

УДК 004.9+621.317+543

**ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ КОНЦЕПЦІЇ В СИСТЕМАХ КІБЕРБЕЗПЕКИ
ТА ОЦІНКА РИЗИКІВ ГРИ**

Л. С. Сікора¹, Н. К. Лиса¹, Р. С. Марцишин¹,
Ю. Г. Міюшкович¹, Б. І. Федина²

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

² Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Для функціонування складних систем, енергоактивних об'єктів з великим терміном експлуатації характерною є робота при граничних навантаженнях, активних атаках на енергетичні системи та сезонним ритмом. Для таких систем не завжди відомі структурні і технологічні зміни, проведені під час експлуатації, можливі втрати режимної та нормативної документації, що призводить до невизначеності і прийняття рішень в екстремальних ситуаціях. Тому ця проблема є актуальною для створення баз даних і знань, в яких надається можливість реєстрації потоків даних з контрольних режимів агрегатів, що стане інформаційною базою ідентифікації структури ієрархічної системи та динаміки агрегатів. Опрацьовані дані будуть становити основу для експертних систем та підтримки прийняття рішень, що забезпечить ефективність управління в граничних і аварійних режимах.

У складних системах важливо знати про рівні ієрархії технологічного процесу та ієрархію каналів відбору і передачі даних та управлінських команд від систем оперативного та автоматизованого управління. Забезпечення безаварійності виробничих систем зі складною ієрархічною структурою ставить відповідно комплекс задач інтелектуального і інформаційного характеру, для розв'язання яких необхідно розробити інформаційні технології та їх апаратне та програмне забезпечення для контролю режимів активних об'єктів.

Сучасний модельний підхід в побудові алгоритмів і стратегії дає змогу на єдиній методологічній базі розв'язувати задачі аналізу та синтезу систем різної природи, орієнтованих на досягнення певних цілей.

Теорія і методи створення системних та групових конфліктів мають тисячолітню історію. Особливо важливою ця проблема стала в наш час, оскільки конфлікти набули глобального характеру, і основною компонентою криз та конфліктів активного типу є інфраструктура з ієрархічними інтегрованими системами, боротьба за ресурси (інформаційні, інтелектуальні, енергетичні та матеріальні), яка сьогодні загострилася до високого рівня.

Розв'язання проблеми конфлікту та кризи у внутрішній структурі систем і при взаємодії із зовнішніми об'єктами як учасниками гри є актуальною задачею

і розв'язати її засобами теорії ігор, дослідження операцій, лінійного програмування не вдасться через неповноту понятійного апарату та інструментальних засобів.

Ключові слова: *конфлікт, система, цілі, системологія, кібербезпека, атаки, інфраструктура.*

Постановка проблеми. Системологія цілеспрямованих структур надає можливість об'єднати з використанням інформаційно-ресурсної концепції великий діапазон прикладних конструктивних теорій: інформатику, теорію систем, комп'ютерні технології, системи САПР, які допоможуть провести аналіз динаміки ігрових систем при вказаній структурі їх організації. Аналіз проблемної ситуації базується на базі знань, яка побудована з класів концептуальних моделей систем, сигналів, алгоритмів обробки і оцінювання, алгоритмів прийняття рішень і цільових стратегій, а функціональним об'єднуючим поняттям буде виділення парадигми: «Цільовий простір – формувач образу динамічної ситуації в цільовому просторі – поточний стан системи – цільовий стан – стратегія досягнення цілей – ціна ресурсів – стратегія розв'язання кризи» [1, 5].

На системному рівні обґрунтовано метод побудови антикризових ситуацій з використанням моделей динаміки балансу ресурсів, необхідних для реалізації цілей стратегічного управління в умовах активних засад, на підставі моделі виникнення ігрової конфліктної ситуації в ієрархії та інфраструктурі.

На підставі експертних оцінок активного впливу факторів на динаміку конфліктної гри побудовано таблицю оцінки можливих ризиків виникнення аварійних ситуацій.

