УДК 004.056.53

Н. В. Пігур, В. Д. Погребенник
Національний університет “Львівська політехніка”

ПОКАЗНИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

© Пігур Н. В., Погребенник В. Д., 2013

Розроблено класифікацію критеріїв та рівнів оцінювання ефективності КСЗІ, а також висвітлено методи визначення показників їхньої ефективності.

Ключові слова: комплексна система захисту інформації, показники якості, ефективність, критерії оцінювання якості, методи визначення показників ефективності.

A classification of criteria and levels of efficiency estimation for complex systems of information protection was developed and methods of determining their efficiency parameters were discussed.

Key words: complex systems of information protection, quality parameters, efficiency, criteria of efficiency determination, methods of efficiency parameters determination.

Вступ

Розвиток інформаційних технологій призвів до поширення їх у всіх сферах сучасного суспільства, що потребує підвищеної уваги до питань захисту інформації, а це означає, що зростає необхідність у розробленні комплексної системи захисту інформації (КСЗІ). Тому актуальним є оцінювання показників ефективності КСЗІ.

Критерії оцінювання якості – це правило (умова або сукупність умов), які випливають із прийнятих (закладених в основу досліджень) концепцій та принципів оцінювання, яке реалізується при прийнятті того чи іншого рішення (проектного, організаційного, управлінського) про якість досліджуваного об’єкта.

Мета роботи – розробити класифікацію критеріїв та рівнів оцінювання ефективності КСЗІ.

Методи визначення показників ефективності

Показник якості (ПЯ) об’єкта – це вектор, компонентами якого є показники його окремих властивостей, що являють собою часткові, поодинокі показники якості. Розмір цього вектора визначається числом істотних властивостей (атрибутів) об’єкта. Слід особливо зазначити той факт, що показник якості – вектор (комплексне поняття), а не проста множина показників властивостей об’єкта, оскільки між окремими його властивостями можуть існувати зв’язки, котрі в теорії множин описати дуже складно, тоді як в термінах векторного аналізу цієї складності немає [1].

Ймовірність P_c називається ймовірністю досягнення цілі, або ймовірністю виконання завдання КСЗІ та є показником ефективності, тобто мірою ступеня досягнення цілі.

Під показником ефективності процесу функціонування (ПЕФ) будь-якої складної системи розуміють міру відповідності реального результату процесу функціонування системи необхідному. За вимогами, які ставлять до ПЕФ, враховуючи специфіку процесу функціонування КСЗІ, як ПЕФ використовують ймовірність відповідності КСЗІ своєму функціональному призначенню P_c, як найбільший інформаційний та комплексний показник: $P_c = P(Y_i \in (Y_i^{dop}))$, де Y_i – ПЯ результату, Y_i^{dop} – область допустимих значень показника Y_i.

Багатокритерійний характер вимог до безпеки враховує процеси, які відбуваються в КСЗІ, і призводить до постановки векторної задачі аналізу ефективності функціонування КСЗІ [2].

Класифікацію методів визначення показників ефективності КСЗІ подано на рис. 1.

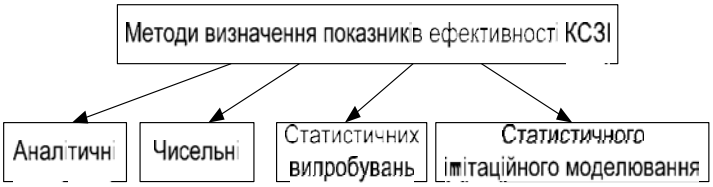

Рис. 1. Класифікація методів

Аналітичні методи ґрунтуються на безпосередньому інтегруванні за такою формулою:

$$P_c = P(Y_f^{dop}) = \iiint_{\vec{Y}_{f_i p}^{dop}} (\vec{Y}_{f_i p}^{dop}) dY_{f_i p}, i = 1,2...,n, \quad (1)$$

де $d\vec{Y}_{f_n p} = d\vec{Y}_{f_1 p} \times ... \times d\vec{Y}_{f_n p}$; Y_f – ПЯ результату функціонування КСЗІ; $\vec{Y}_f^{dop}$ – область допустимих значень; $\vec{Y}_f$, $\vec{Y}_{f_p}$ – необхідне значення вектора ПЯ результату функціонування КСЗІ.

Недоліком цього методу можна вважати необхідність апріорного знання явних виразів для інтегрованих функцій, складність виразу інтегралу (1) через елементарні функції, а також високу обчислювальну складність.

Числові методи ґрунтуються на числовому інтегруванні виразу (1). Зрозуміло, що його реалізація можлива лише за наявності комп'ютерних засобів. Основним їх недоліком є значні затрати обчислювальних ресурсів (часу, пам'яті), а за великого розміру *n* вектора Y_{f_p} пов'язані з тим, що точність та час розв'язання задачі залежать від кроку розбиття області інтегрування.

