

## СИНТЕЗ СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЗА ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

© Грищук Р. В., 2015

**This paper is devoted to solving the problems of multicriterion synthesis of information security systems for the desired properties.**

**Keywords – information security system, property, synthesis.**

**У статті запропоновано багатокритерійний підхід до синтезу систем інформаційної безпеки за заданими властивостями.**

**Ключові слова – система інформаційної безпеки, властивість, синтез.**

### Вступ

Проблема інформаційної безпеки (ІБ) держави на сьогодні є однією з ключових проблем її національної безпеки [1]. Особливо її актуальність проявляється в інформаційній сфері, де дана проблема загострюється постійним розширенням спектру загроз безпеці інформації в національному сегменті кіберпростору [2]. Протидія таким загрозам є принциповим аспектом укріплення стратегічної стабільності держави та її ІБ. Тому пріоритетним напрямком забезпечення ІБ держави в інформаційній сфері є захист інформації в кіберпросторі від методів і засобів несанкціонованого доступу до інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) та технічних об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ).

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сучасному етапі розвитку науки і техніки повідними фахівцями вживаються невідкладні заходи спрямовані на створення ефективних систем ІБ держави [1, 3–8]. Наприклад, для підвищення рівня захищеності інформації в ІТС, а відповідно й підвищення рівня захищеності ОКІ, створюються нові й удосконалюються діючі системи ІБ – комплексні системи захисту інформації (КСЗІ) [9]. При цьому важливою якістю таких систем виступає їх ефективність [10]. Процедура оцінювання ефективності КСЗІ є досить трудомісткою та регламентується відповідними нормативними документами [11], а також іншими документами з ІБ. Наприклад, міжнародними стандартами ISO/IEC 17799, ISO/IEC 15408 тощо. Тобто процедура оцінювання ефективності КСЗІ на відповідність заявленим вимогам є прямою задачею – задачею аналізу, підходи до розв'язання якої на сьогодні відомі.

Найбільший інтерес з практичної точки зору становить зворотна задача – задача синтезу систем ІБ за заданими властивостями. Оскільки ефективність системи ІБ повинна оцінюватися сукупністю властивостей – критеріїв, які, як правило, знаходяться в складних конфліктних взаємовідносинах і мають кількісне та якісне подання, то розробка таких підходів є актуальною науково-технічною задачею.

За результатами критичного аналізу останніх досліджень і публікацій [12–14] та ін. фахової спеціалізованої наукової літератури встановлено, що недоліком існуючої методології синтезу систем ІБ є високий ступінь суб'єктивізму одержуваних оцінок. Крім того, виникають труднощі на етапі узгодження кількісних та якісних показників ефективності, які при цьому ще й як правило, складноформалізовані [11]. На сьогодні й досі залишається недосконалою технологія оптимального синтезу параметрів систем ІБ [14]. Отже, задача створення нового, формалізованого в строгій математичній постановці підходу до синтезу систем ІБ є актуальною та потребує свого подальшого розвитку.

### Мета статті

Метою статті є розробка підходу до синтезу систем ІБ за заданими властивостями.

## Основний зміст дослідження

Потреба в урахуванні значної сукупності кількісних та якісних властивостей, що повинна забезпечувати створювана система ІБ, наприклад технічних, економічних тощо, обумовлює доцільність застосування багатокритерійного підходу [15].

*Постановка задачі.*

Нехай бажані властивості системи ІБ на  $(j-1)$ -у рівні ієрархії задаються  $L^{(j-1)}$  - мірним вектором кількісних та якісних характеристик

$$I^{(j-1)} = \left\{ I_S^{(j-1)} \right\}_{S=1}^{L^{(j-1)}}, \quad j \in [2, m], \quad (1)$$

де  $I^{(j-1)}$  – вектор частинних критеріїв на  $(j-1)$ -у рівні ієрархії, який виступає компонентою, на основі якої оцінюється ефективність системи ІБ на  $j$ -у рівні;

$j$  – рівень ієрархії частинних критеріїв;

$I_S^{(j-1)}$  –  $S$ -й частинний критерій  $(j-1)$ -го рівня ієрархії,  $S \in [1, L^{(j-1)}]$  ( $L^{(j-1)}$  – кількість частинних критеріїв, за якими оцінюється ефективність системи ІБ на  $(j-1)$ -у рівні ієрархії);

$m$  – кількість рівнів ієрархії.