У системології цілеспрямованих структур сформовано понятійний апарат як основу методології розв'язання конфліктних задач. У цьому випадку конфлікт ми трактуємо як підвищення витрат або недостача матеріальних, енергетичних, інформаційних, фінансових ресурсів для досягнення цілі при дії активних збурень або як знищення структури системи при неузгоджених стратегіях гри. Причому методологія розв'язання конфлікту базується на оцінці етапу моменту входження в кризову ситуацію траєкторії стану, відображену в цільовому просторі системи, а індикатором буде відхилення її стану від прогнозованого. Різні кризові ситуації надихають до зміни стратегії поведінки, структури системи, параметричної адаптації і оптимізації, як необхідного першого етапу стратегії для виходу системи із кризи, зміни або корекції цілі та другого етапу — зміни стратегій поведінки і структури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Теорія, методи створення та розв'язання малих і великих системних та групових конфліктів мають тисячолітню історію. Особливо важливою ця проблема стала в наш час, оскільки конфлікти набрали глобального характеру, а інфраструктура є основною компонентою криз і конфліктів активного типу.

Проблеми виникнення конфліктів, їх системного аналізу розглядались в працях українських і зарубіжних вчених.

Дуже часто кризові ситуації можуть виникати на енергоактивних об'єктах [2-4], де на процес їх функціонування значною мірою впливає наявність матеріальних ресурсів, справність технічних ресурсів та знаннєвий рівень персоналу. Зокрема, це описано у праці [6]. В іншому джерелі автори [7] порушили питання візуалізації інформації (про ресурси, параметри тощо) у процесі розв'язання кризи.

Окремо можна виділити низку праць, які присвячені питанням моделювання та симуляції складних систем [3], оскільки попереднє моделювання процесів дає змогу передбачити умови виникнення кризи і можливі методи її вирішення. Також для розв'язання криз та прийняття рішень завжди необхідно враховувати багатокритеріальність системи [8], оскільки нехтування окремими критеріями може спричинити кризи та аварії на об'єктах.

Проблему управління динамічними системами неодноразово розглядали як самі автори статті, так і низка інших авторів. Наприклад, проблема адаптивного управління динамічними системами піднімалась у працях [9, 10]. У праці [11] розглянуто нові методології проектування та аналізу адаптивних систем керування зі зворотним зв'язком.

Однією з праць зарубіжних вчених в напрямі адаптивного вирішення криз і проблем також є метод безмодельного адаптивного керування, який наведено у праці [12]. Такий підхід дає можливість керувати нелінійними системами з невизначеними (або змінними) параметрами та структурою. У ширшому розумінні питання управління було досліджено у публікаціях [13] та [14].

Автори праці [15] розглянули питання безпеки та кібербезпеки, що є невід'ємною частиною стабільного функціонування складної системи.

Мета статті — провести аналіз причин та факторів виникнення системних і когнітивних конфліктів при дії внутрішніх і зовнішніх загроз на структуру та процес управління.

Предмет дослідження. Системно-ігрова концепція представлення моделі виникнення конфліктної ситуації в інфраструктурі техногенного типу з ієрархією.

Задачі дослідження. Для вирішення проблеми виникнення причин конфліктів в ієрархії інфраструктури необхідно обґрунтувати методи дослідження та вибору стратегій розв'язання таких задач:

- проаналізувати наявні методи вирішення внутрішніх і зовнішніх впливів на динаміку конфлікту;
- обґрунтувати баланс засобів та ресурсів для протидії атакам;
- обґрунтувати концепцію антагоністичної комплексної гри як сценарію протидії загрозам.

Виклад основного матеріалу дослідження. Методи розв'язання конфлікту при заданій проблемній ситуації в технологічній системі формуються на основі оцінки ситуації відносно цілі. Проводиться оцінка проблемної ситуації у певний момент входження в область цілі траєкторії стану динамічної системи з інтелектуальною ієрархічною системою спостереження, при чому мають формуватися критерії та індикатори ступеня наближення до заданої цілі (ресурсні, інформаційні).

Сучасний рівень інформаційних технологій та засобів їх реалізації, комп'ютерне, мережеве забезпечення дає змогу реалізувати логічно-структуровані алгоритми формування прийняття і виконання рішень. В умовах дії інформаційних та системних атак, які призводять до збою логіки функціонування автоматичної системи управління і виникнення аварій, не передбачена на кібернетичному рівні взаємодія людина–машина координаційних дій операторів (когнітивних агентів), які можуть не допустити завдяки своєму інтелекту виникнення аварій. Не врахування можливості людини, як стратегічного гравця в умовах загроз, призводить до негативних наслідків, тому розв'язання проблеми взаємодії людини (когнітивного агента-оператора) з автоматизованою системою управління забезпечує відповідний рівень безпеки функціонування техногенної системи (кібербезпеки) [2, 3].

