

ЛОГІКО-ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ЗАХИСТУ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ

Питання управління ресурсами (ресурсна оптимізація) в комплексах ПЗЗІ при функціонуванні в умовах динамічного інформаційного протистояння є досить складними як в теоретичному, так і в практичному аспектах. У зв'язку з цим основною і найбільш важливою є проблема змістовного, коректного і разом з тим конструктивного опису комплексу ПЗЗІ (складної технічної системи) як об'єкта управління. Цілком очевидно, що цей опис має бути приведений у категоріях і символах, які забезпечують ефективне застосування сучасних методів загальної теорії управління та теорії логіко-динамічних систем. У статті розглянуто логіко-динамічна модель процесу управління ресурсами КПЗЗІ в умовах інформаційного протистояння як основа методу ресурсної оптимізації.

Ключові слова: інформаційне протистояння, управління ресурсами, логіко-динамічна система

Вступ

Для моделювання та дослідження, аналізу і синтезу дискретних динамічних і логіко-динамічних систем управління існує великий спектр різних методів. Відносно дискретних систем серед методів, які отримали найбільше поширення, необхідно, наприклад, відзначити дискретне перетворення Лапласа, або Z-перетворення, частотні і часові методи (для лінійних систем), метод простору параметрів стану, який охоплює і дискретні, і безперервні системи, лінійні і нелінійні системи.

Щодо логіко-динамічних систем (ЛДС) слід зазначити наступне: гібридний характер математичних моделей логіко-динамічних систем (числові функції, диференціальні або різницеві рівняння і логічні функції) зумовив розробку інших методів формалізованого представлення, аналізу і синтезу ЛДС. В якості загальних моделей ЛДС використовувалися гібридні графи, котрі давали змогу поєднували граф потоку сигналів і граф переходів [1].

Метою роботи є використання теорії логіко-динамічних систем для розробки методу ресурсної оптимізації, як основи побудови системи автоматичного управління ресурсами комплексу програмних засобів захисту інформації (КПЗЗІ) в процесі функціонування.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Інтерпретуючи управління ресурсами КПЗЗІ в умовах динамічного інформаційного протистояння як процес зміни або збереження його структурної конфігурації [2], природно визначається і коло завдань:

- формування конфігурації – шляху проходження інформації (графіку) в КПЗЗІ при різних умовах функціонування,
- управління і стабілізація щодо конфігурації КПЗЗІ,
- управління КПЗЗІ як єдиного цілого.

Крім елементів КПЗЗІ, їх відносної конфігурації – КПЗЗІ, як складна технічна система, характеризується мережею зв'язків між елементами. Надалі поняття комплекс ПЗЗІ – окремий ПЗЗІ – модуль (підпрограма) вважатимемо адекватними поняттями система, підсистема, елемент. Склад і зв'язки визначають структуру КПЗЗІ. У контексті вищесказаного наведемо теоретико-множинний опис КПЗЗІ, як системи, ґрунтуючись на матеріалах викладених в [3].

Визначення 1. КПЗЗІ як система визначається наступною четвіркою математичних об'єктів:

$$\Sigma = (E, S, \psi, \varphi) \quad (1.1)$$

де E, S – скінченна множина; ψ, φ – залежності, що відповідають наступним умовам:

$$\psi: E \rightarrow \beta(S)$$

$$\varphi: E \rightarrow \beta(S)$$

$$\forall e_1 \in E, e_2 \in E, (e_1 \neq e_2) \Rightarrow (\psi(e_1) \cap \psi(e_2) = \emptyset) \& (\varphi(e_1) \cap \varphi(e_2) = \emptyset)$$

$\beta(S)$ – множина всіх піделементів множини S .

Множина E інтерпретує множину всіх елементів комплексу ПЗЗІ Σ . При цьому формальний опис структури КПЗЗІ може бути отримано об'єднанням формальних описів окремих підсистем та елементів і їх зв'язків. Множина S – множина можливих зв'язків в комплексі ПЗЗІ Σ ;

$\psi(e)$ – вихід елемента $e \in E$; $\varphi(e)$ – вхід елемента $e \in E$;

Визначення 2. Для системи $\Sigma = (E, S, \psi, \varphi)$, пару (E, S) – назвемо складом комплексу Σ ; пару (ψ, φ) – зв'язком елементів в комплексі Σ .

