зафіксувати перелік операторів, які узгоджують ці відмінності.

Взаємозв'язок системних та інформаційних задач в процесі розв'язання проблеми прийняття рішень на цілеорієнтоване управління техногенною структурою.

Нехай маємо:  $S = Sit(t_0)$  – початкова ситуація;  $Q = Sit(Q/T_m)$  – бажана (цільова), які визначаються параметрами в просторах стану і цільовому:

1. Якщо  $\exists d_T \in D, d_T < d_{min} : T(S, Q) : \pi_R(T) : \left( IconS \stackrel{d}{=} IconQ \right)$ , тоді задача вирішена.

2. Якщо  $\exists d_T \in D, (d_T > d_{min}) : (IconS \neq IconQ)$ , тоді переходимо до нового правила, яке може зменшити відмінність образів.

Якщо виконується умова існування стратегії досягнення мети то можна сформулювати правило:

$$\begin{aligned} \pi_R[C(D, O, A, B)] : \exists O_i \subset O, O_i : (d \rightarrow d_{min}^* \leq d_{min}) &\Rightarrow \{ \exists Strat(U/C_i), \exists \{ \pi_R \} \} \\ \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \pi_R(D, O_i) : \left( IconS \stackrel{d_i^*}{=} IconQ \right) \mapsto End \\ \pi_R(D, O_i) : (IconS \neq IconQ) \mapsto [\pi_R(O, S)] \end{array} \right. \end{aligned}$$

виконується або не виконується, тоді переходимо до нового правила. Згідно з цим правилом встановлюються умови  $\{H_i\} \subset H$ , за яких оператор  $\{O_j\} \subset O$  може бути застосований до ситуації  $S$ , для якої маємо наступний ситуаційний стан:

$$\begin{cases} T(S^*, Q) : \exists \pi_R(T) : (S \rightarrow S^* \rightarrow Q / H) \rightarrow [End] \\ T(S^*, Q) : \neg \exists \pi_R(T / H) : (S \rightarrow S^* \rightarrow \dots \rightarrow Q) \end{cases}$$

(тоді виникають дві нові підзадачі) – які можна представити у вигляді:

$$T(S, H), \exists \pi_R(T_h) : (S \rightarrow H); T(S, Q), \exists \pi_R(T_q) : (H \rightarrow Q).$$

Основною проблемою вибору правил та операторів є визначення алгоритму (процедури) класифікації тих варіантів, що ведуть до закінчення циклу рішень з врахуванням причинно-наслідкових зв'язків в рамках бази знань інтелектуальної системи, а при їх неповноті необхідно формувати образно-асоціативні сценарії руху до мети.

### **Інтелектуальна система, як модель вирішувача задач управління.**

Інтелектуальна система, як вирішувач задач, повинна мати в своєму розпорядженні загальноінтелектуальні процедури, придатні для вирішення широкого класу задач. В іншому випадку необхідно переходити до логіко-когнітивних моделей ІА та САПР.

Ці процедури в процесі їх застосування повинні формувати нові знання на основі існуючої бази знань, нові алгоритми вирішення конкретних задач на основі знань аналізу алгоритмів і правил прийняття цілеорієнтованих рішень та активізації когнітивних структур ІА.

### Проблема формування рішень в ситуаціях дії загроз.

Моделі логіки предикатів, як основа формувань змістовних тверджень при прийнятті ситуативних рішень на управління оператором є базовими при побудові правил і процедур виконавчих дій.

Логічні моделі визначають істинність тверджень незалежно від змінних, для кожного класу понять, виділених за ознакою  $(\theta F \rightarrow KL_A^F(\theta))$ .

Наведемо базові структурні логічні закони, які є основою інформаційних схем і структур для побудови правил прийняття рішень при оцінці змісту тверджень в ланцюгах і сценаріях розвитку подій в когнітивних структурах особистості та використовуються в процедурах управління:

- твердження істинності з запереченням:  $\forall x [F(x) \vee \sim F(x)]$ ;
- закон виключення третього на відношенні  $R$ :  $\forall x \forall y [R(x, y) \vee \sim R(x, y)]$ ;
- закон нейтральності твердження:  $\forall x [F(x) \rightarrow G(x)]$ ;
- закон протиріччя твердження:  $\exists x [F(x) \wedge \sim F(x)]$ ;
- закон еквівалентності тверджень для предикатів:

$$\forall x \in A : ([F(x) \rightarrow G(x)] \leftrightarrow [\sim F(x) \vee G(x)]);$$

- закон еквівалентності відношень для множин  $x \in X, y \in Y$ :

$$\forall (x, y) \in A : [R(x, y) \rightarrow S(x, y)] \leftrightarrow [\sim R(x, y) \vee S(x, y)];$$

$$\forall (x, y) \in A : \forall x \forall y \{ [R(x, y) \rightarrow S(x, y)] \leftrightarrow [\sim R(x, y) \vee S(x, y)] \};$$

- закон протиріччя тверджень:  $\exists x [F(x) \wedge \sim F(x)] \wedge \forall x G(x)$ ;
- закон наслідування властивостей елементів на множині  $[X \rightarrow Y]$ :  
 $\forall x F(x) \rightarrow F(y), (x, y) \in A; F(y) \rightarrow \exists x F(x); \forall x F(x) \rightarrow \exists x F(x)$ .

