

**МЕТОДОЛОГІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ  
 В АВІАТРАНСПОРТНОМУ КОМПЛЕКСІ**

*У статті розглянуто один із найбільш перспективних напрямків захисту авіатранспортного комплексу неперервних послідовностей різномірних операцій обробки потоку однорідних одиниць цього комплексу.  
 Ключові слова: комплекс різномірних операцій, порушення безпеки, авіатранспортний комплекс.*

V.V. KOZLOVSKII, A.V. MISHCHENKO, V.V. VASIANOVYCH  
 National Aviation University, Kyiv, Ukraine

**METHODOLOGY OF INFORMATION SECURITY IN AIR TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

*The article describes one of the most promising directions of protection of air transport complex of continuous sequences of heterogeneous processing operations of flow of homogeneous units of this complex. The methods of finding of optimal solutions for the protection and resource optimization of processes of the current type of the functioning of the air transport sector have been analysed. Algorithmic realization of the method of resource process optimization of this class is obvious and is not described in detail.  
 Keywords: complex of heterogeneous operations, security violation, air transport infrastructure.*

**Вступ**

В сучасному світі постає проблема інформаційної безпеки в авіатранспортному комплексі. Такі проблеми відносять до основних задач менеджменту та економіки інформаційної безпеки – наукової організації складних процесів за критерієм максимально ефективного функціонування системи за призначенням та тендерних задач ресурсної оптимізації процесів поточного типу. На кожному етапі цих процесів існує імовірність порушення інформаційної безпеки тому і постає необхідність у пошуку оптимальних рішень для захисту.

До процесів «поточного» типу відносять неперервну послідовність (комплекс) різномірних операцій «обробки» потоку однорідних одиниць основного ресурсу («засобу») для переведення кожної з початкового у потрібний стан – це так званий «конвеєрний» процес, наприклад:

**Основна частина**

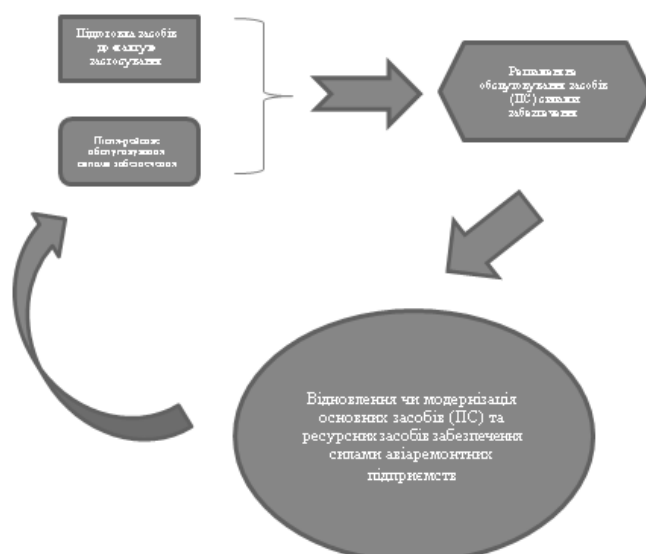
Головне завдання будь-якої авіатранспортної інфраструктури – прийняти адекватне рішення щодо необхідності і захищеності в конкретних мінливих умовах. Сьогодні це стало дедалі складніше, оскільки все важче стало спрогнозувати, оцінити, яким чином Ваше рішення вплине на розвиток усієї проблемної системи. Тому сьогодні науковці знаходяться в пошуку методології, яка б адекватно оцінювала слабо структуровані системи та ОІР як особистість: зі своїм світобаченням, досвідом та інтуїцією.

Аналізуючи багатосторонню полеміку щодо питання формування інформаційної безпеки АТК, можна стверджувати, що його суть полягає в тому, щоб найскладніші проблеми і тенденції розвитку системи відобразити в спрощеному вигляді в моделі, досліджувати можливі сценарії виникнення кризових ситуацій, знайти шляхи та умови їх вирішення завдяки розв'язку задач економіки інформаційної безпеки. В першу чергу це забезпечує розумне використання ресурсів, які приймають участь в організації комплексної безпеки.

Основною ціллю формування інформаційної безпеки АТК є формування та уточнення гіпотези щодо функціонування досліджуваного об'єкту, що розглядається як слабо структурована система, яка складається з окремих внутрішніх і зовнішніх елементів, підсистем, що взаємодіють одне з одним, на основі структурної схеми причинно-наслідкових зв'язків.