Відношення між станом входів можна виразити математично, як перетворення вектора X у вектор Y . Правило, на основі якого вектор X перетворюється у вектор Y , запишемо за допомогою деякої матриці, яку назвемо матрицею перетворення

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \quad 1.2$$

Тоді перетворення приймає вигляд $\Delta Y = A \Delta X$

$$\begin{aligned} \Delta Y &= (\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta y_n) \\ \Delta X &= (\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_m) \end{aligned} \quad 1.3$$

Вираз (1.3) являє собою систему рівнянь залучення (елемента системи), тобто моменту реакції (умова) на включення. Вирішення цієї системи складається з функцій [4]:

$$y_i = f_i(x)$$

Тоді можна записати:

$$\bar{Y} = f(x)$$

Для спрощення формалізації введемо квадратну матрицю S_{21} , котра складається з m або n рядків і стовпців, в залежності від того $m \geq n$ чи $n \geq m$. Елементи S_{ij} матриці S_{21} приймають значення

$$S_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ при } x_j^{(2)} = y_i^{(1)} \\ 0 \text{ при } x_j^{(2)} \neq y_i^{(1)} \end{cases} \quad 1.4$$

Матрицю S_{21} будемо називати матрицею зв'язку елемента e_2 з елементом e_1 .

Для підсистеми (окремого ПЗЗІ) аналогічним чином, як і для системи, визначаються поняття: вхід, вихід, оператор перетворення підсистеми.

У розглянутій структурі комплексу ПЗЗІ (рис.1) єдиним невідимим елементом (для нашого випадку) є модуль (підпрограма). При такій розбивці структури КПЗЗІ ІТМ організації, наступною фактор-системою є програмні засоби захисту інформації, як об'єкт управління.