На основі транзитивності імплікації будується процедура квантифікованого виводу про ситуацію, яку через сенсорну систему у вигляді уявного інформаційного образу, відображає в оперативній свідомій пам'яті сценарії ходу подій:

$$PR_v : \left\{ \begin{array}{l} \forall x F(x) \rightarrow F(y) \\ F(y) \rightarrow \exists x F(x) \\ \forall x F(x) \rightarrow \exists x F(x) \end{array} \right\} \forall x \in A; A \neq \emptyset.$$

### Аналіз правил прийняття цілеорієнтованих рішень.

$$П_1: \forall x [F(x) \wedge G(x)] \leftrightarrow [\forall x F(x) \wedge \forall x G(x)]$$

$$П_2: \exists x [F(x) \wedge G(x)] \rightarrow [\exists x F(x) \wedge \exists x G(x)];$$

$$П_3: [\forall x F(x) \vee \forall x G(x)] \rightarrow \forall x [F(x) \vee G(x)];$$

$$П_4: \exists x [F(x) \vee G(x)] \leftrightarrow [\exists x F(x) \vee \exists x G(x)];$$

$$П_5: \forall x [F(x) \rightarrow G(x)] \rightarrow [\forall x F(x) \rightarrow \forall x G(x)];$$

$$\forall x \forall y [R(x, y) \rightarrow S(x, y)] \rightarrow$$

$$П_6: [\forall x \forall y R(x, y) \rightarrow \forall x \forall y S(x, y)];$$

$$\exists x \exists y [R(x, y) \wedge S(x, y)] \rightarrow$$

$$П_7: [\exists x \exists y R(x, y) \wedge \exists x \exists y S(x, y)].$$

 $BS$ 
 $\rightarrow \otimes \rightarrow$ 

Виявлення  
кризових  
точок в  
ланцюгах  
планів дій

Правила в розділяючих процедурах, які вирізняють властивості  $F$ ,  $G$  для елементів поняття з класу  $KL_A^{F,G}(\theta_i)$  подамо у формі [11, 17] змістовних тверджень, сенс яких розрізняється на когнітивному рівні з метою виявлення збоїв в ланцюгах рішень, що є підставою оцінки суперечливості ланок в дереві рішень.

*Ситуаційні правила виводу логіки предикатів при синтезі процедур прийняття рішень на основі графів і дерев виводу.*

Як із загально-значимих імплікацій, так і з відношень еквівалентності, можна отримати правила виводу. Розглянемо такі правила, що забезпечують диференціацію ситуацій: [8-13]

$\Pi_{1V}$ :  $|\forall x F(x) \rightarrow F(y)| \leftrightarrow \left| \frac{\forall x F(x)}{F(y)} \right|$  – ознака для кожного елемента відповідає елементам всього класу;

$\Pi_{2V}$ :  $|F(y) \rightarrow \exists x F(x)| \leftrightarrow \left| \frac{F(y)}{\exists x F(x)} \right|$  – ознака  $A$ , характерна для  $y$ , вказує на існування хоч одного елемента  $x$  з цією ознакою.

Розглянемо зв'язок загальних висловлень з твердженнями, пов'язаними з кванторами існування при порівнянні еталонних та реальних образів ситуацій в свідомій когнітивній структурі оператора (інтелектуального агента – управління), який характеризується здатністю до:

1. інтелектуальної обробки даних;
2. логіки мислення при прийнятті рішень;
3. генерації ідей, щодо розв'язання ситуацій в умовах ризику;
4. виконання когнітивних операцій управління;
5. пошуку нестандартних методів пошуку способу виходу з ризику.

$$\Pi_{1R}: \left| \frac{\forall x F(x)}{\sim \exists x \sim F(x)} \leftrightarrow \frac{\sim \exists x \sim F(x)}{\forall x F(x)} \right|;$$

$$\Pi_{2R}: \left| \frac{\sim \forall x F(x)}{\exists x \sim F(x)} \leftrightarrow \frac{\sim \exists x \sim F(x)}{\sim \forall x F(x)} \right|;$$

$$\Pi_{3R}: \left| \frac{\exists x F(x)}{\sim \forall x \sim F(x)} \leftrightarrow \frac{\sim \forall x \sim F(x)}{\exists x F(x)} \right|;$$

$$\Pi_{4R}: \left| \frac{\sim \exists x F(x)}{\forall x \sim F(x)} \leftrightarrow \frac{\forall x \sim F(x)}{\sim \exists x F(x)} \right|.$$



*Синтез структурної схеми для побудови логічних правил і процедур формування цільових рішень інтелектуальним агентом*

Згідно з цими правилами побудуємо структурну схему моделей виводу, які є інформаційною основою процесу прийняття цілеорієнтованих рішень на основі побудови ситуаційних дерев (рис. 9).