Компоненти векторного критерію  $I^{(j-1)}$  (1) на  $(j-1)$ -у рівні визначені в області

$$M^{(j-1)} = \left\{ I^{(j-1)} \mid \left\{ 0 \leq I_S^{(j-1)} \leq I_{S \max}^{(j-1)}, S \in [1, L^{(j-1)}] \right\} \right\}, \quad (2)$$

де  $I_{S \max}^{(j-1)}$  – обмеження, що задаються виходячи з фізичних міркувань.

Система ІБ з "ідеальними" (гарантованими) властивостями на  $(j-1)$ -у рівні ієрархії характеризується вектором

$$I^{(j-1)*} = \left\{ I_S^{(j-1)*} \right\}_{S=1}^{L^{(j-1)}}, \quad j \in [2, m], \quad (3)$$

Область визначення для системи ІБ з "ідеальними" властивостями  $I^{(j-1)*}$  (3) на  $(j-1)$ -у рівні ієрархії така ж, як і для системи ІБ із заданими властивостями  $I^{(j-1)}$  (1) – (2).

Характеристика ступеню наближення бажаної системи ІБ з "ідеальною" на  $(j-1)$ -у рівні ієрархії визначається симетрично-парною функцією векторної різниці  $\Delta^{(j-1)}$  вигляду

$$\Delta^{(j-1)} = \left| I^{(j-1)} - I^{(j-1)*} \right|. \quad (4)$$

Потрібно здійснити синтез такої системи ІБ за заданими властивостями (1), яка на  $j$ -му рівні ієрархії забезпечить максимальне наближення її усієї ієрархічної системи критеріїв до системи ІБ з "ідеальними" властивостями (3), при їх мінімальному відхиленні на  $(j-1)$ -му рівні ієрархії. У формалізованому вигляді задача синтезу системи ІБ за заданими властивостями має наступний вигляд

$$\begin{cases} I^{(j)} \Rightarrow I^{(j)*} \rightarrow \max; \\ \Delta^{(j-1)} \rightarrow \min. \end{cases} \quad (5)$$

*Розв'язок задачі синтезу.*

Синтез системи ІБ за заданими властивостями виконаємо у два етапи. На першому, скориставшись методом вкладених скалярних згорток, оцінимо ефективність системи ІБ за заданими властивостями (1) та ефективність "ідеальної" системи ІБ (3). На другому етапі, скориставшись методом нелінійної схеми компромісів, знайдемо оптимальний компроміс системи конфліктуючих критеріїв (5).

*Перший етап.* За заданою ієрархічною системою векторів (1), що визначає бажані властивості системи ІБ, виділяються рівні ієрархії частинних критеріїв з подальшою побудовою їх структурної

схеми та зазначенням взаємних зв'язків між ними. На рис. 1, як приклад, подано загальний вигляд структурної схеми ієрархії частинних критеріїв за заданими властивостями (1).

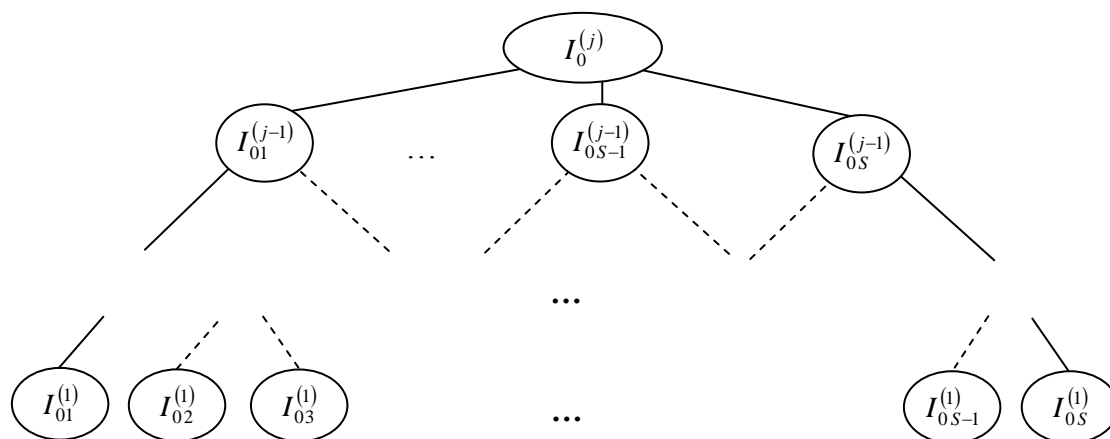


Рис. 1. Структурна схема ієрархії частинних критеріїв

На рис. 1 усі частинні критерії  $I_{01}^{(1)}, \dots, I_{0S}^{(1)}$ ,  $I_{01}^{(j-1)}, \dots, I_{0S}^{(j-1)}$  є нормованими згідно з виразом