При реалізації процесу управління в ієрархічній АСУ сприйняття ситуацій, побудова образу ситуації в термінальному часі (на основі інтелектуальної обробки потоків даних) залежить, з одного боку, від інтелектуального рівня оператора, а з іншого боку — від професійної та знаннєвої підготовки. Здатність оператора сприймати сценарії і образи подій (на основі опрацювання потоків даних), виявляти ознаки критичності режимів та дій факторів впливу (як на технологічну систему, так і на прийняття рішень) забезпечує мінімізацію виникнення ризикових ситуацій.

Глобально синтез нової стратегії системи відбувається за рахунок структури адаптація або зміни режиму нового структурування та циклічного повторення позицій у системі з оптимізованою структурою і стратегією. При дії внутрішніх і зовнішніх атак вихід системи на рівень динамічної рівноваги відбувається за певний термін часу [4].

У випадку невиконання умов методу розв'язання проблемної ситуації на рівні адаптації та оптимізації відбувається перехід на наступний рівень, де кризисна ситуація є критерієм повноти і несуперечності застосованої інформаційної та логіко-когнітивної методології, побудови стратегії розв'язання проблемних задач. Основною задачею про ситуацію в агрегованій управлінській структурі розв'язання кризи або конфлікту в структурі та ієрархії управління є синтез цілеспрямованої системи стратегії протидії. Для формування нових знань на основі отриманих даних і з врахуванням нових концепцій та парадигм, які усувають проблему несуперечності методології, синтез на їх основі цільових стратегій подолання криз, тактик використання ресурсів в кризові моменти, зміна орієнтацій і стратегічних цілей, знову призводять до глобального аналізу динаміки ресурсів в оновлених структурах (рис.).

Позначення (рис.): $\{F_S, F_R, F_E\}$ — фактори ресурсно-структурного впливу атаки; F_{KI} — фактор когнітивно-інформаційного впливу; $\{R_m, R_F, R_{KP}\}$ — ресурси матеріальні, енергетичні, когнітивні персоналу; α_{rd} — допустимий ризик; $\alpha_r(A)$ — ризик в від атак; ПАСУ — інтегрована система з ієрархією; $\langle IS \otimes AS \rangle$ — гра інфраструктури з атакуючою системою; $PR(A)$ — причини комплексної атаки на інфраструктуру.

