

СИНТЕЗ СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЗА ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

© Гришук Р.В., 2012

Запропоновано багатокритеріальний підхід до синтезу систем інформаційної безпеки за заданими властивостями.

Ключові слова: система інформаційної безпеки, властивість, синтез.

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

Key words: information security system, property, synthesis.

Вступ

Проблема інформаційної безпеки (ІБ) держави сьогодні є однією з ключових проблем її національної безпеки [1]. Особливо її актуальність проявляється в інформаційній сфері, де ця проблема загострюється постійним розширенням спектра 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 у 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 провідними 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 чинні системи ІБ – комплексні системи захисту інформації (КСЗІ) [9]. При цьому важливою якістю таких систем є їх ефективність [10]. Процедура оцінювання ефективності КСЗІ є доволі 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 сьогодні відомі.

Найбільший інтерес з практичного погляду становить зворотна задача – задача синтезу систем ІБ за заданими властивостями. Оскільки ефективність системи ІБ повинна оцінюватися сукупністю властивостей – критеріїв, які, як правило, знаходяться у складних конфліктних взаємовідносинах і мають кількісне та якісне подання, то розробка таких підходів є актуальним науково-технічним завданням.

За результатами критичного аналізу останніх досліджень і публікацій [12–14] тощо. 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]. Сьогодні й досі залишається недосконалою технологія оптимального

синтезу параметрів систем ІБ [14]. Отже, задача створення нового, формалізованого у чіткій математичній постановці підходу до синтезу систем ІБ є актуальною та потребує свого подальшого розвитку.

Цілі роботи

Мета роботи – розробити підхід 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, зумовлює доцільність застосування багатокритеріального підходу [15].

Постановка задачі.

Нехай бажані властивості системи ІБ на $(j-1)$ -у рівні ієрархії задаються $L^{(j-1)}$ – вимірним 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

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

де $I_S^{(j-1)}_{\max}$ – обмеження, що задаються, враховуючи фізичні міркування.

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 сама, як і для системи ІБ із заданими властивостями $I^{(j-1)}$ (1) – (2).

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

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

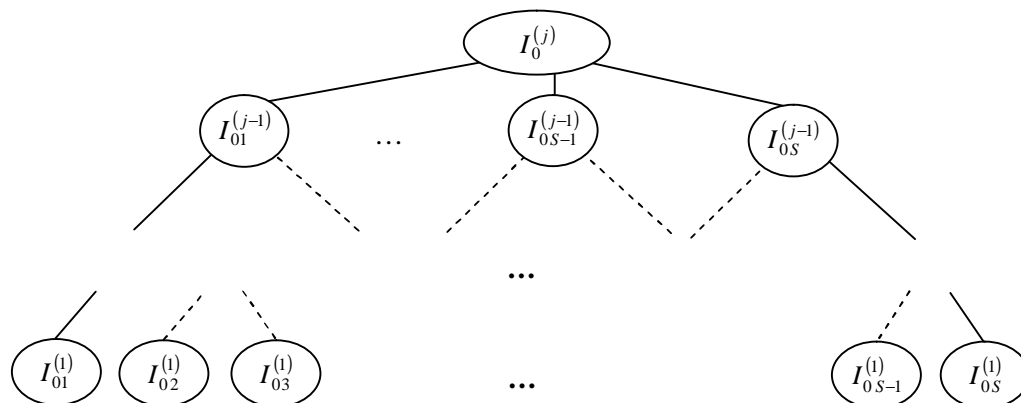
Потрібно здійснити синтез такої системи ІБ за заданими властивостями (1), яка на j -му рівні ієрархії забезпечить максимальне наближення її усієї ієрархічної системи критеріїв до системи ІБ з “ідеальними” властивостями (3), за їх мінімального відхилення на $(j-1)$ -му рівні ієрархії. У формалізованому вигляді задача синтезу системи ІБ за заданими властивостями має такий 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 рисунку, як приклад, показано загальний вигляд структурної схеми ієрархії частинних критеріїв за заданими властивостями (1).



Структурна схема ієрархії частинних критеріїв

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

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

де $I_{Sq \max}^{(j-1)}$ – максимальне значення $I_{Sq}^{(j-1)}$ -го критерію під час оцінювання S -ї властивості $(j-1)$ -го рівня ієрархії для q -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. рисунок), властивості яких задано лінгвістично, кількісне значення нормованого частинного критерію $I_{0Sq}^{(j-1)}$ (6) обирається з табл. 1.