$$I_{0S\theta}^{(j-1)} = \frac{I_{S\theta}^{(j-1)}}{I_{S\theta}^{(j-1)}_{\max}}, \quad (6)$$

де  $I_{S\theta}^{(j-1)}_{\max}$  – максимальне значення  $I_{S\theta}^{(j-1)}$ -го критерію при оцінюванні  $S$ -ї властивості  $(j-1)$ -го рівня ієрархії для  $\theta$ -ї властивості  $j$ -го рівня ієрархії та зведеними до одного принципу екстремізації – мінімуму, тобто

$$I_S \rightarrow \min, \quad (7)$$

де  $0 \leq I_S \leq I_{S\max}$ ,  $I = \{I_{S\max}\}_{S=1}^L$ ;

$I$  – вектор обмежень.

Для тих критеріїв (див. рис. 1), властивості яких задано лінгвістично кількісне значення нормованого частинного критерію  $I_{0S\theta}^{(j-1)}$  (6) обирається з табл. 1.

Таблиця 1.

**Інтервальна обернена нормована фундаментальна шкала переходів**

Ефективність системи ІБ (якісна оцінка)	Інтервал оберненої нормованої фундаментальної шкали оцінок $I_{0\theta}^{(j)}$ (кількісна оцінка)
абсолютно неефективна	1.0–0.7
недостатньо ефективна	0.7–0.5
ефективна	0.5–0.4
достатньо ефективна	0.4–0.2
абсолютно ефективна	0.2–0.0

На практиці, виходячи з фізичних міркувань, кількісне значення нормованого частинного критерію  $I_{0S\theta}^{(j-1)}$  (6) рекомендовано обирати, як середнє значення з визначеного інтервалу оберненої фундаментальної шкали переходів, що відповідає заданій якості (див. табл. 1).

Оцінювання  $\theta$ -ї властивості ефективності системи ІБ на  $j$ -у рівні ієрархії за заданими властивостями в цілому виражається задачею визначення скалярної згортки критеріїв на верхньому рівні ієрархії (на рис. 1 –  $I_0^{(j)}$ ), тобто

$$I_{0\theta}^{(j)} = 1 - L_{\theta}^{(j-1)} \left\{ \sum_{s=1}^{L_{\theta}^{(j-1)}} [1 - I_{0s\theta}^{(j-1)}]^{-1} \right\}^{-1}, \quad \theta \in [1, L^{(j)}], \quad j \in [2, m], \quad (8)$$

де  $I_{0\theta}^{(j)}$  – нормований частинний критерій при оцінюванні  $\theta$ -ї властивості альтернативи на  $j$ -у рівні ієрархії, що мінімізується,  $I_{0\theta}^{(j)} \in [0; 1]$ ;

$L_{\theta}^{(j-1)}$  – кількість альтернатив;

$I_{0s\theta}^{(j-1)}$  – компоненти нормованого вектора  $I_0^{(j-1)}$ , що застосовуються при оцінюванні  $\theta$ -ї властивості альтернативи на  $j$ -у рівні ієрархії;

$L^{(j)}$  – кількість властивостей, що оцінюються на  $j$ -у рівні.

Ітераційна послідовність операцій зваженої скалярної згортки критеріїв кожного з рівнів ієрархії – від нижнього до верхнього на основі методу вкладних скалярних згорток [15] дозволяє оцінити ефективність системи ІБ за заданими властивостями в цілому, тобто

$$\{I_{0s}^{(j-1)} \rightarrow I_0^{(j)}\}, \quad j \in [2, m]. \quad (9)$$

При оцінюванні ефективності системи ІБ з "ідеальними" властивостями  $I^{(j-1)*}$  (3) процедура оцінювання (8) та (9) повторюються, при цьому структурна схема (див. рис. 1) залишається без змін.