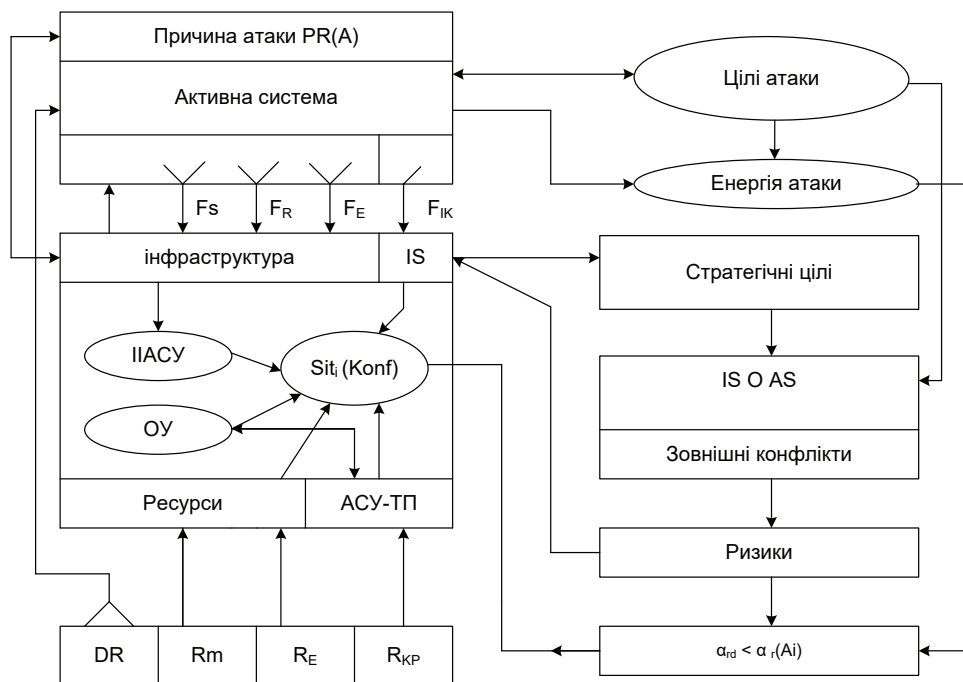


Рис. Ігрова модель виникнення конфліктної ситуації в ієрархії інфраструктури

Аналіз знань, необхідних для формування рішень для виявлення критичних та аварійних режимів в ієрархічній структурі

В умовах дії активних факторів впливу на систему, як на матеріально-енергетичні ресурси, так і на інформаційні системи, відбуваються технологічні збої та дезорієнтація інформаційно-управляючих комплексів. При цьому оператору складно верифікувати причини збоїв та аварійних ситуацій.

Тому в момент виявлення неполадок необхідно мобілізувати інтелектуальний потенціал оператора, керівників оперативно-управлінських команд для ідентифікації причин збоїв та передаварійних ситуацій, використовуючи такі знання і методи:

- провести аналіз структури системи на ієрархічному рівні, а також режимів функціонування з метою виявлення розриву структурних зв'язків;
- провести аналіз динаміки процесів, зважаючи на сценарії подій в просторі стану об'єкта для виявлення відхилень траєкторій;
- провести аналіз логіки дій, зважаючи на чітку послідовність виконання планів і команд згідно зі стратегіями управління;
- виявити конфліктну ситуацію в ієрархічній структурі.

Знання про проблемне середовище відображає розуміння цілеспрямованою (інтелектуальною) системою глобальних властивостей простору пошуку рішення та їх логічну структуру на основі семантики, яка покладена у процедуру формування бази знань. З огляду на те, що логічна структура декларативних представлень є конструктивною, вважаємо, що вони розділяють структурні і семантичні

знання. А зважаючи на характер і спосіб задання механізму управління, декларативні представлення ефективні в метризованих просторах пошуку рішень, а семантичні знання при цьому виражені в числовому або логічному вигляді. Основою опису об'єктів та відношень між ними є множина логічних тверджень і загальних правил виводу, які утворюють структуру бази знань, орієнтовану на розв'язання задач визначеної предметної області ІАСУ.

Структурні відношення в базах знань ґрунтуються на класах моделей логічних зв'язків, кванторних логічних операціях та процедурах і правилах побудови висновків [1–3].

Декларативне представлення евристичного пошуку шляху розв'язання проблемних цілеорієнтованих задач ґрунтується на когнітивних моделях цільової поведінки. Задачі евристичного пошуку моделі розв'язання задачі полягають у такому:

- задаємося моделлю простору станів для опису ситуацій у предметній області;
- задана початкова ситуація щодо стану об'єкта дослідження у вигляді $s_0 \in S$;
- задана (означена) цільова ситуація відносно стану об'єкта і визначена конструктивна можливість його досягнення $T \subseteq S$;
- задана структурна модель ієрархічної системи;
- задана модель декомпозиції структури системи та інформаційних і транспортних маршрутів;
- задані класи можливих стратегій реалізації цільових завдань;
- задана система ресурсних і термінальних обмежень при формуванні рішень;
- задана множина операторів, які перетворюють одну ситуацію в іншу та зміну станів об'єкта $\{f_i\} \subset F : s_f \subset S_i f_i : s_i - s_{i+1}$.

Необхідно знайти послідовність операторів переходу з початкового стану в кінцевий та оцінити їх реалізованість (ефективність) на основі системи обмежень.

Процес розв'язання задачі ґрунтується на побудові послідовності (скінченій) логіко-математичних операторів у вигляді:

$$\begin{aligned} & \exists (f_1, f_2, \dots, f_n) \in F, (f_1, f_2, \dots, f_n) \in F, \\ & [s \in S_f, s_0 \in S_0], f_1, f_2, \dots, f_n (S_0) \in T, \end{aligned}$$

для яких справедливо:

$$f_n \left(\dots \left(f_2 \left(f_1 \left(s_0 \right) \right) \right) \dots \right) \in T \equiv s \in S, f_1, \dots, f_n (s_0) \in S f_2, \dots, f_n \left(\dots \left(f_2 \right) f_1 \left(s_0 \right) \dots \right) \in S_{f_{n-1}}.$$

Відповідно до заданого процесу розв'язання задачі необхідно сформулювати два основних підходи до вирішення задач евристичного пошуку схеми (плану) дій:

- продукційні системи, які використовуються для представлення ситуацій в просторі станів;
- редуційні системи, які зводять процес розв'язання задач до процедури розв'язання систем підзадач на основі їх структурної декомпозиції.

