

УДК 629,735,083(045)

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ІЄРАРХІЧНОЇ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

А. В. Міщенко, канд. техн. наук, доц.

Національний авіаційний університет

int2080@ukr.net

Надскладність об'єкта системи управління інформаційної безпеки держави народила науковий метод її дослідження — імітаційне математичне моделювання, який дозволяє вивчати властивості й характеристики об'єкта і обирати доцільне організаційне й оперативне управління процесом його застосування за призначенням. Саме до організаційного управління слід віднести розглянутий комплекс завдань управління інформаційною безпекою держави, а до оперативного управління — задач управління інформаційною безпекою підсистем авіаційної інфраструктури. «Інформаційна безпека країни» є ієрархічною «складною» системою організаційного типу (за Берталанфом) і на першому рівні декомпозиції (до функціональних підсистем) надається структурно-параметричної моделлю — повнозв'язним графом, вершинами якого на вищому рівні ієрархії є підсистема управління (сфера державної служби), на нижчому рівні — функціональні підсистеми (сфери діяльності суспільства), а дугами — потоки (з інтенсивністю λ) «продуктів діяльності» функціональних підсистем, що представлені їх універсальним однорідним еквівалентом — інформаційним ресурсом g . Саме сукупність дуг графа є інформаційною системою, який є об'єктом «контролю» для підсистеми управління.

Ключові слова: національна безпека; інформаційна безпека; авіатранспортний комплекс; авіаінфраструктура; цільова ефективність; авіаперевезення.

It is shown that in organizational management should include a set of tasks of the state of information security management and operational management to — the problem of information security management of aviation infrastructure. Produced adaptation of the main provisions of the general systems theory to the "information security." The bottom line is that the system of "information security" is a hierarchical "complex" system of organizational type (for Bertalanffy) and on the first level of decomposition (functional subsystems) and abstract model — fully — connected graph, whose vertices at the top level of the hierarchy is control subsystem (the public service), at the lower level — functional subsystems.

Keywords: national security; information security; air traffic complex; target efficiency; air travel.

Постановка завдання

Підсистема вищого рівня ієрархії є «системою управління інформаційною безпекою» надсистеми, яка має функцію «координації» (керування темпами потоків) між підсистемами нижчого рівня; вона знаходиться на «бюджеті» надсистеми і функціональних зв'язків (потоків) з іншими підсистемами не має [1].

Розв'язання завдання

Математична модель динаміки цієї «надсистеми» [2] надається системою диференціальних рівнянь (за Дж. Форрестером)

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} g_i(t) = & - \sum_{j=1, j \neq i}^m \lambda_{ij} \{g_i(t - \tau_{ij})\} + \\ & + \sum_{k=1, k \neq i}^m \lambda_{ki} \{g_k(t - \tau_{ki})\}, \quad i = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $g(i)$ — інформаційний ресурс i -ї підсистеми на поточний момент часу t ; $\lambda(i, j)$ — темп інформаційного потоку від i -ї підсистеми до суміжної j -ї; $\lambda(k, i)$ — темп інформаційного потоку від суміжної k -ї підсистеми до i -ї; $\tau(i, j)$ — час «передісторії» інформаційного ресурсу i -ї підсистеми для

суміжної j -ї; $\tau(k, i)$ — час «передісторії» інформаційного ресурсу суміжної k -ї підсистеми для i -ї.

Моделювання процесу функціонування «надсистеми» полягає у розв'язанні системи (1) відносно значень — вектору інформаційного ресурсу підсистем

$$G(t) = \langle g_i(t), i = \overline{1, m} \rangle; \quad GS = \sum_{i=1}^m g_i. \quad (2)$$

Але ефективність системи, як умова її «безпеки», цілком визначається регулюванням відповідних до ресурсів інформаційних потоків.

Цілеспрямоване «управління» системою — це керована у часі матриця темпів інформаційних потоків:

