



Л. С. Сікора, Н. К. Лиса, Ю. Г. Міюшкович, Р. С. Марцишин

НУ "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

СИСТЕМНІ, СТРУКТУРНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ КОМПОНЕНТИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЙ УПРАВЛІННЯ ІЄРАРХІЧНИМИ СИСТЕМАМИ В УМОВАХ ДІЇ РЕСУРСНИХ ЗАГРОЗ І АТАК

Розглянуто проблему прийняття ефективних рішень в умовах ризику інтелектуальним агентом. Перед особою, яка приймає рішення (когнітивним інтелектуальним агентом), виникають певні труднощі щодо ведення оперативної діяльності: нестабільна політика, зміни цін (на енергетичні та матеріальні ресурси, робочу силу та технології). Ці обставини ставлять керівника в невизначене становище у прийнятті рішень. Для того, щоб прийняти відповідне рішення та створити приписи для його виконання, часто бракує повної інформації, а доповнити її наявними засобами інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) неможливо. Приймаючи рішення необхідно враховувати економічну, політичну і фінансову ситуації в регіоні, що є складною та актуальною задачею. Процедури управління у складних системах з енергоактивними процесами в технологічних об'єктах містять як інформаційні, так і інтелектуальні компоненти для оброблення даних класифікації, оцінювання змісту, оцінки розгортання сценарію подій та прогнозування зміни стану об'єкта, ризиків та результатів управлінських дій. Кожен член команди оперативного управління технологічною системою у структурі АСУ-ТП, відповідно до свого професійного рівня та інтелекту, трактує ситуації, сформовані в його полі уваги, на основі отриманих даних та оцінює їх згідно з нормативами, режимами функціонування агрегатів, блоків (норма, граничний, перед аварійний). Помилки можуть бути допущені у процесі аналізу граничної або аварійної ситуації. Прийняття неправильних рішень може призвести до аварійного стану, а динаміка розвитку подій може мати катастрофічні наслідки. Для недопущення розвитку подій за таким сценарієм, оперативний і технічний персонал повинен володіти відповідним рівнем систематизованих знань, щоб ідентифікувати джерела небезпек і фактори впливу, будувати причинно-наслідкові зв'язки – основу аналізу стану потенційно-небезпечних об'єктів (ПНО) в ієрархічній структурі системи. Оператор у таких системах стає інтегральним інтелектуальним блоком процесора управління і від нього залежить надійність функціонування системи. Відповідно під час проєктування таких систем необхідно враховувати як ергонометричні, так і когнітивні фактори та інтелект операторів, здатних приймати рішення.

Ключові слова: інформація; система; структура; ризик; потенційно небезпечні об'єкти; інтелектуальний агент.

Вступ / Introduction

Функціонування складних техногенних автоматизованих систем зазвичай відбувається за умов дії комплексу загроз (структурних, ресурсних, загроз інформаційного типу, помилок у проєктах), які можуть стати причиною аварій. Можливість аварій значно зростає якщо когнітивний та профорієнтований рівень оперативного та адміністративного персоналу не забезпечує ефективного підходу до методів виходу із кризової ситуації. Відповідно до цільових задач, забезпечення ви-

сокого рівня управлінської діяльності персоналу управління системою з ієрархічною структурою є актуальною і потребує розроблення нових комплексних методів формування цілей, стратегій, тактик прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Об'єкт дослідження – прийняття антикризових рішень оперативним персоналом за умов дії загроз, які не враховані в процесі проєктування АСУ, так і активних інформаційних та ресурсних атак.

Предмет дослідження – методи прийняття рішень оператором у процесі управління техногенними систе-

Інформація про авторів:

Сікора Любомир Степанович, д-р техн. наук, професор, кафедра автоматизованих систем управління. Email: Issikora@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7446-1980>

Лиса Наталія Корнеліївна, д-р техн. наук, доцент, кафедра автоматизованих систем управління. Email: lysa.nataly@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5513-9614>

Міюшкович Юлія Георгіївна, канд. техн. наук, доцент, кафедра інформаційних технологій видавничої справи. Email: jmiyushk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5890-2208>

Марцишин Роман Степанович, канд. техн. наук, доцент, кафедра автоматизованих систем управління. Email: mrs.nulp@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2464-8146>

Цитування за ДСТУ: Сікора Л. С., Лиса Н. К., Міюшкович Ю. Г., Марцишин Р. С. Системні, структурні та інформаційні компоненти формування стратегій управління ієрархічними системами в умовах дії ресурсних загроз і атак. Науковий вісник НЛТУ України. 2021, т. 31, № 6. С. 79–86.

Citation APA: Sikora, L. S., Lysa, N. K., Miyushkovych, Yu. G., & Martsyshyn, R. S. (2021). System, structural and information components for forming hierarchical systems management strategies under resource threats and attacks. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(6), 79–86. <https://doi.org/10.36930/40310612>

мами з ієрархічною структурою.