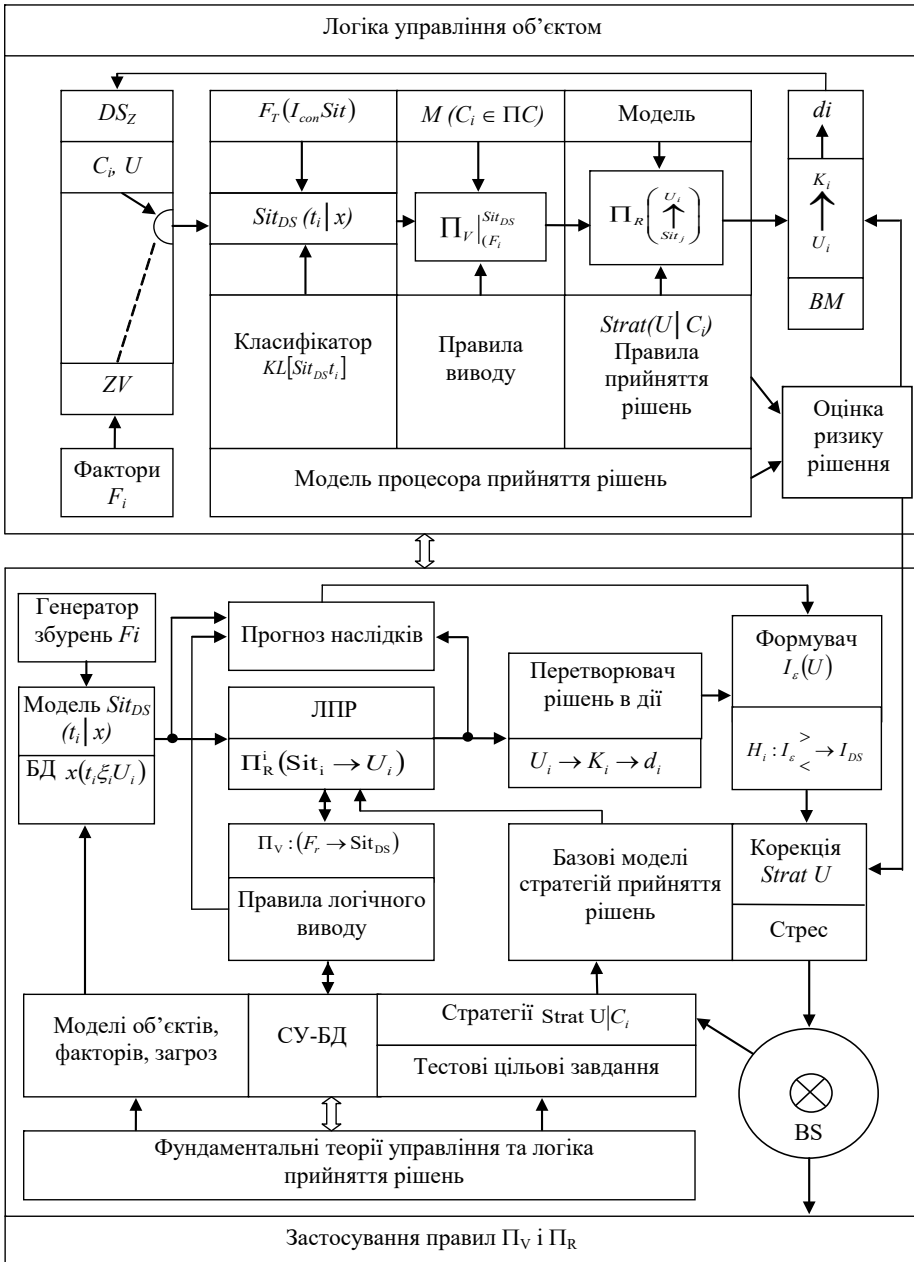


Рис. 9. Блок-схема моделі правил виводу в процесі прийняття рішень з інтелектуальним агентом – (ІА)

Блок-схема включає такі інтелектуальні структури [19-22]:

- модель процесора прийняття рішень, як інтелектуального локального агента, який реагує на фактори впливу  $\{F_i\}$ ;
- модель ЛПР, як управляючого інтелектуального агента з заданою стратегією управління і базою правил логічного виводу.

Схема має два структурні блоки, які відображають модель взаємодії активного агента з об'єктом згідно цільової задачі у відповідній послідовності.

1. *Блок формування дії* включає (інформаційний аспект):

- відбір даних про стан об'єкта;
- класифікацію ознак ситуації на об'єкті;
- правила виводу про стан об'єкта на основі оцінки ситуації згідно ознак;
- прийняття рішень для досягнення мети на основі верифікації згенерованих гіпотез про спосіб досягнення мети.