Баланс ресурсів. Загальний баланс матеріальних ресурсів при термінальній стратегії прийняття рішень на управління описується траєкторією випадкового процесу, яка формується на основі локальних компонент потоків поступаючих і використаних ресурсів та відображає динамічний стан системи у вигляді образу ситуації

в цільовому просторі системи. Структура цільового простору визначається моделями простору станів і фазового простору об'єкта управління та його енергетичними характеристиками на основі рівня траєкторії при виконанні умов балансу ресурсів

$$Z(t) / T_n = Z_0 + \int_t^{t+T_n} A_{Z\Phi}(t, \theta) \left[\sum_{i=1}^m \Phi_{\text{ex}}(t, U_i) - \sum_{j=1}^k \Phi_{\text{inx}}(t, \xi_j) \right] dt,$$

де $Z(t) \in I_Z \subset R$ — реалізація траєкторії стану в ході процесу управління; $\dim I_Z = [\max Z - \min Z]$ — допустимі границі інтервалу зміни параметра стану; $GRAF(Z(t)) = E_{Z,t} \{ (Z(t), t) \in I_Z \times T_n \}$ — графік просторової структури траєкторії в U_i — управління; $AS(S_i)$ — спосіб атаки; $\Phi(\cdot)$ — стан; $[I_Z \times T_n]$ — простір стану; Z_0 — початковий стан системи.

Конфліктна гра в інфраструктурі. Для кожного учасника гри, як інтелектуальної системи, що приймає рішення, направлені для досягнення цілі, характерним є спосіб формування стратегій управління з врахуванням можливої поведінки конкурента. На основі рівнянь динаміки, які описують поведінку гравців в цільовому просторі $G(IS \otimes AS)$, одержимо баланс гри

$$\exists (R_m^S, R_E^S): \frac{dZ_1(t)}{dt} = F_1(x_1, U_1) + F_{12}(U_2, \xi_2), \quad U_1 \in \text{Strat}(U / C_1) \text{ — системи,}$$

$$\exists (R_2^A): \frac{dZ_2(t)}{dt} = F_2(x_2, U_2) + F_{21}(U_1, \xi_1), \quad U_2 \in \text{Strat}(U / C_2) \text{ — гравця.}$$

Стратегії управління базуються на класифікації ситуацій, тобто оцінці належності структур стану класу цільового простору і вибору команди управління, яка переводить систему і цільовий клас. Маємо наступну структуру розбиття класів як n -мірних множин:

$$\{K_i\}_{i=1}^m : K_i \cap K_{i+1} = \emptyset, m \dim K_i = I_Z, \text{ при цьому } (R_F^S > R_E^A), \alpha_r \text{ — цілі,}$$

$$\{K_j\}_{j=1}^n : K_j \cap K_{j+1} = \emptyset, m \dim K_j \leq I_Z, \text{ відповідно } (R_F^S \leq R_E^A).$$

З урахуванням термінального часу розбиття на класи і простору станів буде мати інваріантну або локально-інваріантну структуру простору ігрової взаємодії $\{K_i\}_{i=1}^m \times T_n = KL_I$ — інваріантна системна класифікація розбиття простору цілей; $\{K_j\}_{j=1}^n \times \{T_K\}_{K=1}^m = KL_{II}$ — локально-інваріантна класифікація ситуацій в просторі станів, завантаження в простір цілей, який інваріантно проєктується в простір гри.

Локальні ситуації на розбитті інтервалів часу реалізації протидії атакам входять в сценарій гри. Введення такого розбиття класів дає можливість сформулювати принципи синтезу динамічних стратегій поведінки на основі методів динамічного програмування Р. Белмана [16] і ситуаційного управління.