Перший етап завершується узгодженням результатів оцінювання з інтервальною оберненою нормованою фундаментальною шкалою переходів (див. табл. 1). Застосування даної шкали надає можливість одержання якісних (лінгвістичних) оцінок альтернативи – ефективності системи ІБ за заданими властивостями та "ідеальної" системи, як на кожному з рівнів ієрархії, так і ефективності систем в цілому.

На другому етапі здійснюється багатокритерійна оптимізація системи ІБ за концепцією нелінійної схеми компромісів [15]. Як результат компромісна Парето-оптимальна система ІБ за заданими властивостями визначається нормованою скалярною згортою, що мінімізується загального вигляду

$$\chi_{0s\theta}^{(j)} = 1 - \eta_{s\theta}^{(j-1)} \left\{ \sum_{s=1}^{\eta_{s\theta}^{(j-1)}} [1 - \chi_{0s\theta}^{(j)}]^{-1} \right\}^{-1}. \quad (10)$$

З урахуванням (10) задача синтезу (5) зведеться до задачі вигляду

$$\chi_{0s\theta}^{(j)} = 1 - \frac{2}{\frac{I_{\max}^{(j)*}}{I^{(j)*}} + \frac{1}{1 - \frac{\Delta^{(j-1)}}{\Delta_{\max}^{(j-1)}}}}, \quad (10)$$

де  $I_{\max}^{(j)*}$ ,  $\Delta_{\max}^{(j-1)}$  – максимальні значення критеріїв при оцінюванні  $S$ -ї властивості  $(j-1)$ -го рівня ієрархії для  $\theta$ -ї властивості  $j$ -го рівня ієрархії. Критерії (5) у виразі (11) зведені до одного способу екстремізації – мінімуму.

Співставлення з інтервальною оберненою нормованою фундаментальною шкалою (див. табл. 1) дозволяє одержувати якісну оцінку ефективності системи ІБ, що створюється за заданими властивостями.

*Модельний приклад.* Нехай за заданими властивостями створюється нова система ІБ. Потрібно здійснити синтез створюваної системи ІБ виходячи з показників ефективності "ідеальної" (гарантованої) системи. Критерії, їх показники визначено у табл. 2.

Перший етап. Зі структурною схемою ієрархії частинних критеріїв за заданими властивостями (див. табл. 2) можна ознайомитися, наприклад у [10]. Згідно з (8) за схемою (9) визначимо критерії другого рівня ієрархії для системи ІБ за заданими властивостями. Вони набуватимуть значень  $I_{01}^{(2)} = 0.34$ ,  $I_{02}^{(2)} = 0.48$  та  $I_{03}^{(2)} = 0.52$ . Критерій третього рівня ієрархії  $I_0^{(3)} = 0.49$ .

## Профіль системи ІБ

№ з/п	Критерій	Показник критерію	
		Заданий	"Ідеальний"
1.	Середня ймовірність перебування системи ІБ в захищеному стані під впливом методів захисту інформації	0.66	0.53
2.	Середня інтенсивність перевірок якості функціонування системи ІБ	0.5014	0.0079
3.	Середня інтенсивність нападу (атак) на систему ІБ	0.9645	1
4.	Середня інтенсивність відмов системи ІБ	0.0027	0.0001
5.	Середня інтенсивність знаходження вразливостей системою ІБ	0.0328	0.328
6.	Середня інтенсивність усунення вразливостей системою ІБ	0.0328	0.328
7.	Середня інтенсивність оновлення сигнатур вірусів в системі ІБ	1	1
8.	Рівень захищеності інформації, що забезпечує система ІБ	max	max
9.	Середні витрати ресурсів системою ІБ та системою атаки	min	min
10.	Надійність функціонування системи ІБ	max	max
11.	Ефективність системи ІБ	max	max

Даний проект системи ІБ за заданими властивостями характеризується як ефективний (див. табл. 1).

Система ІБ з "ідеальними" властивостями відповідно має такі значення критеріїв  $I_{01}^{(2)*} = 0.47$ ,  $I_{02}^{(2)*} = 0.5$  та  $I_{03}^{(2)*} = 0.52$ . Критерій третього рівня ієрархії  $I_0^{(3)*} = 0.49$ . Як видно з табл. 1 система ІБ з "ідеальними" властивостями також характеризується як така, що є ефективною.

Компромісна Парето-оптимальна система ІБ за заданими властивостями визначена за нормованою скалярною згортокою (10) дорівнює  $\chi_{031}^{(3)} = 0.34$ .