2. *Блок інтелектуального агента* (як особистості, що приймає рішення, концепція М. Згуровського [14]), який включає логіко-інформаційні компоненти процедури прийняття рішень та її інтелектуального забезпечення: бази даних і знань, генератори стратегій і нейропроцесори.

Відповідно процедури перевірки гіпотез, при прийнятті рішень та оцінці динамічних образів ситуацій, поділяються на два класи:

I.  $(KL-C_i)$  – про степінь включення системи в цільову область

$$H_{1C} : Z(t, u_i, \zeta_i) \in V(C_i / \Pi C_S) \Rightarrow [Real C_i],$$

$$H_{2C} : Z(t, u_j, \zeta_j) \notin V(C_i / \Pi C_S) \Rightarrow [Real C_i].$$

II.  $RL_{\Delta}(I_k)$  – про динамічне розходження траєкторій руху до цілі на основі метрики  $\Delta_r = [Z(t, u_i, \zeta_i) - Z_l(t, T_{mer})] \geq 0$  відносно  $\Delta_c$ :

$$H_{1i} : \Delta_{r_i} \geq \Delta C_T (\forall t \in T_{mer}) \Rightarrow (u_i > 0), u_i \in KL Strat C_i,$$

$$H_{2j} : \Delta_{r_j} < \Delta C_T (\forall \tau \in T_j \subset T_{mer}) \Rightarrow (u_j > 0).$$

Відповідно ефективність управління згідно функціоналів якості визначається на основі гіпотез щодо стратегій управління:

$$H_{1k} : (I_k > I_l) \Rightarrow opt[Strat(u_i / C_i)],$$

$$H_{2k} : (I_k < I_l) \Rightarrow Koord[Strat(u_i / C_i)],$$

де  $(H_{1C} H_{2C})$  – цілеорієнтовані гіпотези відносно параметра стану –  $Z$ , управління –  $u_p$ , збурення  $\zeta$ ;  $V(C_i / \Pi C_S)$  – цільова область в просторі системи;

$KLStrat C_i$  – клас цільових стратегій;

$\Delta_r$  – траєкторне розходження;

$I_k, I_l$  – функціонали якості;

$opt[]$  – оптимізація стратегій;

$koord[]$  – координація локальних стратегій управління.

Синтез стратегій формування цільових стратегій ґрунтується на інформа-

ційних процедурах, які описують активну взаємодію ( $OY \leftrightarrow IA$ ) і при цьому виконуються операції:

- активне зондування об'єкта та відбір, виявлення даних, їх оцінювання з метою ранжування значень параметра стану;
- процедура завантаження простору станів в цільовий, опис області положення цілі та її параметризація на основі інтервального рангового розбиття, яке покриває його;
- процедура формування образу динамічної ситуації та операція класифікації його відносно положення цілі на основі правил перевірки гіпотез;
- стратегія досягнення мети, яка включає: процедури побудови траєкторії руху об'єкта до мети через блочне покриття (координати); процедури вибору альтернатив відносно цілеорієнтації, узгодження системи альтернатив з набором управляючих команд;
- процедури прийняття рішень на основі класифікації ситуацій згідно процедури перевірки гіпотез.

Тоді схема формування рішень має вигляд логіко-інформаційних ланцюгів і залежить від когнітивного та інтелектуального рівня оперативного персоналу.

На підставі системного аналізу проблеми управління з участю людини розглянуто когнітивно-інформаційні фактори, які важливі для прийняття рішень. Структура факторів здатності приймати рішення включає наступні компонент і системи (рис. 10) та таблиці.

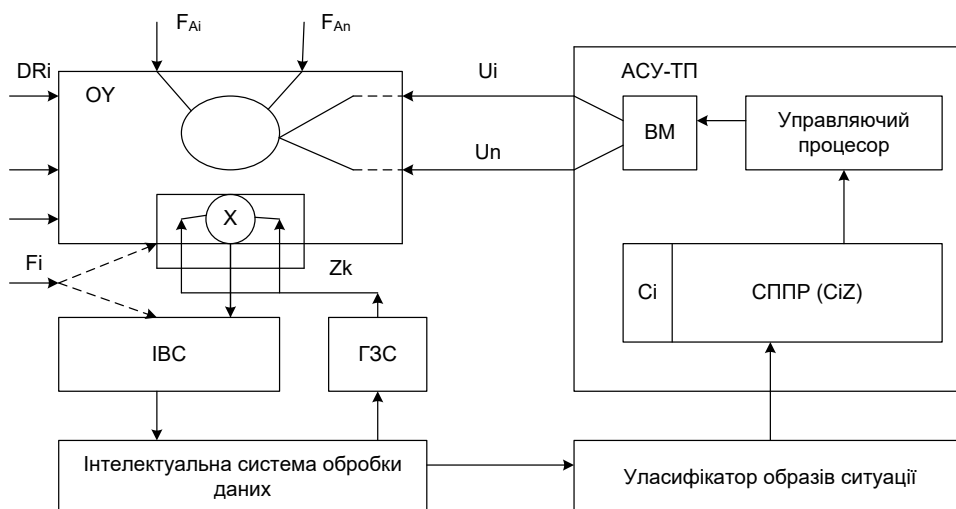


Рис. 10. Структурна схема протидії факторам впливу на АСУ-ТП, які створюють ситуацію ризику,