Методологія і системологія аналізу траєкторії балансу ресурсів під час гри базуються на методах параметричної і непараметричної статистики, теорії прийняття рішень в умовах невизначеності, теорії перевірки статистичних гіпотез про належність образів динамічних ситуацій в поточному часі до альтернативних класів еталонних моделей, яким відповідають локальні стратегії прийняття цільових рішень, і які є елементами глобальної політики.

Кібербезпека інфраструктури. Адаптація стратегій досягнення цілі в умовах дій збурень і завад базується на:

- моделі проблеми і цільової ситуації в технологічній структурі;
- синтезі стратегії досягнення цілі в системі управління зі зворотним зв'язком;
- синтезі поведінки системи при заданій структурі в умовах дії збурень і перешкод;
- оцінці порогових збурень, що призводять до технологічного збою через спотворення інформації про стан системи в режимі оцінки ситуації і прийняття рішень;
- синтезі корекції режимів і параметрів при еволюції об'єкта управління та системи спостереження, контролю і управління в межах цільової задачі;
- оцінці сильних завад та корекції оптимальних алгоритмів обробки сигналів і забезпечення їх робастності, ефективної фільтрації сигналу від завад з погляду отримання коректної інформації, як основи прийняття рішень в умовах невизначеності;
- корекції алгоритмів обробки даних для формування образів динамічної ситуації;
- корекції моделей об'єкта управління і стратегій досягнення цілей;
- перевірці умов досягнення цілей та оцінці засобів і обсягів ресурсів;
- оцінці ступеня наявності і мобільності ресурсів для реалізації цілей в критичних умовах;
- корекції стратегії входження в цільову область і ступеня наявних ресурсів в момент конфлікту на підставі когнітивного ресурсу персоналу АСУ.

Когнітивні характеристики ризиків гри «Система...АСУ→АС-атака» подані в таблиці.

Таблиця

**Когнітивні оцінки ризиків гри «Система...АСУ→АС-атака»
при $\alpha_r(A), \alpha_r d, \alpha_r d - \alpha_r(A) = \pm \Delta\alpha_r$**

№ п/п	F_{ij}	АСУ	$AC(I, E)$	$\alpha_r d$	$\alpha_r(A)$	$\Delta\alpha_r$
1	F_S	0,95	0,8÷1,0	< 0,15	≥ 0,2	Pr ob ± 0,05
2	F_K	0,9	0,2÷0,5	< 0,1	≥ 0,15	Pr ob ± 0,85
3	F_E	0,98	0,1÷0,9	< 0,2	≥ 0,3	Pr ob ± 0,15
4	F_I	0,95	0,1÷0,5	< 0,1	≥ 0,5	Pr ob ± 0,04
5	$F_{(Ci)}$	1,0	0,1÷0,3	0,05	≤ 1,0	Pr ob ± 0,5
6	$F(U_2)$	0,95	0,1÷0,6	0,15	> 0,75	Pr ob ± 0,6
7	$F(Rob)$	0,98	> 0,75	0,05	± 0,5	Pr ob ± 0,05
8	$F(Koz)$	0,9	> 0,5	0,5	> 0,5	Pr ob ± 0,95
9	$F(\mu d)$	0,1	> 0,2	0,15	< 0,5	Pr ob ± 0,2
10	F_R	0,95	≥ 0,5	0,15	≥ 0,5	Pr ob ± 0,35

Позначення до таблиці:

- $F_{(Ci)}$ — цільовий фактор можливого впливу;
- $F(U_2)$ — фактор управляючих дій;
- $F(Rob)$ — фактор можливої стійкості управління;
- $F(Koz)$ — когнітивний фактор агента;
- $F(\mu d)$ — фактор розмитості даних на інтервалі атаки T_i ;
- F_R — комплексний фактор ймовірного враження системи атакою.

Висновки. Аналіз сучасних подій, активних факторів руйнування інфраструктури показав, що незважаючи на наявні індикатори можливих загроз як низького, так і високого рівня, проекти виробничих структур були цілеорієнтовані на мінімальні витрати та максимальні прибутки.

Ця концепція призвела до нестійкості виробничих систем різних галузей, насамперед енергетичної, оскільки вона потребує великих матеріальних ресурсів та високого інтелектуального потенціалу, що необхідно для забезпечення ефективного управління та стійкого функціонування. Проекти, які виконані в минулому, не забезпечили антикризової стійкості, оскільки системи управління постійно модернізувались щодо виникнення таких загроз.