Мета роботи – розробити нові підходи та методів прийняття рішень у техногенних системах за умов дії комплексу атак і загроз з використанням моделі оператора-управління – когнітивного інтелектуального агента у процесі проектування АСУ.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- проаналізувати стан проблеми синтезу інтелектуальних систем управління;
- обґрунтувати когнітивні вимоги до оперативних працівників;
- дослідити структурну модель інтелектуального агента-управління та його когнітивні характеристики;
- створити концепцію розроблення робастної до загроз техногенної системи.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше побудовано інформаційно-ресурсну концепцію процесу розроблення робастної до загроз техногенної системи на підставі логіко-когнітивних методів формування прийняття рішень.

Практична значущість результатів дослідження – побудовані структурні схеми організації інформаційної бази знань і процедури виходу із кризової ситуації дають змогу зменшити ризик виникнення аварійної ситуації на потенційно небезпечних об'єктах як під час проектування систем АСУ, так і під час експлуатації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У монографіях [13, 15] розглянуто когнітивні моделі та логічні процедури формування та прийняття рішень у системах оперативного управління з ієрархічною інтегрованою структурою за умов ризику на підставі інформаційно-ресурсного підходу.

У монографії [14] розглянуто інформаційно-ресурсну концепцію ідентифікації складних об'єктів з ієрархічною структурою, модель побудови цільового простору АСУ, структуру факторів збурення, синтез моделей структури АСУ-ТП та ігрові моделі динаміки конфліктів і методи інтелектуальної оцінки ситуацій.

У книзі [18] розглянуто на підставі системного аналізу теорію інтелектуального агента як управлінської компоненти соціосистеми та техногенної структури.

У посібнику [1] розглянуто загальну теорію пам'яті та її моделі часткових образів.

У книзі [4] викладено основні класичні методи математичної логіки та основні поняття теорії множин і теорії алгоритмів.

У фундаментальній книзі [9] висвітлено сутність сучасного управління, яка полягає у спрямуванні ділового, творчого, лідерського потенціалу людей на досягнення спільних цілей. Однією з найважливіших передумов цього є психологічні знання про специфіку, закономірності індивідуальної і групової життєдіяльності, впливу на неї.

У працях [2, 17] наведено методи ситуаційного управління, системологія прийняття рішень, методи моделювання виробничих процесів і систем, потокові технологічні системи, математичні моделі в управлінні виробництвом.

У працях [10, 11, 12] розглянуто методи побудови систем контролю виробничих процесів, вибір варіантів рішень для реалізації стратегій управління.

У працях [3, 8, 16] обґрунтовано методи прийняття рішень на підставі логіко-когнітивних моделей для системних засад створення структур управління.

На сучасному етапі проектування складних систем з розподіленою ієрархічною структурою найбільшу увагу приділяють методам повної автоматизації систем АСУ, відводячи операторам роль спостерігачів та коректорів режиму. За умов ресурсних збоїв та активних атак на системні та інформаційну структури АСУ, що може призвести до аварійних ситуацій, оскільки в процесі проектування майже завжди є помилки і вікна для проникнення.

Матеріали та методи дослідження. Для вирішення проблеми управління техногенними системами з ієрархічною структурою виробництвом з агрегатною технологією та m -рівневою ієрархією оперативного, технічного та адміністративного управління за умов дії комплексу загроз системного та інформаційного типу використано інформаційно-ресурсну концепцію синтезу систем, розроблену і викладену в роботі [14].

Інформаційно-ресурсний підхід до синтезу структур управління дає змогу розв'язувати задачі управління за недостатності апріорної інформації про структуру та параметри об'єкта управління. Процес прийняття рішень, оснований на оцінюванні динамічних ситуацій, які відображаються спостерігачем системи із подальшим впливом на об'єкт, що призводить до зміни траєкторії стану системи відповідно до заданих цілей. У класичних методах не враховано когнітивних характеристик особи, що призводить інколи до некоректних рішень.

Інформаційно-ресурсний підхід є основою, що дає змогу сформувати задачі синтезу системи управління поетапно, на основі узгодження цілей в ієрархії врахуванням когнітивних та інтелектуальних характеристик оперативної команди [2, 14]:

- формування стратегічних цілей і критеріїв якості функціонування системи управління на інтелектуальному рівні;
- формування концептуальної модельної структури об'єктів керування, за якої кожній підсистемі відповідає інформаційна модель і адекватний параметр стану в системах перетворення ресурсів;
- вивчення траєкторій стану об'єкта управління у цільовому просторі, який об'єднує динаміку інформації і ресурсів у потоках даних;
- вивчення енергетичних і ресурсних обмежень, аварійних станів об'єкта управління та побудова цільового простору в системі підприємства;
- формування рівняння динаміки об'єкта у просторі станів на цілі управління;
- визначення когнітивних, інтелектуальних та професійних компонент придатності до управлінської діяльності персоналу АСУ в нормативних та аварійних ситуаціях;
- вивчення когнітивних компонент, які характеризують здатність особи-агента приймати рішення за умов загроз;
- визначення джерел збурень, каналів впливу на політику і структуру та дослідження їх стохастичних характеристик як індикаторів розбалансу;
- синтез стратегій управління, орієнтованих на стратегічні цілі з урахуванням ресурсів з погляду їх достатності за дії загроз;
- синтез інформаційно-вимірювальної системи для спостереження за динамічним станом об'єкта управління, алгоритмів оброблення сигналів, які є основою формування оцінки ситуації за умов інформаційних атак;
- виробнича перевірка системи керування, аналіз якості, адаптація і навчання системи за дії збурень на структуру і параметри згідно з визначеними цілями;
- корекція структури, параметрів і стратегій системи за невідповідності критеріїв якості, появи кризових і критичних ситуацій.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Проблема аналізу кризових ситуацій у системах управління повністю не розв'язана і потребує нових підходів і методів. У процесі проектування часто закладаються приховані помилки через неповноту вихідних даних і моделей системи.

За умов кризових ситуацій для прийняття ефективних рішень, щоб досягти мети, необхідно враховувати всі особливості структурної організації підприємства, середовища, динаміки матеріальних, енергетичних і фінансових ресурсів, наукові концепції, згідно із засадами проектування. За достатніх об'ємів ресурсів низький рівень кваліфікацій зводить нанівещ зусилля, затрачені на досягнення цілі, не коректні рішення – до аварій, при цьому важливо вчасно виявити проєктні помилки.

Оперативний і технічний персонал за рівнем підготовки повинен мати навички побудови структурних схем зв'язків, проведення декомпозиції блоків і агрегатів, технологічних ліній і функціональних вузлів, навичками визначення їхніх критичних параметрів та вмінням будувати плани дій у нормальних і аварійних умовах на основі системних та інформаційних технологій. В іншому разі він буде нездатний приймати правильні управлінські рішення у нормованих і граничних режимах функціонування агрегатів техногенної системи, якщо професійний рівень персоналу та їх інтелект будуть нижчі від допустимого рівня.

Аналіз проблеми синтезу інтелектуальних систем управління. *Етап 1.* Подальшим розвитком концепції "активна система – особа" є модель Орбан-Лембрика [9] – активності особистості, яка характеризується такими компонентами, який на відміну класичних методів враховує інтелектуальні здібності персоналу АСУ:

- психологічна готовність до цілеспрямованих дій (вибір мотивів активності, мобілізація інтелектуальних здібностей) за умов дії загроз;

- саморегуляція і цілеспрямованість активності (вибір способів поведінки, здатність до координації та адаптації) для прийняття рішень;
- пошукова цілеспрямована активність, спрямована на вибір стратегій руху до мети і синтез планів дій, інтелектуально-психічна напруженість і готовність під час ліквідації аварійної та критичної ситуацій в об'єкті та системі управління;
- виконання активних дій, що ведуть до мети (досягнення мети і спад напруженості) за умов стресу та дії загроз інформаційної дезорієнтації;
- аналіз результатів і стратегій поведінки, розширення цільових областей "Я – особа", генерація нових ідей і цільових завдань.

Етап 2. Подальшим розвитком поняття "активної системи" – "активний агент", у межах системного аналізу соціальної динаміки та ситуаційного управління, була побудова знання орієнтованих інтелектуальних моделей, які стали інструментом вивчення поведінки особи та її взаємодії із соціальною системою у ролі "інтелектуального агента" [4]. Центром його інтелекту є "ядро цілеорієнтації", яке слідує за зміною внутрішнього інтенціонального стану стосовно зовнішньої ситуації в керованому об'єкті, який перебуває під впливом зміни факторів дій і умов.

Структурна модель інтелектуального агента-управління у системі АСУ-ТП. Структуру інтелектуального агента можна подати у вигляді блок-схеми, модифікованої згідно з даними роботи [4] (рис. 1). Вона містить такі компоненти, які відображають інтелектуальну діяльність у процесі управління:

- ядро інтелектуального агента – як активна свідомість "Я – система";
- інтенціональну базу знань особи агента, набуту в процесі проблемної діяльності;
- блок генерації стратегій досягнення мети і керування процесами функціонування інтелектуального агента в ході формування та прийняття цілеорієнтованих рішень;
- інформаційно-вимірювальну систему формування образів ситуацій та оцінювання її змісту на підставі опрацювання потоків даних про стан об'єкта управління за умов дії активних завад.