де  $DRi$  – джерела ресурсів,

$Fi$  – інформаційні фактори,

$ZK$  – область контролю об'єкта,

ГЗС – генератор зондуючих сигналів,

$(Ciz)$  – цільове завдання,

$\{F_{Ai}\}$  – фактори активного впливу,

$OY$  – об'єкт управління,

IBC – інформаційно-вимірювальна система,

$\{U_i\}$  – управляючі дії,

ВМ – виконавчий механізм

Відповідно побудуємо таблицю 1 і таблицю 2, які характеризують здатність оператора до прийняття управлінських рішень.

Експертні оцінки когнітивних компонент ( $CF_i$ ,  $PR_i$ ) для прийняття рішень управлінцем.

Таблиця 1

### Когнітивні операції для управління

Фактор	Логнітивні акти	Kd	Kr
		інтервали	значення
$CF_1$	реалізація цілі	0,8-1,0	0,6-0,9
$CF_2$	цілеорієнтація	0,8-1,0	0,5-,8
$CF_3$	генерація стратегій	0,7-1,0	0,5-0,8
$CF_4$	логіка управління	0,6-1,0	0,4-0,7
$CF_5$	оцінка виконаних дій	0,5-1,0	0,5-0,7
$PR_1$	планування дій	0,6-1,0	0,5-0,8
$PR_2$	вибір альтернатив	0,6-1,0	0,5-0,8
$PR_3$	помилковий вибір $\Omega_i$	0,5-1,0	0,3-0,7
$PR_4$	креативність	0,7-1,0	0,6-0,9
$PR_5$	генерація цілей	0,8-1,0	0,6-0,8
$PR_6$	оцінка ситуацій	0,5-1,0	0,5-0,9
$PR_7$	процедура логіки $RZ$	0,7-1,0	0,7-0,9
$PR_8$	процедури координації	0,8-1,0	0,7-0,9

Експертна оцінка (II) логіки мислення

Таблиця 2

### Когнітивні компоненти ІТ – технології (КCi)

Компоненти	Інформаційні операції	Інтервали $Kd$ , $Kr$	
KCm	когнітивні моделі ціле орієнтованого мислення	0,6-0,95	0,50-0,95
KCd	аналітичний аналіз даних	0,5-0,95	0,50-0,95
KCe	логіка мислення, КІА	0,15-0,95	0,4-0,95
KCa	алгоритмізація когнітивних процесів	0,10-0,95	0,25-0,90
KCz	когнітивний аналіз сутності ситуаційних задач і проблем	0,15-0,85	0,40-0,55
KCp	когнітивні процедури формування схем розв'язання задач	0,14-0,90	0,4-0,85
KCi	виявлення інформаційної сутності проблемних задач	0,25-0,90	0,60-0,95
KCr	використання інформаційних технологій для розв'язання проблем	0,30-0,90	0,60-0,95
KCdv	когнітивна обробка потоків даних КІА одержаних від об'єкта	0,30-0,85	0,40-0,90
KCl	когнітивні моделі логіки прийняття рішень інтелектуальним агентом	0,4-0,90	0,40-0,90

Когнітивні коефіцієнти експертної оцінки інтелектуальних здібностей визначені на підставі обробки даних тестів  $\{PR_i|_{i=1}^n\}$ ,  $\{\forall PR_i \in [0,5 - 1,0]\}$ ,  $\{KC_i|_{i=1}^b\}$ ,

$\{PR_i|_{i=1}^n\}, \{\forall KCi \in [0,7 - 1,0]\}$  і визначають якість прийняття рішень оператором в умовах дії загроз.

Відповідно маємо оцінки якості прийняття рішень на управління інтелектуальним агентом

$$IA_n \left[ \begin{array}{l} \rightarrow [0,5 - 0,7] \rightarrow [Rick \rightarrow n] \\ \wedge_i \{PR_i | i = 1, n\} \rightarrow [0,7 - 0,8] \rightarrow [Alarm] \\ \rightarrow [0,8 - 1,0] \rightarrow [Norma] \end{array} \right]$$

Оцінка рівня ризику ґрунтується на наступних моделях, які характеризують процеси прийняття управлінських рішень оператором ІА:

1. Ймовірна модель ризику на момент  $(t \in T_{nk})$

$$Risk(t_i \in T_{nk}) = L_{pi} \{P_i / C_i\}_{it} \rightarrow \{P_{i+1} / C_{in}\}_{it+1} \rightarrow [Alarm]$$

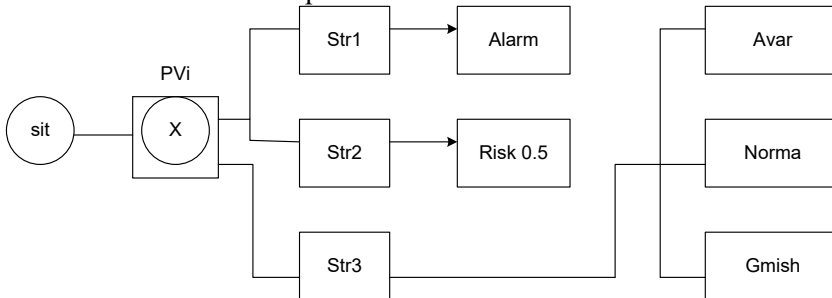
де  $P_i$  – ймовірність неправильних рішень, які ведуть до наслідків  $\{C_i\}$  – збою цільового завдання в аварійну область.