Оптимізація режиму системи базується на формуванні функціонала якості, компонентами якого будуть індикаторні функції економії ресурсів, термінального часу досягнення цілі, точності підтримання функціонального стану. Оптимізація алгоритмів обробки сигналів та стратегій управління базуються на вивченні статистичних характеристик траєкторій сигналів і завад, забезпечення їх робастності та інформаційної адекватності.

Проблема розв'язку конфліктних ситуацій в технологічних структурах потребує для свого розв'язання створення комплексу концептуальних моделей систем, стратегій управління та оптимізації, і на їх основі проведення синтезу програмного та комп'ютерного забезпечення, вибору методів протидії атакам як на ресурсному і структурному рівнях, так і на когнітивно-інтелектуальному рівні підготовки персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сікора Л. С. Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику. Львів : ЦСД «ЕБТЕС», 2009. 432 с.
2. Ткачук Р. Л., Сікора Л. С. Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах : посіб. Львів : Ліга-Прес, 2010. 404 с.
3. Когнітивні моделі формування стратегій оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків і конфліктів / Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Львів : Українська академія друкарства, 2013. 449 с.
4. Автоматизовані людино-машинні системи управління інтегрованими ієрархічними організаційними та виробничими структурами в умовах ризику та конфліктів / Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Львів : Українська академія друкарства, 2013. 514 с.

5. Сікора Л. С. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. Львів : Каменяр, 1998. 453 с.
6. Yousef H. A. Power system load frequency control: Classical and adaptive fuzzy approaches. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017. doi: 10.1201/9781315166292.
7. Bevrani H., Hiyama T. Intelligent Automatic Generation Control. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. doi: 10.1201/b10869.
8. Gul M., Yucesan M., Erdogan M. Multi-criteria decision analysis: Case studies in disaster management, 1st Edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2022. doi: 10.1201/9781003212904.
9. Zhou J., Xing L., Wen C. Adaptive control of dynamic systems with uncertainty and quantization. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021. doi: 10.1201/9781003176626.
10. Jarzebowska E. Model-based tracking control of Nonlinear Systems. New York, NY: CRC Press, 2019. doi: 10.1201/b12262.
11. Wang W., Wen C., Zhou J. Adaptive backstepping control of uncertain systems with actuator failures, subsystem interactions, and nonsmooth nonlinearities. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017. doi: 10.1201/9781315154862.
12. Hou Z., Jin S. Model Free Adaptive Control: Theory and applications. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. doi: 10.1201/b15752.
13. Levine W. S. Control System Applications, 2nd Edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2018. doi: 10.1201/b10382.
14. Raol J. R., Ramakalyan R. Control Systems: Classical, modern, and ai-based approaches. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020. doi: 10.1201/9781351170802.
15. Elngar A. A., Thillaiarasu N., Elhoseny M., Sagayam K. M. Cyber Security and Operations Management for Industry 4.0. Boca Raton, FL: CRC Press, 2023. doi: 10.1201/9781003212201.
16. Bellman R. Adaptive Control Processes. Princeton University Press, 2015.

REFERENCES

1. Sikora, L. S. (2009). Kohnityvni modeli ta lohika operatyvnoho upravlinnia v iierarkhichnykh intehrovanykh systemakh v umovakh ryzyku. Lviv : TsSD «EBTES» (in Ukrainian).
2. Tkachuk, R. L., & Sikora, L. S. (2010). Lohiko-kohnityvni modeli formuvannia upravlynskykh rishen intehrovanykh systemamy v ekstremalnykh umovakh. Lviv : Liha-Pres (in Ukrainian).
3. Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013). Kohnityvni modeli formuvannia stratehii operatyvnoho upravlinnia intehrovanykh iierarkhichnykh strukturamy v umovakh ryzykiv i konfliktiv. Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
4. Durniak, B. V., Sikora, L. S., Atonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013). Avtomatyzovani liudyno-mashynni systemy upravlinnia intehrovanykh iierarkhichnykh orhanizatsiinykh ta vyrobnychymy strukturamy v umovakh ryzyku ta konfliktiv. Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
5. Sikora, L. S. (1998). Systemolohiia pryiniattia rishen na upravlinnia v skladnykh tekhnolohichnykh strukturakh. Lviv : Kameniar (in Ukrainian).
6. Yousef, H. A. (2017). Power system load frequency control: Classical and adaptive fuzzy approaches. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/9781315166292 (in English).
7. Bevrani, H., & Hiyama, T. (2011). Intelligent Automatic Generation Control. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/b10869 (in English).