Для формування інформаційної безпеки авіатранспортного комплексу необхідно знайти всі можливі способи нападу та можливості їх усунення. Тому для зручності розрахунків потрібно розділити його на етапи, для яких можливе використання основних задач менеджменту та економіки інформаційної безпеки.

Для початку розглянемо можливі варіанти нападу на АТ комплекс. На початковому етапі підготовки засобів до акту застосування можливі втрати інформації про вантаж, його кількість, важливість



**Рис. 1. Комплекс різномірних операцій «обробки» потоку однорідних одиниць основного ресурсу для яких існує імовірність порушення безпеки**

та можливі засоби його захисту. Також інформація про маршрут, можливі зупинки та способи передбачення і анулювання можливих нападів. На етапі регламентного обслуговування силами забезпечення можливі втрати саме завдяки некомпетентності можливого керівництва. Такий тип втрат інформації зменшується завдяки збільшенню фінансування цього етапу для використання більш висококваліфікованих робітників. Третій етап повністю залежить від фінансування АТ комплексу. Модернізація і відновлення основних засобів захисту та поновлення ресурсів – основні завдання третього етапу (рис. 1).

Проілюструємо застосування елементів методології інформаційної безпеки для оцінки рівня інформаційної інфраструктури в системі, в якій повинні прийматися певні управлінські рішення, щодо розподілу коштів на інформаційну безпеку інфраструктури. Задача побудована на принципі групового характеру підготовки і прийняття управлінських рішень, необхідно зрозуміти, чим вони зумовлені і наскільки на ті рішення впливають внутрішні уявлення і знання кожного з команди. Велика частина інформації для прийняття управлінських рішень у цій ситуації є невідомою, а частина потребує прогнозу. Команди знають про ціль гри, але важко уявляють, механізм її досягнення. Внаслідок складності процесу підготовки та прийняття рішень в задачах захисту цієї системи, неможливості його обмеження виключно раціональним вибором, вважаємо доцільним використовувати методологію когнітивного моделювання.

Кожний етап потребує багато фінансових вливань, а наша задача пов'язана з необхідністю мінімізувати витрати на кожному етапі життєвого циклу АТ комплексу. Умовою ефективного захисту ресурсу забезпечення є відсутність його простою між «сусідніми» операціями процесу; це означає, що тривалість кожної операції «поточного» процесу (як їх послідовності) при даному ресурсі забезпечення повинна бути однаковою, тобто

$$\tau_j(y_j) = (\omega_j / y_j) = \tau, j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість послідовних операцій процесу для одиниці основного ресурсу;  
 $\tau_j$  – тривалість  $j$ -ї операції;  
 $\omega_j$  – трудомісткість  $j$ -ї операції;  
 $y_j$  – кількість одиниць спеціалізованого ресурсу забезпечення для захисту  $j$ -ї операції;  
 $\tau$  – потрібна тривалість кожної операції поточного процесу.

Для кожного виду ресурсу, наприклад, пасажирських ПС різного класу (різної місткості, дальності та швидкості польоту) визначається потрібність захисту одиниць кожного виду із  $n$  –

$$A = \langle A_j, j = \overline{1, n} \rangle, \quad AS = \sum_{j=1}^n A_j. \quad (2)$$

З формули бачимо, що для забезпечення кращого захисту ми можемо або зменшити кількість одиниць для захисту, що для нас є небажаним, або проводити модернізацію для укріплення основних пунктів захисту і розширення можливих варіантів спроб нападу, для кращого захисту. Це робить можливим знаходження більш зручних і ефективних способів захисту.

Обстеження ринку  $m$  постачальників способів модернізації дає можливість проаналізувати всі можливі варіанти розширення та відтворення інформації:

$$B = \langle B_i, i = \overline{1, m} \rangle, \quad BS = \sum_{i=1}^m B_i \quad (3)$$