$$\Lambda S^\circ(t) = \|\lambda_{ij}(t)\|_{m \times m}. \quad (3)$$

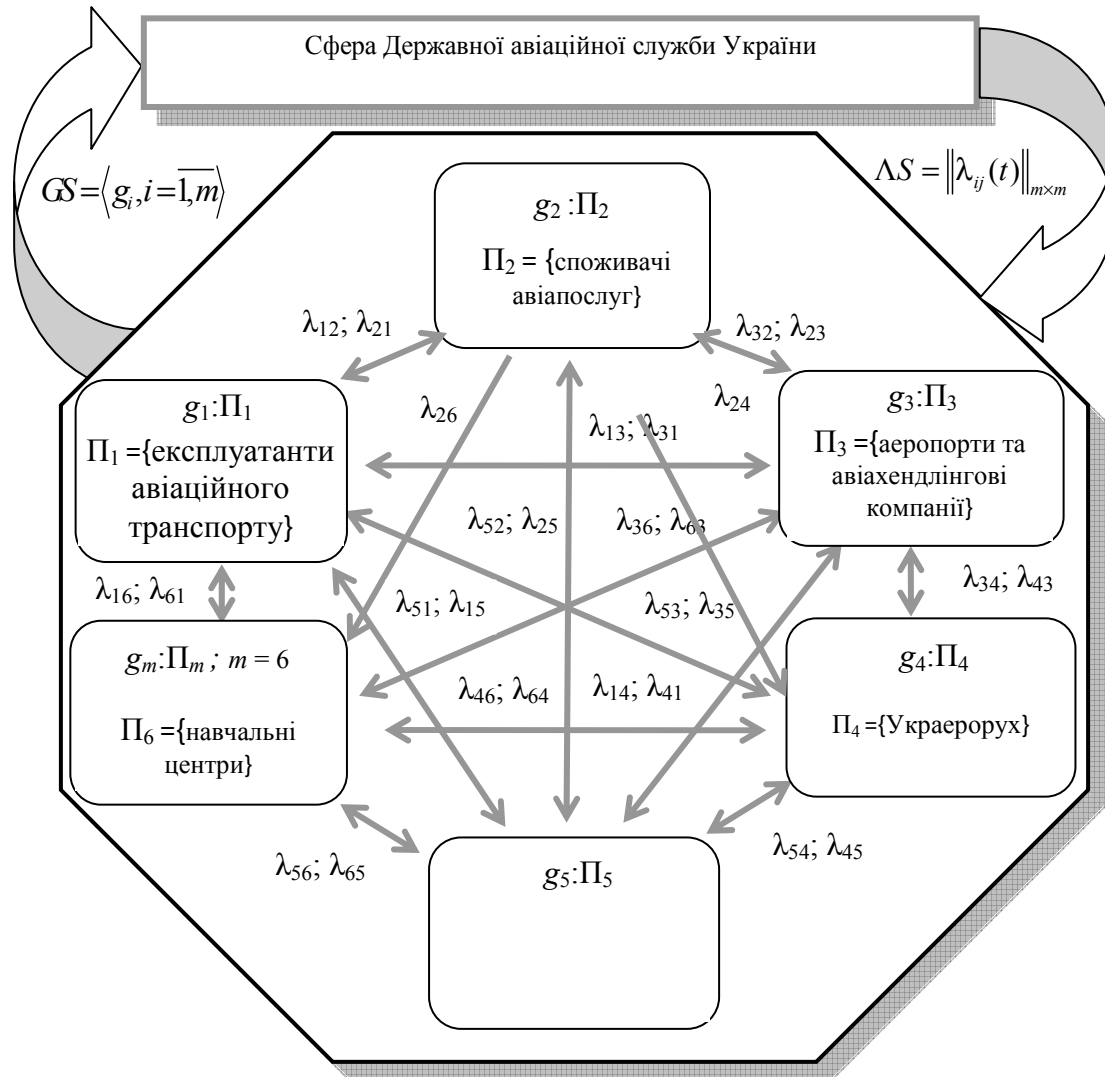
Очікувані результати, на прикладі підсистем АТК — досягнення і утримання максимальної цільової ефективності об'єктів АТК як умови інформаційної безпеки системи за фактором створення інформаційно захищеного управління її життєвим циклом.

Об'єкт інформаційної безпеки авіатранспортної інфраструктури введено у розгляд як «склад-

ну» систему з визначенням її ознак, властивостей і характеристик.

Авіатранспортний комплекс (АТК) призначений для надання послуг на ринку пасажирських та вантажних авіаційних перевезень, тому за змістом є макроекономічною системою з відповідними задачами управління її функціонуванням.

До складу АТК входять експлуатанти авіаційного транспорту та споживачі авіапослуг, аеропорти та авіахендлінгові компанії, система організації повітряним рухом та виробники авіапромисловості, а також система підготовки та перепідготовки кадрів для повітряного транспорту (див. рисунок).



Віображення структурно-параметричної моделі взаємозв'язків інформаційних ресурсів на прикладі підсистем АТК

Інформаційна безпека управління системою АТК забезпечує доцільне використання величезного ресурсного потенціалу системи для максимально ефективного функціонування за призначенням.