2. Збиткова модель оцінки ризику [22] при оцінці аварійної ситуації:

$$Risk(P / Cui) \rightarrow \emptyset \rightarrow \begin{cases} H_{ij} : C_i \in C_v \rightarrow (\alpha_r \rightarrow 0) \\ H_{i2} : C_i \notin C_v \rightarrow (\alpha_r \rightarrow 1) \end{cases}$$

Визначає максимум втрат при виході з цільової області управління  $(C_v)$ .

3. Оцінка ризику на підставі дерева рішень при управлінні в умовах загроз граничного навантаження енергоактивних блоків техногенної системи.



де  $PVi$  – процедура вибору,

$\{Str_3\}$  - стратегії вибору управляючих дій.

1. Методи платіжних функцій для втрат структури, ресурсів, продукції [23-25].

2. Для оцінки рівня ризиків при дії загроз і збоїв управління використано процедури перевірки гіпотез у вигляді:

$$H_1 : \forall x [P(x) \Rightarrow Q(x)], P(x) = Z_j \in B_i ;$$

$$H_2 : \forall x [Q(x) \Rightarrow R(x)], Q(x) = Z_{j+1} \in B_{j+1}.$$

Тоді умова досягнення цільового стану задана

$$C_i : \forall x [P(x) \Rightarrow R(x)], \text{tra}R(x) \equiv (Z_j \rightarrow Z_{j+1} \rightarrow Z_{j+2}), R(x) \equiv Z_{j+2} \in B_c.$$

Ці ланцюги можуть блокуватися в умовах стресу, що приводить до збою управлінських дій та аварійних ситуацій.

**Висновок.** Розглянуто проблему логічного обґрунтування правил прийняття рішень в інтелектуальних системах, обґрунтовано схему діалогу та схему прийняття ситуаційних рішень, як основ синтезу стратегій допустимої поведінки людини (активного агента). Показано, що в стані ступору ланцюги розгортання в процесі логічного цілеорієнтованого виводу і оцінки сценарію подій можуть блокуватись, що приводить до втрати керованості ІАСУ на певний термінальний час.

Розглянуто проблему формування стратегій прийняття цільових рішень для управління складними об'єктами на основі активного інтелектуального агента як цілевиконаючої системи в структурі інтегрованих автоматизованих систем управління. Обґрунтовано методи побудови експертних оцінок для перевірки когнітивних здібностей операторів – інтелектуальних агентів.

### Список використаних джерел

1. Глушков В. М. Введение в АСУ. – К.: Техніка, 1974. – 317 с.
2. Дурняк Б. В. Автоматизовані людино-машинні системи управління інтегрованими ієрархічними організаційними та виробничими структурами в умовах ризику і конфліктів: Монографія / Б. В. Дурняк, Л. С. Сікора, М. С. Антоник, Р. Л Ткачук. – Львів: Українська академія друкарства, 2013. – 514 с.
3. Дурняк Б. В. Когнітивні моделі формування стратегій оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків і конфліктів: Монографія / Б. В. Дурняк, Л. С. Сікора, М. С. Антоник, Р. Л Ткачук. – Львів: Українська академія друкарства, 2013. – 449 с.
4. Зайцев В. С. Системный анализ операторской деятельности / В. С. Зайцев – М.: Сов. Радио, 1990. – 120 с.
5. Кабикин В. Е. Диагностика оперативного мышления / В. Е. Кабикин – К.: Наук. дум., 1977. – 110 с.
6. Поспелов Г. С. Ситуационное управление. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
7. Сікора Л. С. Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику / Л. С. Сікора. – Львів: ЦСД «ЕБТЕС», 2009. – 432 с.: схеми, табл.
8. Человек и вычислительная техника / ред. В. М. Глушков – К.: Наук. думка, 1971. – 290 с.
9. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1989. – 384 с.
10. Войченко А.П., Данилова О.В. Использование агентных технологий при создании центра дистанционного обучения / УСиМ №5. – К.І.К. АН України, 2003. – С.42-51.
11. Глибовецький М.М., Отецький О.В. Штучний інтелект. – К.: Академія, 2002.– 366 с.
12. Грэхен И. Объектно-ориентированные методы. – М.: «Вильямс», 2004. – 880 с.
13. Sikora, L., Tkachuk, R., Lysa, N., Dronyuk, I., Fedevych, O.: Information and Logic Cognitive Technologies of Decision-making in Risk Conditions. IntellTSIS