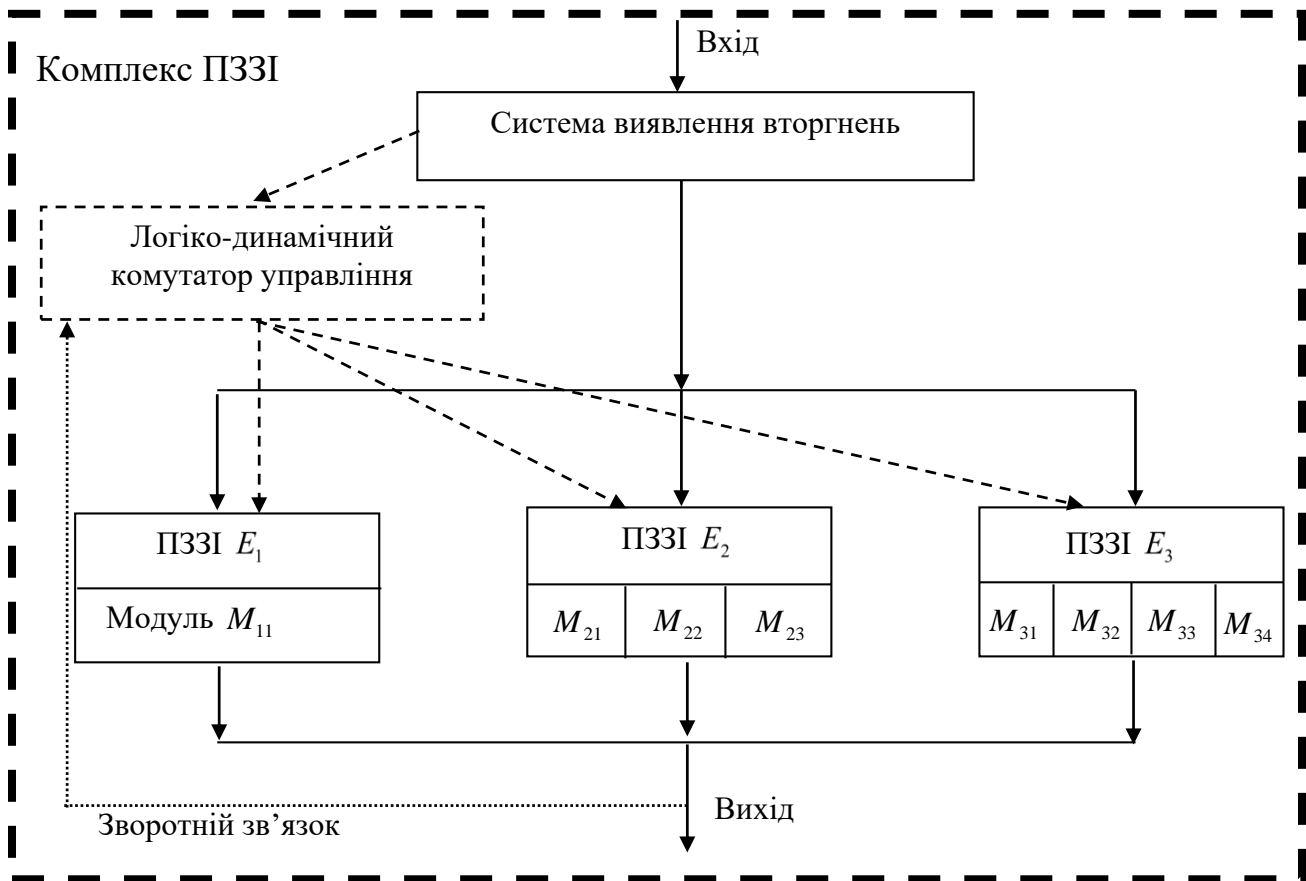


Рис.1. Приклад складу структури комплексу ПЗЗІ

Опис запропонованого методу поведемо на прикладі комплексу програмних засобів захисту інформації показаного на рис.1. Проглядається три рівні ієрархічної структури: комплекс ПЗЗІ, програмний засіб захисту інформації, модуль (підпрограма).

У розглянутій структурі типового КПЗЗІ неподільною підсистемою може бути як окремий ПЗЗІ так і модуль (підпрограма) ПЗЗІ. Різні варіації структури КПЗЗІ в процесі функціонування застосовуються для нейтралізації різних видів атак та загроз, а значить, і характер зв'язків між ПЗЗІ може змінюватись.

Тому сформуємо матриці зв'язків для кожного з трьох ПЗЗІ – трьох підсистем E_1, E_2, E_3

$$S_i = \begin{bmatrix} 0 & S_{12}^{(i)} & 0 & S_{14}^{(i)} \\ S_{21}^{(i)} & 0 & 0 & 0 \\ S_{31}^{(i)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_{43}^{(i)} & 0 \end{bmatrix}, \quad i=1,2,3 \quad 1.5$$

які відображають зв'язки елементів комплексу:

$$X_r^{(s)} = S_{sr} Y^{(r)}, \quad r, s = \overline{1, N}; \quad r \neq s$$

Індекс r при $X_r^{(s)}$ означає, що цей вектор є станом входів e_s і є результатом його зв'язку з e_r .

Позначивши через T_r – перетворення, котре виражає спосіб дії елемента e_r , та провівши деякі спрощення, отримаємо

$$T_s X_r^{(s)} = T_s S_{sr} Y^{(r)}$$

ці перетворення можна записати у вигляді

$$Y_r^{(s)} = P_{sr} Y^{(r)} \quad 1.6$$

Множина перетворень (1.6) приписує певним початковим значенням вхідних (вихідних) векторів системи нові значення цих векторів. Ці множини описують внутрішній закон руху комплексу (зміни в структурі), або спосіб його дії (адаптації) [4].

Такий сукупний опис способу дії елементів і структури комплексу повністю визначає КПЗІ як об'єкт дослідження.

Складемо математичний опис підсистем – окремої ПЗІ Σ_i ($i = 1, 2, 3$). Крім векторів стану входів і виходів підсистеми $\overline{X'}$ чи $\overline{Y'}$ (вектори входів і виходів сукупності елементів підсистеми Σ_i) необхідно враховувати зв'язок підсистеми з зовнішнім середовищем через вектори її входу і виходу. Штрих над буквою означає, що позначення відносяться до підсистеми Σ_i . При цьому зазначимо, що, наприклад, ПЗІ складається з чотирьох модулів (підпрограм).