Таблиця 1

Інтервальна обернена нормована фундаментальна шкала переходів

Ефективність системи ІБ (якісна оцінка)	Інтервал оберненої нормованої фундаментальної шкали оцінок $I_{0q}^{(j)}$ (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, враховуючи фізичні міркування, кількісне значення нормованого частинного критерію $I_{0Sq}^{(j-1)}$ (6) рекомендовано обирати як середнє значення з визначеного інтервалу оберненої фундаментальної шкали переходів, що відповідає заданій якості (табл. 1).

Оцінювання q -ї властивості ефективності системи ІБ на j -у рівні ієрархії за заданими властивостями загалом виражається задачею визначення скалярної згортки критеріїв на верхньому рівні ієрархії (на рисунку – $I_0^{(j)}$), тобто

$$I_{0q}^{(j)} = 1 - L_q^{(j-1)} \left\{ \sum_{S=1}^{L_q^{(j-1)}} [1 - I_{0Sq}^{(j-1)}]^{-1} \right\}^{-1}, \quad q \in [1, L^{(j)}], \quad j \in [2, m], \quad (8)$$

де $I_{0q}^{(j)}$ – нормований частинний критерій під час оцінювання q -ї властивості альтернативи на j -у рівні ієрархії, що мінімізується, $I_{0q}^{(j)} \in [0; 1]$; $L_q^{(j-1)}$ – кількість альтернатив; $I_{0Sq}^{(j-1)}$ – компоненти нормованого вектора $I_0^{(j-1)}$, що застосовуються під час оцінювання q -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] дає змогу оцінити ефективність системи ІБ за заданими властивостями загалом, тобто

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

Під час оцінювання ефективності системи ІБ з “ідеальними” властивостями $I^{(j-1)*}$ (3) процедура оцінювання (8) та (9) повторюється, при цьому структурна схема (див. рисунок) залишається без змін.

Перший етап завершується узгодженням результатів оцінювання з інтервальною оберненою нормованою фундаментальною шкалою переходів (табл. 1). Застосування цієї 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 загалом.

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

$$c_{0Sq}^{(j)} = 1 - h_{Sq}^{(j-1)} \left\{ \sum_{S=1}^{h_{Sq}^{(j-1)}} [1 - c_{0Sq}^{(j)}]^{-1} \right\}^{-1}. \quad (10)$$

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

$$c_{0Sq}^{(j)} = 1 - \frac{2}{\frac{I^{(j)*}_{\max}}{I^{(j)*}} + \frac{1}{1 - \frac{\Delta^{(j-1)}}{\Delta_{\max}^{(j-1)}}}}, \quad (11)$$

де $I^{(j)*}_{\max}$, $\Delta_{\max}^{(j-1)}$ – максимальні значення критеріїв під час оцінювання S -ї властивості $(j-1)$ -го рівня ієрархії для q -ї властивості j -го рівня ієрархії. Критерії (5) у виразі (11) зведені до одного способу екстремізації – мінімуму.

Зіставлення з інтервальною оберненою нормованою фундаментальною шкалою (табл. 1) дає змогу 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, враховуючи показники ефективності “ідеальної” (гарантованої) системи. Критерії їх показники визначено у табл. 2.

Перший етап. Зі структурною схемою ієрархії частинних критеріїв за заданими властивостями (табл. 2) можна ознайомитись, 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 $I_0^{(3)} = 0.49$.

Таблиця 2

Профіль системи ІБ

№ з/п	Критерій	Показник критерію	
		заданий	“ідеальний”
1	Середня ймовірність перебування системи ІБ у 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

Цей 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 бачимо 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 згорткою (10), дорівнює $c_{031}^{(3)} = 0.34$.

Отже, синтез системи ІБ за заданими властивостями показує, що вона є доволі 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 великі можливості для науково обґрунтованого синтезу систем ІБ широкого цільового призначення. Його істотною перевагою над уже відомими є можливість порівняння альтернатив на кожному з рівнів ієрархії частинних критеріїв, які формуються відповідно до заданих властивостей. Ця обставина дає можливість стверджувати про адекватність оцінювання якості проектів систем ІБ.

Планується застосовувати запропонований підхід для оптимізації перспективних систем ІБ.

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. *Методи и средства защиты информации: монография: 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: монография / В.А. Голубев. – Запорожье: ЗИГМУ, 2003. – 336 с. 6. Кузнецов Н.А. Информационная безопасность систем организационного управления. Теоретические основы: монография: 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. Гришук Р.В. Математичне забезпечення процедури оцінювання ефективності комплексної системи захисту інформації / Р.В. Гришук // І Міжнарод. 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. Методи оцінки ефективності систем захисту інформаційних систем / Н.А. Маслова // Штучний інтелект. – Донецьк: ІІІ, 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. Зиятдинов, М.В. Куклинский. – К.: НАУ, 2011. – 348 с.