2020. Proceedings of the 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security. (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073) Khmelnytskyi, Ukraine, June 10-12, 2020. Vol. 2623, pp. 340-356. (2020).
14. Згуровский М.З., Доброногов А.В., Померанцева Т.Н. Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа. – К.: Наукова думка, 1997. – 283 с.
  15. Зеит В. Элементарная логика. – М.: Высшая шк., 1985. – 256 с.
  16. Информационные технологии в бизнесе / Ред. Желены М. – СПб.: Питер, 2002. – 117 с.
  17. Люггер Дж.Ф Искусственный интеллект: стратегия и методы решения сложных проблем. – М. Вильямс, 2003. – 864 с.
  18. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Яворський Б. І. Інформаційні та лазерні технології відбору потоків даних та їх когнітивна інтерпретація в автоматизованих системах управління : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2017. – 648 с.
  19. Лиса Н.К. Інформаційні технології створення систем екологічного моніторингу крайових техногенних структур. Львів : Українська академія друкарства, 2020. 224 с.
  20. Сікора Л.С., Лиса Н.К. Інформаційні та лазерні технології створення систем екологічного моніторингу енергоактивних техногенних виробничих структур. – Львів : Українська академія друкарства, 2019. 370 с.
  21. Мамоно Н.І. Економічний ризик і методи його вимірювання. – К. ЦНЛ. 2003 – 188с.
  22. Орел С.М. , Мальований М.С. Ризик. – Львів НУ «ЛП», 2008. – 88с.
  23. Методы и модели исследования операций теории риска и надежностей / Сбор. Науч. Трудов. К.: Инст. Кибернетики им. В.М. Глушкова. 1992. – 81с.
  24. Лабскер Л.Г., Бабешко Л.О. Игровые модели в управлении экономикой и бизнесом. – М.: Дело. 2001. – 464с.

## REFERENCES

1. Hlushkov, V. M.: (1974). Vvedeniye v ASU. – K.: Tekhnika, 317 p. (in Russian)
2. Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. : (2013). Avtomatyzovani lyudyno-mashynni systemy upravlinnia intehrovanyu iierarkhichnymy orhanizatsiinymy ta vyrobnychymy strukturamy v umovakh ryzyku ta konfliktiv. Lviv: Ukrainska akademiya druzarstva, 514 p. (in Ukrainain)
3. Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L.: Kognitivni modeli formuvannia strategii operatyvnoho upravlinnia intehrovanyu iierarkhichnymy strukturamy v umovakh ryzykiv i konfliktiv. Lviv: Ukrainska akademiia druzarstva, 449 p. (2013). (in Ukrainain)
4. Zaitsev, V. S.: (1990). Sistemnyy analiz operatorskoy deyatelnosti. M.: Sov. Radio, 120 p. (in Russian)
5. Kabikin, V. Ye.: (1977). Diagnostika operativnogo myshleniya. K.: Nauk. dum., 112 p. (in Russian)
6. Pospelov, G. S.: (1986). Situatsionnoye upravleniye. – M.: Nauka, 284 p. (in Russian)
7. Sikora, L. S.: (2009). Kohnityvni modeli ta lohika operatyvnoho upravlinnia v iyerarkhichnykh intehrovanykh systemakh v umovakh ryzyku. Lviv: CSD «EBTES», 432 p. (in Ukrainain)