Для опису підсистеми необхідно:

1) скласти матрицю перетворень елементів підсистеми

$$T' = \begin{bmatrix} T'_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & T'_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & T'_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & T'_4 \end{bmatrix};$$

2) описати вектори:

$\overline{X'_M}$ і $\overline{Y'_M}$ – входу і виходу підсистеми Σ_i ;

$\overline{X'} = (X^{(1)}, X^{(2)}, X^{(3)}, X^{(4)})$ – входи сукупності елементів;

$\overline{Y'} = (Y^{(1)}, Y^{(2)}, Y^{(3)}, Y^{(4)})$ – виходи сукупності елементів;

3) записати рівняння входів сукупності елементів

$$\begin{cases} X^{(1)} = \overline{X'_M} + \overline{Y'_M} & X^{(3)} = Y^{(2)} \\ X^{(2)} = Y^{(1)} & X^{(4)} = Y^{(3)} \end{cases}$$

і рівняння виходу підсистеми $\overline{Y'_M} = Y^{(4)} + Y^{(2)}$;

4) побудувати матриці зв'язків в підсистемах розмірності 4x4 (так як ПЗІ включає чотири модулі (підпрограми)): $S_{\overline{X'}\overline{X'}}$, $S_{\overline{X'}\overline{Y'}}$, $S_{\overline{X'}\overline{X'_M}}$, $S_{\overline{Y'}\overline{Y'}}$.

Опис структури комплексу ПЗІ проводиться аналогічно тому, як це робилося для підсистеми(програмних засобів захисту інформації).

Перетворення «вхід – комплекс ПЗІ – вихід» буде описуватися системою рівнянь.

$$\begin{cases} \bar{X} = S_{\bar{X}\bar{X}} \bar{X} + S_{\bar{X}\bar{Y}} \bar{Y} + S_{\bar{X}\bar{X}_M} \bar{X}_M + S_{\bar{X}\bar{Y}_M} \bar{Y}_M \\ \bar{Y}_M = S_{\bar{Y}_M\bar{X}} \bar{X} + S_{\bar{Y}_M\bar{Y}} \bar{Y} + S_{\bar{Y}_M\bar{X}_M} \bar{X}_M + S_{\bar{Y}_M\bar{Y}_M} \bar{Y}_M \\ \bar{Y} = T \bar{X} \end{cases} \quad 1.7$$

де \bar{X}_M і \bar{Y}_M – вхід і вихід системи; $S_{\bar{X}\bar{Y}}$ – матриця структури зв'язків системи.

Тоді, повторивши всі операції, що проводяться вище стосовно окремого ПЗЗІ, для системи в цілому отримаємо оперативно-структурно перебудову всього комплексу ПЗЗІ – тобто конкретну структуру для певної ситуації в динамічному інформаційному протистоянні. Причому, маючи на увазі реалізацію такого методу при побудові системи управління ресурсами захисту, матриці ці можуть або бути визначені заздалегідь і відповідати множині можливих режимів (різної конфігурації структури КПЗЗІ при функціонуванні в різних умовах) системи, або змінюватися в процесі роботи в функції деяких заданих параметрів [5].

Висновки

Запропонована модель може бути використана для побудови логіко-динамічної автоматичної системи управління (рис.1) як в існуючих комплексах програмних засобів захисту інформації типу Unified Threat Management системах так і в перспективних з елементами штучного інтелекту.

Література

1. Кузин Л.Т. Расчет и проектирование дискретных систем управления / Л.Т. Кузин. – М.: Машгиз, 1962. – 684 с.
2. Шевченко В.Л. Оптимізаційне моделювання в стратегічному плануванні / В.Л. Шевченко. – К.: ЦВСД НУОУ, 2011. – 283 с.
3. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / Месарович М., Мако Д., Такахара И. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
4. Жук К.Д. Исследование структуры и моделирование логико-динамических систем / К.Д. Жук, А.А. Тимченко, Т.И. Доленко. – К.: наукова думка, 1975. – 197 с.
5. Левченко Є.Г. Динамічне протистояння в умовах конкурентної боротьби / Є.Г. Левченко, Р.Б. Прус, Д.І. Рабчун // Сучасна спеціальна техніка: наук.-практ. журнал, 2012. – №4(31). – С.150-158.

Надійшла 26.07.2016 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Хорошко В. О.