8. Gul, M., Yucesan, M., & Erdogan, M. (2022). Multi-criteria decision analysis: Case studies in disaster management, 1St Edition. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/9781003212904 (in English).
9. Zhou, J., Xing, L., & Wen, C. (2021). Adaptive control of dynamic systems with uncertainty and quantization. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/9781003176626 (in English).
10. Jarzebowska, E. (2019). Model-based tracking control of Nonlinear Systems. New York, NY: CRC Press. doi: 10.1201/b12262 (in English).
11. Wang, W., Wen, C., & Zhou, J. (2017). Adaptive backstepping control of uncertain systems with actuator failures, subsystem interactions, and nonsmooth nonlinearities. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group. doi: 10.1201/9781315154862 (in English).
12. Hou, Z., & Jin, S. (2016). Model Free Adaptive Control: Theory and applications. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/b15752 (in English).
13. Levine, W. S. (2018). Control System Applications, 2Nd Edition. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/b10382 (in English).
14. Raol, J. R., & Ramakalyan, R. (2020). Control Systems: Classical, modern, and ai-based approaches. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group. doi: 10.1201/9781351170802 (in English).
15. Elngar, A. A., Thillaiarasu, N., Elhoseny, M., & Sagayam, K. M. (2023). Cyber Security and Operations Management for Industry 4.0. Boca Raton, FL: CRC Press. doi: 10.1201/9781003212201 (in English).
16. Bellman, R. (2015). Adaptive Control Processes. Princeton University Press (in English).

doi: 10.32403/1998-6912-2023-1-66-56-67

LOGIC – COGNITIVE CONCEPTS IN CYBER SECURITY SYSTEMS AND GAME RISK ASSESSMENT

L. S. Sikora¹, N. K. Lysa¹, R. S. Martysyshyn¹,
Yu. H. Miyushkovich¹, B. I. Fedyna²

¹*Lviv Politechnic National University,
12, Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine*

²*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*
liubomyr.s.sikora@lpnu.ua
lysa.nataly@gmail.com
roman.s.martysyshyn@lpnu.ua
jmiyushk@gmail.com
fedynabogdana@gmail.com

The operation of complex systems, energy-intensive facilities with a long service life (for the current military phase) is characterized by the operation under extreme loads,

active attacks on energy systems and seasonal rhythm. For such systems, structural and technological changes made during operation are not always known, and there may be losses of operational and regulatory documentation, which leads to uncertainty and decision-making in extreme situations. Therefore, the problem of creating databases and knowledge in which it is necessary to record data flows of control modes from all units is relevant, which would become the information base for identifying the structure of the hierarchical system and the dynamics of units. Accordingly, the processed data can be used as a basis for the development of decision support systems and expert systems, which will ensure the efficiency of control in limit and emergency modes.

In complex systems, it is important to be aware of the levels of the technological process hierarchy and the hierarchy of data collection and transmission channels and management commands from operational and automated control systems. Ensuring the safety of production systems with a complex hierarchical structure poses a set of intellectual and informational tasks, which require the development of information technologies and their hardware and software to control the modes of active objects.

The modern model approach to building algorithms and strategies allows solving the problems of analysis and synthesis of systems of different nature aimed at achieving certain goals on a single methodological basis.

The theory and methods of creating systemic and group conflicts have a thousand-year history. This problem has become especially important in our time, as conflicts have become global in nature and the main component of crises and active conflicts is infrastructure with hierarchical integrated systems, the struggle for resources (information, intellectual, energy and material), which has escalated to a high level in our time of military events.

Solving the problem of conflict and crisis in the internal structure of systems and in interaction with external objects as participants in the game is an urgent task and cannot be solved by means of game theory, operations research, linear programming due to the incompleteness of the conceptual apparatus and tools.

Keywords: *conflict, system, goals, systemology, cyber security, attacks, infrastructure.*

Стаття надійшла до редакції 28.04.2023.

Received 28.04.2023.