та ціни на продукцію –

$$C = \|c_{ij}\|_{m \times n}, \quad (4)$$

де  $c_{ij}$  – ціна одиниці ресурсу  $j$ -го класу у  $i$ -го постачальника.  
 Планом нападів і захисту є матриця

$$X = \|x_{ij}\|_{m \times n}, \quad (5)$$

елементом якої  $x_{ij}$  є кількість одиниць ресурсу  $j$ -го класу, що захищається. Вартість даного плану  $X$  –

$$CS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}. \quad (6)$$

Виникає наступна («тендерна») задача нападів і захисту даного виду ресурсу – на множині планів  $\{X\}$  нападів (стовпчики матриці  $X$ ) і захисту (стрічки матриці  $X$ ), кожний котрих (5) задовольняє умову на можливий об'єм поставок –

$$WS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \geq WS, \quad (7)$$

Постає завдання знайти такий (оптимальний) план :

$$X^o = \|x_{ij}^o\|_{m \times n}, \quad (8)$$

який мінімізує загальну вартість плану (захисту) –

$$CS(X^o) = \min_{\{X\}} CS(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^o \quad (9)$$

Це задача лінійного програмування (ЛП) з матричним аргументом, яка належить до класу «транспортних» задач (ТЗ) ЛП і звичайно вирішується методом «потенціалів» чи симплексним методом.

Недоліком симплексного методу для ТЗ є необхідність «розгортання» матричного аргументу у векторний (по стрічкам матриці) [5], що тягне за собою нетривіальні і громіздкі процедури «пере-нумерації» змінних і констант обмежень і цільової функції, породжує розширену матрицю системи з розмірністю на декілька порядків більшою, а ніж у вихідній матриці плану, та з більшістю «нульових» елементів.

Згідно з (1), при відомій «трудомісткості» (чи «трудовитратах») операцій процесу –

$$\Omega = \langle \omega_j = (y_j \tau_j), j = \overline{1, n} \rangle \quad (10)$$

потрібний ресурс захисту для кожної операції (компонента плану розподілу  $Y$ ) знаходиться з очевидного рівняння – обмеження

$$\frac{\omega_j}{y_j} = \tau, j = \overline{1, n} \quad (11)$$

Остаточо –

$$Y^o = \langle y_j^o = (\omega_j / \tau), j = \overline{1, n} \rangle \quad (12)$$

Для обмеження «оберненої» задачі –

$$TS(Y) = \sum_{j=1}^n \frac{\omega_j}{y_j} \leq TS^{npun} = (\tau n), \quad (13)$$

тобто для

$$\tau = (TS^{npun} / n), \quad (14)$$

Недоліком як симплексного методу, так і методу «потенціалів» є необхідність введення «фіктивних» постачальників чи замовників при незбалансованості задач по ресурсах, коли не всі нерівності (7) виконуються. Крім того, ітераційна процедура симплексного методу й методу «потенціалів» є повним перебором можливих варіантів покращення поточного плану, тобто не має «градієнтної» евристики.

Тому для вирішення даної задачі ЛП з матричним аргументом найбільш ефективним є ітераційний метод «динамічної ефективності» поточного рішення («динамічної ефективності» ДЕ), який вільний від усіх недоліків відомих методів і алгоритм якого полягає у наступному.

1) Початкові присвоювання:

поточні (в ітераціях процесу) та загальні «потреби» замовників

$$a_j := A_j, j = \overline{1, n}; sa := \text{sum}(a_j, j = \overline{1, n}); \quad (15)$$

поточні (в ітераціях процесу) та загальні «запаси» постачальників –

$$b_i := B_i, i = \overline{1, m}; sb := \text{sum}(b_i, i = \overline{1, m}) \quad (16)$$

та можливий загальний об'єм поставок –  $ws = \min\{sa, sb\}$ ; значення компонент плану –

$$X = \|x_{ij} := 0\|_{m \times n}, \quad (17)$$

матриця можливих об'ємів поставок –

$$\|\delta_{ij} := \min(a_j, b_i)\|_{m \times n}, \quad (18)$$

матриця «динамічної ефективності» поточного плану –

$$\|\varepsilon_{ij} := (\delta_{ij} / c_{ij})\|_{m \times n}, \quad (19)$$

точність  $eps$  розв'язання задачі (в од. ресурсу), наприклад,  $eps := 1$ ;

загальний поточний об'єм поставок  $w := ws$ ; номер ітерації –  $k := 0$ .

2) Ітераційна процедура для  $k$ -ї ітерації:

**Крок 1.**  $k := k + 1$ .

**Крок 2.** Пошук глобально максимальної ПЕ на матриці (14) –  $\varepsilon_{rs} := \max_i \max_j \varepsilon_{ij} \quad (20)$

**Крок 3.** Присвоювання –

$$\begin{aligned} x_{rs} &:= x_{rs} + eps; \\ a_s &:= a_s - eps; \\ b_r &:= b_r - eps; \\ w &:= w - eps. \end{aligned} \quad (21)$$

**Крок 4.** Перевірка умови –

$$w = 0. \quad (22)$$

Якщо «так», то вихід до пункту 3 алгоритму рішення задачі (кінець ітераційної процедури).