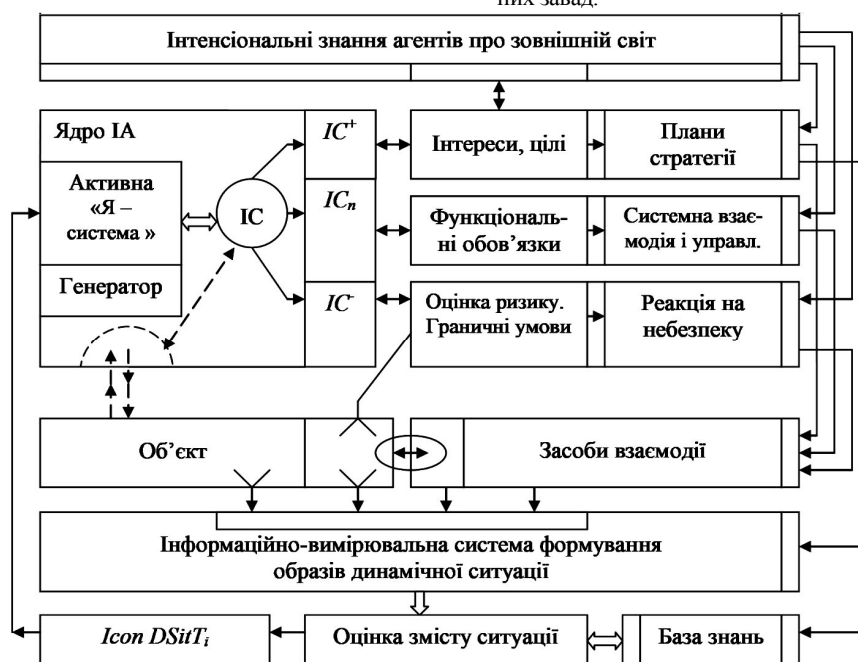


Рис. 1. Структура інтелектуального агента в системі управління: ІА (КІА) – когнітивний інтелектуальний агент; (ІСі) – інтелектуальні нейроструктури цілеорієнтації, структурних зв'язків, оцінки ризику; ІС (КІС) – когнітивна інтелектуальна структура у комплексі ядра "Я – система" особи оператора / The structure of the intelligent agent in the management system (CIA) – cognitive intelligent agent; (IN) intellectual neurostructures of goal orientation, structural connections, and risk assessment; (CIS) – cognitive intelligent structure in the complex of the nucleus "I am the system" of the operator

Цілеспрямовані чи кібернетичні системи. Сучасний етап науки про системи управління ґрунтується як на концепції систем зворотного зв'язку, так і на системному аналізі, інформаційних технологіях, інтелектуальних процесах та когнітивних методах прийняття цілеорієнтованих рішень.

У процесі проектування таких систем (АСУ-ТП, оптимальних, адаптивних) необхідно враховувати як концепції інформатизації, так і інтелектуалізації процедур цілеорієнтації. це відповідно формує комплекс вимог як до команд-проектантів, так і виробничих.

Базовими підставами синтезу таких систем є цільове формування моделі об'єкта на основі інформаційно-ресурсної концепції.

Об'єкти і процеси характеризуються величиною інтенсіонального стану IC_A , який пов'язаний з інформаційним спіном об'єкта в цільовому просторі системи (PC_i) у вигляді

$$IntA_i \rightarrow p(IC_A) \in \{\uparrow\downarrow\} PC_i, \quad (1)$$

де $p(IC_A) = f(F_A^P, F_A^I)$ – інформаційний спін об'єкта, пов'язаний з перцептивними та інтенсіональними функціональними факторами.

Функції типу інформаційного спіну і ситуації описують положення системи у просторі цілей (PC_i) згідно з таким поданням:

$$p(IC_A) = f(F_A^P, F_A^I); \{p(IC), S_i \in KLSit_{j=1,k} PC_i\} = f_s(F_A^P, F_A^I). \quad (2)$$

Структурно-функціональні зв'язки відображаються у вигляді когнітивних карт [13], або через пропозиціональні висловлення типу, які описують ситуацію за умов дії активних факторів

$$\langle IC_A \uparrow \leftarrow F_A^* \uparrow, S_{ij} \rangle. \quad (3)$$

Фактори впливу на значення інформаційного спіну та інтенсіональний стан агента можна виразити через взаємодію інформаційних та інтелектуальних процесів під час формування управлінських рішень:

$$\begin{aligned} IC_A \leftrightarrow p(IC_A) &\Rightarrow \left[\begin{array}{l} p(IC_A) \otimes PSit \Rightarrow \{S_{ij}^n\}; \\ (p(IC_A), S) = f_s(F_A^P, F_A^I); \\ \langle IC_A \uparrow \leftarrow F_A^* \uparrow, S_{ij} \rangle; \\ P(F_A^P) = f(\delta F_A^P) \end{array} \right], \quad (4) \\ \downarrow & \\ \left[\begin{array}{l} P(F_A^P)^+ = (\uparrow \leftarrow F_A^P) \geq 0 \\ P(F_A^P)^- = (\downarrow \leftarrow F_A^P) \leq 0 \end{array} \right] & \end{aligned}$$

де $P(F_A^P)$ – значення інформаційного спіну в стані S_i інтелектуального агента.