Отже, синтез системи ІБ за заданими властивостями показує, що вона є достатньо ефективною. Порівняння показників ефективності систем ІБ на другому рівні ієрархії показує, що незважаючи на збіжність показників ефективності системи на верхньому рівні ієрархії створювана система потребує покращення показника на другому рівні ієрархії, який визначається критерієм надійності її функціонування.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Запропонований підхід відкриває широкі можливості для науково обґрунтованого синтезу систем ІБ широкого цільового призначення. Його суттєвою перевагою над відомими є можливість порівняння альтернатив на кожному з рівнів ієрархії частинних критеріїв, які формуються відповідно до заданих властивостей. Ця обставина дозволяє стверджувати про адекватність оцінювання якості проектів систем ІБ.

У подальшому планується застосовувати запропонований підхід для оптимізації перспективних систем ІБ.

### Література

1. Даник Ю. Г. *Національна безпека: запобігання критичним ситуаціям : монографія* / Ю. Г. Даник, Ю. І. Катков, М. Ф. Пічугін. – Житомир : Рута, 2006. – 388 с.
2. Грищук Р. В. *Атаки на інформацію в інформаційно-комунікаційних системах* / Р. В. Грищук // *Сучасна спеціальна техніка*. – К. : ДНДІ МВС України, 2011. – № 1 (24). – С. 61–66.
3. Ленков С. В. *Методы и средства защиты информации : монографія [в 2-х т.]* Т. 2. *Информационная безопасность* / С. В. Ленков, Д. А. Перегудов, В. А. Хорошко. – К. : Арий, 2008. – 344 с.
4. Малюк А. А. *Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации* / А. А. Малюк. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 280 с.
5. Голубев В. А. *Информационная безопасность: проблемы борьбы с киберпреступлениями : монографія* / В. А. Голубев. – Запорожье : ЗИГМУ, 2003. – 336 с.
6. Кузнецов Н. А. *Информационная безопасность систем организационного управления. Теоретические основы: монографія [в 2-х т.]* Т. 1 / [Н. А. Кузнецов, В. В. Кульба, Е. А. Микрин и др.] ; [отв. ред. Н. А. Кузнецов, В. В. Кульба]. – М. : Наука, 2006. – 496 с.
7. Ярочкин В. И. *Информационная безопасность* / В. И. Ярочкин. – М. : Академический проект, 2003. – 292 с.

8. Кобозева А. А. *Анализ информационной безопасности : монография* / А. А. Кобозева, В. О. Хорошко. – К. : ДУИКТ, 2009. – 251 с. 9. Мухин В. Е. *Комплексная система мониторинга безопасности на основе анализа целей действий субъектов компьютерных систем и сетей* / В. Е. Мухин, А. Н. Волокита // *Управляющие системы и машины*. – К. : УСМ, 2006. – № 5. – С. 85–92. 10. Грищук Р. В. *Математичне забезпечення процедури оцінювання ефективності комплексної системи захисту інформації* / Р. В. Грищук // *І Міжнар. наук.-техн. конф. ["Захист інформації і безпека інформаційних систем"]* (Львів, 31 трав. – 1 черв. 2012 р.). – Львів : НУ ЛП, 2012. – С. 84–85. 11. НД ТЗІ 3.7-003-05 *"Порядок проведення робіт із створення комплексної системи захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційній системі"*. 12. Маслова Н. А. *Методы оценки эффективности систем защиты информационных систем* / Н. А. Маслова // *Штучний інтелект*. – Донецьк : ІШІ, 2008. – № 4. – С. 253–264. 13. Гарасимчук О. І. *Оцінка ефективності систем захисту інформації* / О. І. Гарасимчук, Ю. М. Костів // *Вісник КНУ ім. М. Остроградського*. – Кременчук : КНУ ім. М. Остроградського, 2011. – № 1 (66). – С. 16–20. 14. Новіков О. М. *Оптимальний синтез параметрів системи захисту інформації* / О. М. Новіков, А. М. Родіонов, А. О. Тимошенко // *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. – К. : НТУУ "КПІ", 2007. – № 4. – С. 146–151. 15. Воронин А. Н. *Многокритериальные решения: модели и методы : монография* / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиатдинов, М. В. Куклинский. – К. : НАУ, 2011. – 348 с.