3) Розв'язання задачі (стан для останньої  $k$ -ї ітерації):  
оптимальний план – матриця

$$X^o = \|x_{ij}^{(k)}\|_{m \times n}; \quad (23)$$

нестача ресурсу у замовників –

$$a_j^{(k)}, j = \overline{1, n}; \quad (24)$$

залишок ресурсу у постачальників –

$$b_i^{(k)}, i = \overline{1, m}; \quad (25)$$

загальний можливий об'єм поставок –  $ws$ ;

обчислення (мінімальної) вартості оптимального плану –

$$CS(X^o) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}^o. \quad (24)$$

Зміст «питомої ефективності» визначається виразом (19) – це очікувана (умовна для  $k$ -ї ітерації) продуктивність витрат (при відповідній ціні) на постачання одиниці ресурсу для матриці можливих об'ємів (18). Зрозуміло, що ітераційна процедура методу дозволяє вирішувати задачі з системою (декількома матрицями, як у задачі оптимального розташування) обмежень; «приріст» значення надається змінній є глобально (по усіх обмеженнях) максимальною ДЕ. Отже, розроблено ітераційну задачу для пошуку і вирішення завдань інформаційної безпеки, яка відрізняється від відомих тим, що зв'язок між факторами АТК розкривається до відповідного рівняння, яке може містити як кількісні (вимірювані) змінні, так і якісні (не вимірюються) змінні, що дає можливість використовувати для аналізу неповну, нечітку і навіть суперечливу інформацію. Набула подальшого розвитку дана ітеративна система аналізу неструктурованих даних, яка на відміну від відомих враховує вплив помилок експерта за допомогою спеціальних програмних модулів і підсистем, що враховують особливості організації людської системи вимірювання, оцінки та переробки суб'єктивної інформації, що дозволило побудувати систему концептуального моделювання і запропонувати технічне рішення, яке може здійснювати безперервний моніторинг стану інформаційної безпеки, породження і перевірки гіпотез механізмів розвитку та механізмів управління інформаційною безпекою.

#### Висновки

Таким чином, розглянуті способи знаходження оптимальних рішень для захисту та ресурсної оптимізації процесів поточного типу функціонування авіатранспортного комплексу. Оптимальне рішення прямих й обернених задач надається єдиною аналітичною розрахунковою формулою (5) під час обчислення відповідного значення параметра  $\tau$  для кожної задачі. Алгоритмічна реалізація наданого методу ресурсної оптимізації процесу даного класу є очевидною (розрахунок по формулах) і тому докладно не розглядається. Окремо відмітимо, що засобом «градієнтного спрямування» наданої ітераційної процедури є саме евристика про динамічну ефективність ДЕ; ітерація потребує перерахування стрічки й стовпчику матриці ДЕ, на відзнаку від повного перерахування симплекс-таблиці. Даний метод не потребує жодних спеціальних процедур приведення задачі до «регулярної» за будь-яких варіантів незбалансованості за запасами і замовленнями ресурсу і має абсолютну збіжність. Кількість ітерації дорівнює загальній кількості одиниць ресурсу, яка розподіляється, тобто на кожній ітерації розподіляється  $I$  ресурсу найкращим чином для загального значення цільової функції.

#### Література

1. Качинський А.Б. Безпека, загрози, ризик. Наукові концепції та математичні методи / Качинський А.Б. / Інститут проблем національної безпеки. Національна академія служби безпеки України. – Київ, 2004. – 470 с.
2. Самарский А.А. Численные методы / Самарский А.А. Гулин А.В. – М. : Наука, 1989. – 432 с.
3. Справочно-інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dic.academic.ru>

#### References

1. Katshinskiy A.B. Bezpeka, zagrozy, ryzyk. Naukovi kontseptsii ta matematichni metody. The National Academy of Security Service of Ukraine, Kyiv, 2004. 470 p.
2. Samarskii A.A., Gulin A.V. Tshislennye metody. M.: "Nauka" 1989. 432 p.
3. Reference - information portal. URL: <http://www.dic.academic.ru>.

Рецензія/Peer review : 30.3.2015 р.

Надрукована/Printed : 15.4.2015 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. Троцишин І.В.