Модель знань у базі знань інтелектуального агента можна виразити через графові структури з N -вузлами і R -зв'язками у системі когнітивного ядра у вигляді

$$\begin{aligned} G_R &\equiv \langle N, R \rangle; N \triangleq \langle C_N, V_N, P_N, \varepsilon_N \rangle; \\ R &\triangleq \langle C_R, (N_r, N_{r0}), (\varepsilon_{\max}, \varepsilon_r), S \rangle, \end{aligned}$$

де: C_N – клас вузла (об'єкт, фактор, процес); V_N – вага вузла; P_N – інформаційний спін; ε_N – енергія зв'язків і активації Ізвінга; C_R – тип зв'язку; N_r, N_{r0} – пара зв'язаних інцидентних вузлів.

Знання про зміну інтенсіонального стану агента під впливом дії факторів можна виразити у вигляді логічних відношень:

$$\begin{aligned} ((F_b, F_{i-1}) \subset F) &\mapsto (F_i < F_{i-1}) \Rightarrow (IC_i < IC_{i-1}) \triangleq (F \uparrow \uparrow IC); \\ ((F_b, F_{i-1}) \subset F) &\mapsto (F_i > F_{i-1}) \Rightarrow (IC_i > IC_{i-1}) \triangleq (F \downarrow \downarrow IC), \end{aligned} \quad (6)$$

щодо зміни ситуації під впливом зміни факторів $(F_{i-1} \xrightarrow{S} F_i), \forall i \in (1, n)$, тобто маємо множину інтенсіональних станів агента:

$$V_{ij} = \{F_{ij}^n\} \otimes \{IC_i\}, V_{ij} \in V, \quad (7)$$

$\{f_{i-\Delta t} \in F_{i-1}\} \xrightarrow{\Delta t} \{f_i \in F_i\}$ – визначає зміну стану.

Когнітивний інтелектуальний агент у моделі цілеорієнтованого управління АСУ. Інтелектуальному агенту (ІА) властиві висока ступінь автономності, вміння планувати свою діяльність згідно зі стратегіями досягнення мети при розв'язанні предметно орієнтованих класів задач. Стратегії досягнення мети є адаптивними відповідно до алгоритмів розв'язання задач і зміни ситуації функціонування.

Когнітивно-системні властивості ІА виражаються через компоненти інтелектуальної та інформаційної діяльності:

- автономність – як здатність приймати рішення на основі стратегій досягнення мети за відсутності вхідних даних на інтервалах часу управління;
- наявність власної моделі зовнішнього середовища;
- здатність до комунікації і кооперативних стратегій;
- здатність до інтелектуальної поведінки, при навчанні, побудові логічних висновків і моделей середовища, нагромадження нових знань;
- наявність внутрішньої структурованої цілеорієнтованої нейросистемної організованої архітектури в ядрі "Я – система" КІА.

Інтелектуальний агент виконує такі функції:

- обмін інформації між агентами на основі протоколів передачі-прийому даних (діалог);
- логіко-когнітивні моделі процесу цілеорієнтації;
- генерувати збірні об'єкти, цілі, стратегії, плани дій, продукувати логічний вивід, аналіз, синтез;
- підтримувати моделі представлення знань, як основи управлінської, інтелектуальної та інформаційної діяльності агента;
- представляти висновки про стан об'єкта і системи за неповної та нечіткої інформації;
- оцінювати динаміку логіко-інформаційних процесів і систем та виконувати рольові функції при розв'язанні задач;
- створювати ієрархічні структури з іншими агентами;
- пояснювати свою поведінку і побудову висновків логічної імплікації (як?, чому?);
- проактивність – як здатність проявляти ініціативу.

Моделі і методи розв'язання проблеми управління за умов кризових ситуацій. На підставі інформаційно-ресурсної концепції розглянемо процес функціонування ІАСУ, АСУ в умовах дії загроз.

Виділимо з $[X \times T]$ – підмножину параметрів, які описують поведінку системи $S_i(X, T) \subset S(X, T_m)$ і кожному параметру $x_i \in \{X \times T_i\} \subset [X \times T_i]$ поставимо у відповідність терм-множину

$$W_i = \{\xi_{i1}, \xi_{i2}, \dots, \xi_{ik}\}, \quad (8)$$

де $\xi_i \subset \{\xi_{ij}^i\}_{j=1,m}$ – інтервальне рангове не розбиття простору станів відносно параметра $x_{i1} \in \xi_{i1}$, в умовах дії загроз на інформаційний процес.

Для задавання значень параметра вводиться предикат опису ситуації:

$$\begin{aligned} Sit \text{ ISOY}(t, T_j): R(x_i, \xi_{ik}) &\triangleq \\ &\triangleq (\text{параметр } x_i \text{ приймає значення } \xi_{ik}), \end{aligned} \quad (9)$$

тоді стан системи визначається набором предикатів (в семантичних сітках) у вигляді $\forall (x_0, x_1, \dots, x_n) \in X$