8. Chelovek i vychislitel'naya tekhnika / red. V. M. Glushkov (1971). – K.: Nauk. dumka, 290 p. (in Russian)
9. Demri, S., Goranko, V., & Lange, M.: (2016). *Temporal Logics in Computer Science*, Cambridge: Cambridge University Press. 752 p. (in English)
10. Voychenko, A. P., Danilova, O. V.: (2003). Ispol'zovaniye agentnykh tekhnologiy pri sozdaniy tsentra distantsionnogo obucheniya / USiM №5. – K.Í.K. AN Ukrainy, pp. 42-51 (in Russian)
11. Hlybovets'kyy, M. M., Otets'kyy, O. V.: (2002). *Shtuchnyy intelekt*. – K.: Akademiya, 366 p. (in Ukrainain)
12. Grekhen, I.: (2004). *Obyektno-oriyentirovannyye metody*. – M.: «Vil'yams», 880 p. (in Russian)
13. Sikora, L., Tkachuk, R., Lysa, N., Dronyuk, I., Fedevych, O.: (2020). *Information and Logic Cognitive Technologies of Decision-making in Risk Conditions. IntellTSIS 2020. Proceedings of the 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security. (CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073) Khmelnytskyi, Ukraine, June 10-12, 2020. Vol. 2623, pp. 340-356. (in English)*
14. Zgurovskiy, M. Z., Dobronogov, A. V., Pomerantseva, T. N.: (1997). *Issledovaniye sotsial'nykh protsessov na osnove metodologii sistemnogo analiza*. – K.: Naukova dumka, 283 p. (in Russian)
15. Zeget, V.: (1985). *Elementarnaya logika*. – M.: Vysshaya shk., 256 p. (in Russian)
16. *Informatsionnyye tekhnologii v biznese* / red. Zheleny, M. (2002). – SPb.: Piter, 117 p. (in Russian)
17. Lyugger, Dzh. F.: (2003). *Iskusstvennyy intellekt: strategiya i metody resheniya slozhnykh problem*. – M. Vil'yams, 864 p. (in Russian)
18. Durniak, B. V., Sikora, L. S., Lysa, N. K., Tkachuk, R. L., & Yavorskyi, B. I.: (2017). *Informatsiini ta lazerni tekhnologii vidboru potokiv danykh ta yikh kohnityvna interpretatsiia v avtomatyzovanykh systemakh upravlinnia*. Lviv: Ukrainska akademiia drukarstva, 644 p. (in Ukrainain)
19. Lysa, N. K.: (2020). *Informatsiyini tekhnolohiyi stvorenniya system ekolohichnoho monitorynhu krayovykh tekhnohennykh struktur*. Lviv: Ukrainska akademiia drukarstva, 224 p. (in Ukrainain)
20. Sikora, L. S., Lysa, N. K.: (2019). *Informatsiyini ta lazerni tekhnolohiyi stvorenniya system ekolohichnoho monitorynhu enerhoaktyvnykh tekhnohennykh vyrobnychykh struktur*. Lviv: Ukrainska akademiia drukarstva, 370 p. (in Ukrainain)
21. Machina, N. I.: (2003). *Ekonomichnyy ryzyk i metody yoho vymiryuvannya*. – K. TSNL., 188 p. (in Ukrainain)
22. Orel, S. M., Mal'ovanyy, M. S.: Ryzyk. (2008). – L'viv NU «LP», 88 p. (in Ukrainain)
23. *Metodi i modeli issledovaniya operatsiy teorii riska i nadezhnostey (1992)*. / Sbor. Nauch. Trudov. K.: Inst. Kibernetiki im. V. M. Glushkova., 81 p. (in Russian)
24. Labsker, L. G., Babeshko, L. O.: (2001). *Igrovyye modeli v upravlenii ekonomikoy i biznesom*. – M.: Delo. 464 p. (in Russian)



DOI 10.32403/2411-9210-2020-1-43-71-96

## INFORMATION TECHNOLOGIES OF FORMATION OF INTELLECTUAL DECISION-MAKING STRATEGIES UNDER CONDITIONS OF COGNITIVE FAILURES

<sup>1</sup>L.S. Sikora, <sup>1</sup>N. K.Lysa, <sup>2</sup>M.L. Navytka,  
<sup>2</sup>R.L.Tkachuk, <sup>3</sup>V.I. Sabat, <sup>3</sup>B.I. Fedyna, <sup>3</sup>L. Typuchak

<sup>1</sup>Lviv Polytechnic National University  
12, Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv State University of Life Safety  
35, Kleparivska St., Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Ukrainian Academy of Printing  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine

*The article considers methods of construction of information technologies formation and decision-making in terms of risk, to control technogenic systems by using a cognitive model of operator performance as the basis of intellectualization of decision-making processes. Based on system analysis, the decomposition of the management problem, task have been grounded, the solution of which is necessary for decision-making.*

*The structural scheme of interaction of intellectual automatic control system with the face of the management (team) has been constructed and the information technology of dialogue has been developed in the governance structure of the technological system. The scheme of interaction between the conflict-active systems in terms of redistribution of resources has been grounded. The structural system information model of management tasks Glushkov – Rabinovich has been developed and proved as the basis of the synthesis strategies of conflict resolution.*

*The classification of managerial tasks has been done with the use of system analysis and information technology to assess the situation in the system. The structure of the cognitive logic of the formation of management objectives has been developed in terms of risk based on the model of an intelligent agent and generator procedures the decision of situational tasks.*

*The logical – cognitive procedure and models of decision-making in hierarchical structures have been grounded when exposed to threats and the cognitive failures of the operator in process control.*

*The problem area and the types of tasks that can solve by the control system have been singled out.*

*An integrated man-machine system, a control structure of an automated system of personnel training are hierarchical systems that are characterized by the uncertainty of the structure and dynamics of control objects. Therefore, decision making in such systems with incomplete data about the problem and the structure of the operation processes and the effects on them of disturbances with unknown statistical properties*

*is a complex intellectual procedure, which includes the choice of adequate models of objects, algorithms for the selection and processing of data and, accordingly, the formation of approaches to the synthesis procedures of decision-making using possibility theory and fuzzy set theory in the evaluation of situations based on the recognition of the state of objects [1, 2, 4-9].*

**Keywords:** *system, information, situation, knowledge, risks, decisions, cognitive procedures, conflicts, logical, rules, management.*

*Стаття надійшла до редакції 16.09.2020.*

*Received 16.09.2020.*