Для імітаційного моделювання в «складній» системі АТК змін інформаційного ресурсу за часом, дану систему диференціальних рівнянь (1) найбільш доцільно вирішувати не аналітичним, а дискретним методом чисельного інтегрування (наприклад, методом «дотичних» Ейлера) при початкових умовах

$$G(t = 0) = \langle g_i(0), i = \overline{1, m} \rangle \quad (4)$$

та «програмуванні» у модельному часі ($0 \leq t \leq T^{\text{мод}}$) темпів $\lambda_{ij}(t)$ і «спостереженні» за вектором поточної «чисельності» інформаційного ресурсу підсистем

$$G(t) = \langle g_i(t), i = \overline{1, m} \rangle \quad (5)$$

на інтервалі прогнозу ($0 \leq t \leq T$).

Дискретизація «рішення» в системі диференціальних рівнянь для чисельного інтегрування

здійснюється переходом від похідних до кінцевих різниць; маємо

$$\begin{aligned} \frac{dg_i(t)}{dt} &\approx \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta g_i(t + \Delta t)}{\Delta t} = \\ &= \left\{ - \sum_{j=1, j \neq i}^m \lambda_{ij} \{g_i(t - \tau_{ij})\} + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{k=1, k \neq i}^m \lambda_{ki} \{g_k(t - \tau_{ki})\} \right\} = \{ \circ \}, \quad (6) \\ i &= \overline{1, m}. \end{aligned}$$

Оскільки для системи (6) справедливе співвідношення кінцевих різниць

$$\begin{aligned} \Delta g_i(t + \Delta t) &= g_i(t + \Delta t) - g_i(t) = \\ &= \{ \# \} \times \Delta t, \quad i = \overline{1, m}, \quad (7) \end{aligned}$$

то з рівнянь (7) очевидними перетвореннями одержимо рекурентні співвідношення для поточних значень компонент (5)

$$g_i(t + \Delta t) = g_i(t) + \Delta t \cdot \{ \# \}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (8)$$

Імітаційне моделювання «чисельності інформаційного ресурсу» підсистем АТК (приклад на рисунку) методом «дотичних» (Ейлера) полягає в такому.

1) Розробка матриці «темлів» потоків для динамічної системи

$$\Lambda = \left\| \lambda_{ij} \{g_i(t - \tau_{ij})\} \right\|_{m \times m}, \quad (9)$$

що є найскладнішим етапом моделювання.

2) Визначення дискретності (Δt) і тривалість модельного часу T (кількість дискрет). Для початкового моменту модельного часу ($t = 0$) призначення чисельного складу станів — компонент вектору загального початкового розподілу ресурсу надсистеми

$$G(t = 0) = \langle g_i(0), i = \overline{1, m} \rangle. \quad (10)$$

3) Присвоєння поточного значення модельного часу

$$t := t + \Delta t. \quad (11)$$

4) Обчислення матриці темлів потоків для некерованих темлів (9) та завдання значень керованим «ззовні» темпам, згідно управлінню

$$US = \left\| u_{ij}(t) \right\|_{m \times m};$$

це —

$$\Lambda S(t) = \left\| \lambda_{ij} \{g_i(t - \tau_{ij}), u_{ij}(t)\} = \mu_{ij}(t) \right\|_{m \times m}. \quad (12)$$

5) Обчислення поточних значень сумарних темлів «вихідних» і «вхідних» потоків для кожної підсистеми

$$s_i^{\text{вих}} = \sum_{j=1, j \neq i}^m \mu_{ij}(t); \quad s_i^{\text{вх}} = \sum_{k=1, k \neq i}^m \mu_{ki}(t), \quad i = \overline{1, m} \quad (13)$$

та «чисельності» компонент вектору загального ресурсу системи

$$\begin{aligned} g_i(t + \Delta t) &= g_i(t) - \Delta t \{ -s_i^{\text{вих}} + s_i^{\text{вх}} \}, \\ i &= \overline{1, m}. \quad (14) \end{aligned}$$

6) Контроль умови закінчення процесу моделювання

$$(t = T)? \quad (15)$$

якщо «ні», то перехід до п. 3.

7) Кінець процедури.

Висновки

Отже, структурно-параметрична модель взаємозв'язків інформаційних ресурсів та методика імітаційного моделювання чисельного стану основного ресурсу системі «інформаційної безпеки АТК» дозволяє коректно прогнозувати динаміку інформаційного ресурсу системі «інформаційна безпека АТК» у процесі її функціонування залежно від варіанта управління потоками ресурсу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Качинський А. Б. Безпека, загрози, ризик / А. Б. Качинський // Наукові концепції та математичні методи. Інститут проблем національної безпеки. Національна академія служби безпеки України. — К., 2004. — 470 с.
2. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. — М.: Наука, 1977. — 168 с.

Стаття надійшла до редакції 26.08.2015