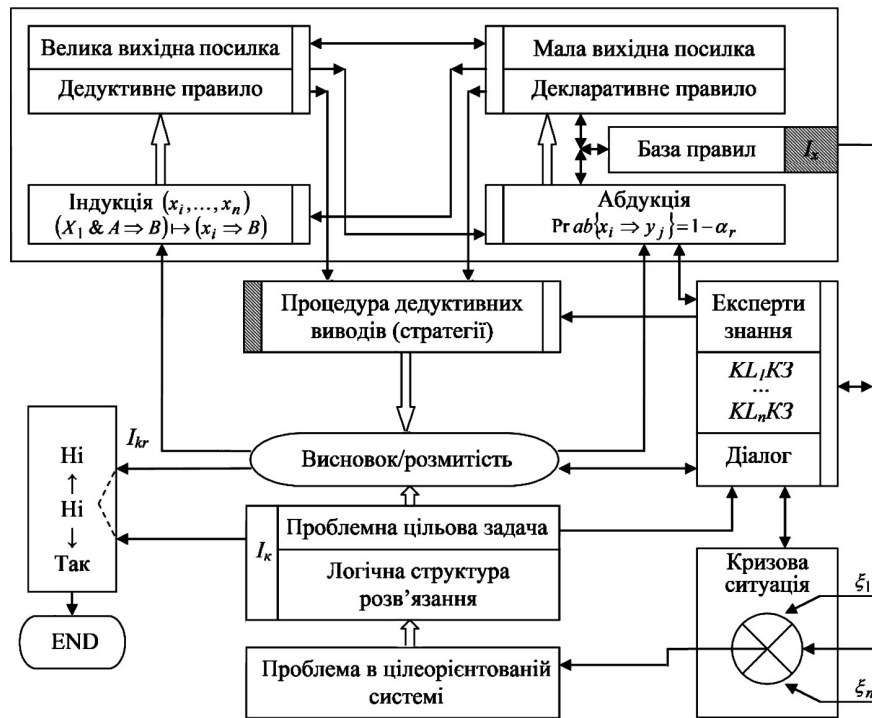


Рис. 3. Схема процедури виходу із кризової ситуації на основі перевірки гіпотез про поточний стан системи когнітивним агентом / Scheme of the procedure for overcoming a crisis situation based on testing hypotheses about the current state of the system by a cognitive agent



Рис. 4. Інформаційно-ресурсна концепція процесу розроблення робастної до загроз техногенної системи / Information and resource concept of the process of developing a robust to the threats of an anthropogenic system

У процесі пошуку моделі розв'язання задачі, логічна дія, у процесі якої встановлюється хибність гіпотези H_i або неспроможність (розрив) ланцюга доведення, загалом визначає процес спростування гіпотези про стан, ситуацію в об'єкті, що вимагає переходу на нову гіпотезу і доповнення даних (див. рис. 3).

Розглянемо деякі особливості проблеми вибору логічних схем і процедур [1]:

1. Структурні елементи спростування як інтелектуальної операції:

- антитеза щодо початкового кроку вибору гіпотез про можливий стан об'єкта;
- аргументи спростування (конфліктні) на підставі оцінки критеріїв якості;
- демонстрація спростування як конфлікт зв'язків і цілей;

2. Процедура спростування гіпотез про ситуацію в досліджуваному об'єкті:

- доведення істинності антитези про стан системи;
 - хибність наслідків з тези про нормальний стан систем.
3. Теореми – твердження з математичної теорії (МТ), істинність яких можна довести за допомогою логічних міркувань (процедур) та інтелектуальних.

Тобто на основі таких логічних схем можна отримати висновки про стан системи і об'єкта керування у цільовому просторі організаційно-керівної структури з певним рівнем ієрархії. На підставі проведеного дослідження побудовано інформаційно-ресурсну концепцію процесу розроблення робастної до загроз техногенної системи (див. рис. 4).

Обговорення результатів дослідження. На основі проведених експериментальних і виробничих досліджень на Бурштинській електростанції щодо оцінювання рівня сприйняття інформації про режими, які визначаються рівнем концентрації вугільного пилу, який за високих температур подається в котли енергоблоку. Ця інформація визначає ступінь наближеності енергоблоку до граничних режимів функціонування, і тому важливо перевірити здатність оперативного персоналу приймати упереджувальні рішення до недопущення аварійної ситуації. В основі тесту перевірки професійної придатності є таблиці когнітивних факторів (табл. 1, 2), які визначаються на основі нейролінгвістичного методу опитування.

Табл. 1. Когнітивні фактори при оцінці достовірності даних і прийнятті управлінських рішень у системі АСУ / Cognitive factors in assessing the reliability of data and management decisions in the ACS system

№ з/п	Фактор	Зміст фактора	k_F
1	F_{nZO}	Низькі, непорядковані професійні знання професійного оператора про об'єкт	K_{nZO}
2	F_{nR}	Низький рівень підготовки.	K_{nR}
3	F_{VR}	Здатність і вміння приймати оперативні рішення	K_{UR}
4	$F_S(sit)$	Здатність приймати рішення у стресовій ситуації	K_{SS}
5	F_{nf}	Нерозуміння фізичних процесів в агрегатах і блоках	K_{nf}
6	$F_L(sit)$	Здатність до лінгвістичного змістовного опису ситуації	K_{LS}
7	$F_{KZ}(PR_U)$	Вплив завод на когнітивний збій при прийнятті рішень на управління	K_{KZ}
8	$F_\mu(sit \rightarrow Iconsit)$	Здатність представляти в уяві образ ситуації	K_{PU}
9	$F_{ПС}(Iconsit)$	Здатність до коректної оцінки ситуації у просторі цілей	$K_{ПС}$
10	$F_{KI}(D_i / T_m)$	Здатність виявляти конструктивну інформацію з потоку даних	K_{Ki}
11	$F_{nr}(UR_i)$	Нерішучість при прийнятті управлінських рішень	F_{nrU}

Дослідження проводили в лабораторії контрольно-вимірювальних систем та автоматики Бурштинської ТЕС. Для основи тесту працівників було вибрано професійні навички і знання, необхідні для персоналу для обслуговування лазерних концентраторів. Відповідно до технічних вимог експлуатації енергоблоків розділено вимоги до кваліфікації персоналу на два рівні – сервісний та наладки у структурі функціонування енергоблоку в управлінні млинами помолу вугілля. Перший рівень вимог забезпечує сервісне обслуговування лазерного концентратора в умовах експлуатації (оптика,

заміна лазерів, охолодження). Другий рівень узгодження параметрів лазерного концентратора із системою управління млинами по параметрах граничних режимів, що вимагає високої інженерної підготовки. Відповідно до цих рівнів складено тестові таблиці для оцінки знань персоналу. На основі проведеної процедури тестування дев'яти членів бригади КПУ (три зміни) перший рівень пройшли шість осіб, другий рівень – три особи. Для ефективнішого налагодження системи було задіяно представників Центру стратегічних досліджень докторів технічних наук Л. С. Скору та Н. К. Лису.

Табл. 2. Знання необхідні для прийняття управлінських рішень оператором / Knowledge is needed to make managerial decisions by the operator

№ з/п	Фактор	Зміст фактора	k_F
1	Z_{sd}	Знання про структуру і динаміку об'єкта	F_{sd}
2	Z_{ps}	Знання про спосіб представлення просторів цілей і станів об'єкта	F_{ps}
3	$Z_M(F \xrightarrow{R} sit)$	Модель реакції об'єкта на фактор впливу	F_{mf}
4	$Z_{SU}^P((U, F) \rightarrow sit)$	Вміння використати знання для прогнозу зміни стану при дії управління і загроз	F_{SU}^P
5	$Z_V(strat(U/C_i))$	Вміння побудувати оптимальні стратегії для реалізації цілей за умов дії загроз	F_{CU}
6	$Z_{pn}^K(F \rightarrow U_d)$	Вміння оцінити причинно-наслідкові діаграми впливу факторів загроз на управлінські дії когнітивного агента	F_{pn}^K
7	$Z_{PR}^K(KsitU_i)$	Здатність приймати рішення у кризових та аварійних ситуаціях на підставі системних знань і досвіду	F_{PR}^K
8	$Z_\mu(D_i)$	Здатність опрацьовувати нечіткі дані	$F_{ud}(D_i)$
9	$Z_{\Pi}(\Pi D_i)$	Здатність інтерпретувати розмиті дані	$F_\mu(D_i)$

На підставі проведеного тестування та отриманих результатів можна оцінити рівень професійної підготовки оперативного персоналу на підприємствах та їх оптимізувати для мінімізації неправильних рішень, які призводять до аварійних ситуацій внаслідок не коректної оцінки вимірювальних даних про стан об'єкта та їх інтерпретацію за дії загроз та інформаційних атак.

Висновок / Conclusions

Запропоновано структурну схему функціонального агента та сформульовано його функціональні характеристики, як основу для синтезу програмного забезпечення системи управління енергоблоками.

Розглянуто концепцію синтезу стратегій прийняття рішень за умов кризи та інформаційних атак та сформульовано вимоги до персоналу та їх інтелектуального рівня, що є підставою забезпечення та недопущення аварійної ситуації. Проведено дослідження з тестування професійного та інтелектуального потенціалу персоналу лабораторії КПіА Бурштинської ТЕС, яке показало, що для впровадження нових технологій лазерних концентраторів недостатній професійний рівень, який потрібен для системного налагодження структури підготовки вугільного палива для енергоблоку, що вимагає задіяння експертів-інженерів високої технічної кваліфікації.

Обґрунтовано елементи теорії побудови логічних цілеорієнтованих висновків, побудовано структурні схеми організації інформаційної бази знань і процедури виходу із кризової ситуації на підставі концепції балансу вимог "критерії якості – рівень загроз і атак".

References

1. Atkinson, R. (1980). Human Memory and the Learning Process. Moscow: Progress, 526 p. [In Russian].
2. Banelykov, A. A. (1986). Designing decision-making systems in power engineering. Moscow: Energoatomizdat, 120 p. [In Russian].
3. Durniak, B. V., & Sikora, L. S. (Ed.), (2017). Information and Laser Technologies of Data Stream Selection and Cognitive Interpretation in Automated Control Systems. Lviv: Ukrainian Academy of Printing, 644 p. [In Ukrainian].
4. Ershov, Y. L., & Paliutin, E. A. (1979). Mathematical Logic. Moscow: Nauka, 320 p. [In Russian].
5. Grytsiuk, Yu. I., & Leshkevych, I. F. (2017). The Problems of Definition and Analysis of Software Requirements. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(4), 148–158. <https://doi.org/10.15421/40270433>
6. Hrytsiuk, Yu. I., & Buchkovska, A. Yu. (2017). Visualization of the Results of Expert Evaluation of Software Quality Using Polar Diagrams. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(10), 137–145. <https://doi.org/10.15421/40271025>
7. Hrytsiuk, Yu. I., & Zhabych, M. R. (2018). Risk Management of Implementation of Program Projects. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 150–162. <https://doi.org/10.15421/40280130>
8. Lysa, N. K. (2020). Information technologies of creation of ecological monitoring systems of marginal man-made structures. Lviv: Ukrainian Academy of Printing, 224 p. [In Ukrainian].
9. Orban-Lembrik, L. E. (2003). Psychology of management. Kyiv: Academvidav, 567 p. [In Ukrainian].
10. Pospelov, G. S. (1981). Problems of program-targeted planning and management. Moscow: Nauka, 464 p. [In Russian].
11. Pospelov, G. S., & Irikov, V. A. (1976). Program-targeted planning and management. Moscow: Sov.Radio, 440 p. [In Russian].
12. Sagunov, V. I., Lomakina, L. S. (1990). Controllability of Structurally Connected Systems. Moscow: Energoatomizdat, 112 p. [In Russian].
13. Sikora, L. S. (1998). Decision Making Systems in Complex Technological Structures. Lviv: Kamenyar, 488 p. [In Ukrainian].
14. Sikora, L. S. (1998). Decision-making systemology for management in complex technological structures. Laser information and measurement systems for process control. Part 2. Lviv: Kamenyar, 452 p. [In Ukrainian].
15. Sikora, L. S. (1999). Information and resource concept of identification and synthesis of control systems. Lviv: CSD, 372 p. [In Ukrainian].
16. Sikora, L., & Lysa, N. (2019). Information and laser technologies of ecological monitoring systems for energy-active technogenic production structures. Lviv: Ukrainian Academy of Printing, 370 p. [In Ukrainian].
17. Vasilenko, V. A., & Shostka, V. T. (2003). Situation Management. Kyiv, 285 p. [In Ukrainian].
18. Zgurovsky, M., & Pankratova, N. (2007). Fundamentals of systems analysis. Kyiv: BHV, 544 p. [In Ukrainian].

L. S. Sikora, N. K. Lysa, Yu. G. Miyushkovych, R. S. Martysyshyn

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

SYSTEM, STRUCTURAL AND INFORMATION COMPONENTS FOR FORMING HIERARCHICAL SYSTEMS MANAGEMENT STRATEGIES UNDER RESOURCE THREATS AND ATTACKS

The article considers the problem of effective decision-making under conditions of risk by an intelligent agent. The decision maker (cognitive intelligent agent) faces following certain difficulties in conducting operational activities: unstable politics, changes in prices (for energy and material resources, labour and technology). These circumstances put the manager in an uncertain position when making decisions. In order to make the appropriate decision and create the prescriptions for its implementation, there is often no complete information, and it is impossible to supplement it with the existing means of information-measuring systems (IMS). When making decisions, it is necessary to take into account the economic, political and financial situation in the region, which is a complex and urgent task. Management procedures in complex systems with energy-active processes in technological objects include both informational and intellectual components for processing classification data, assessing the content and scenario of events, forecasting changes in the state of the object (risks and results of management actions). Each member of the operational control team of the technological system in the structure of the ACS-TP, according to their professional level and intelligence, interprets situations formed in their field of attention based on the data received and evaluates them according to the standards, modes of operation of units, blocks such as normal, marginal, and before emergency. Errors can be made in the process of analyzing the boundary or emergency situation. Incorrect decisions can lead to an emergency condition, and the dynamics of development of this condition can have catastrophic consequences. To avoid such a scenario, operational and technical personnel should have the appropriate level of systematized knowledge to identify the sources of hazards and influencing factors, to build cause-effect relationships – the basis of analysis of the potentially dangerous objects (PDO) in the hierarchical structure of the system. The operator in such systems becomes an integral intellectual unit of the control processor and the reliability of system operation depends on him. To solve the described problem, the article proposed a structural scheme of a functional agent and formulated its functional characteristics (as a basis for the synthesis of software). The concept of synthesis of decision-making strategies in a crisis is considered. Elements of the theory of constructing logical goal-oriented conclusions were substantiated. Structural schemes of information knowledge base organization and crisis management procedures based on the concept of requirements balance "quality criteria – level of threats and attacks" are constructed.

Keywords: information; system; structure; risk; potentially dangerous objects; intelligent agent.