Методи статистичних випробувань ґрунтуються на геометричному способі визначення ймовірності випадкової дії та її частотній інтерпретації. Для такої реалізації вираз (1) набуде вигляду:

$$P_c = \iiint_{\vec{Y}_{f_i p}^{dop}} F(\vec{Y}_{f_i p}) \Phi(Y_{f_i p}) dY_{f_i p}, i = 1,2...,n, \quad (2)$$

де $F(Y_{f_i p})$ – функція розподілу ймовірностей, яка дорівнює:

$$F(\vec{Y}_{f_i p}) = P\left[(Y_{f_1 p}^* \le Y_{f_i p}) \cap ... \cap (Y_{f_n p}^* \le Y_{f_n p})\right], \quad (3)$$

де значком * позначено випадкову величину.

Оскільки описаний метод ґрунтується на статистичному оцінюванні ймовірності випадкової події за його частотою, то точність обчислення інтегралу цим способом залежить від числа *n* статистичних випробовувань, а оскільки частота події є випадковою, то оцінка цієї точності повинна бути ймовірнісною.

Методи статистичного імітаційного моделювання ґрунтуються на побудові імітаційної моделі процесу функціонування КСЗІ, яка відображає цей процес у формалізованій формі (у вигляді алгоритму). Процеси функціонування КСЗІ та її елементів імітують із збереженням їх логічних зв'язків і послідовності в часі. Перевагою такого методу є: гнучкість та динамічність при внесенні змін до початкової моделі, отримання результату із заздалегідь заданим ступенем наближення до системи моделювання. До недоліків належить нераціональне використання обчислювальних ресурсів для кожної налагодженої моделі, бо значний час займає доопрацювання алгоритму і програми моделювання при зміні початкової моделі.

Відомо, що критерієм істини є досвід, тобто експеримент над досліджуваним об'єктом, який дає змогу якнайкраще вивчити його властивості та оцінити якість. Проте, проведення експерименту наштовхується на перепони принципового характеру двох істотно різних типів:

– необхідністю апріорного оцінювання якості об'єкта, оскільки найбільший інтерес до цього виникає на етапах проектування і створення;

– складністю експериментальних досліджень якості дорогих і особливо унікальних (поодиноких) об'єктів, бо вони зазвичай не можуть бути піддані випробовуванням, які проводяться в умовах, близьких до реальних.

За цими причинами поширення набули методи дослідження об’єктів на їх моделях. Розрізняють моделі оцінювання ефективності КСЗІ, які детально описано у [3].

Рівні та критерії оцінювання ефективності КСЗІ

На рис. 2 подано рівні оцінювання ефективності КСЗІ

Рис. 2. Структура оцінювання ефективності КСЗІ

На першому рівні оцінювання якості результату є такі етапи:

1.1. визначається (формулюється, обґрунтовується, встановлюється) показник віртуальної якості результатів КСЗІ – вектор $Y_з$ показників $\hat{e}, \hat{r}, \hat{t}$ його власних результатів (ефектів);

1.2. визначаються (обґрунтовуються, задаються, пред’являються) вимоги до якості результатів КСЗІ – область $\{Y_з^{dop}\}$ допустимих значень $\hat{e}^{dop}$, $\hat{r}^{dop}$, $\hat{t}^{dop}$, показників якості її результатів;

1.3. формулюється (обґрунтовуються, будується) критерій оцінювання якості результатів КСЗІ

$$G: \vec{Y}_з \in \{\vec{Y}_з^{dop}\} \cong U. \tag{4}$$

На другому рівні оцінювання ефективності:

2.1. визначається (обчислюється, “оцінюється”) показник ефективності КСЗІ – ймовірність досягнення цілі (ймовірність виконання задачі):

$$P_{дц} = P_{вз} = P(Y_з \in \{Y_з^{dop}\}); \tag{5}$$

2.2. визначаються (обґрунтовуються, задаються, пред’являються) вимоги до ефективності операції – потрібне (мінімальнодопустиме) або оптимальне (максимальне) значення $\left[P_{дц}^{TP}(P_{вз}^{TP}) \right.$ або $\left. P_{дц}^{opt}(P_{вз}^{opt}) \right]$ ймовірності $P_{дц}(P_{вз})$ досягнення цілі КСЗІ (виконання задачі);

2.3. формулюється (обґрунтовуються, будується) і реалізується один із (“вибраних ” – обґрунтованих) критеріїв оцінювання ефективності КСЗІ:

– критерій придатності

$$G: \begin{Bmatrix} P_{дц} \geq P_{дц}^{TP}, \\ P_{вз} \geq P_{вз}^{TP}. \end{Bmatrix};$$

– критерій оптимальності

$$O:\begin{Bmatrix} P_{дц} = P_{дц}^{opt}, \\ P_{вз} = P_{вз}^{opt}. \end{Bmatrix};$$

2.4. оцінюється ефективність КСЗІ.

Не слід змішувати поняття “показник якості” та “критерій оцінювання якості”, оскільки перший означає числову характеристику або функцію (міру якості), а другий – сукупність висловлювань і предикатів (тобто умови критеріїв придатності, оптимальності та переваги).

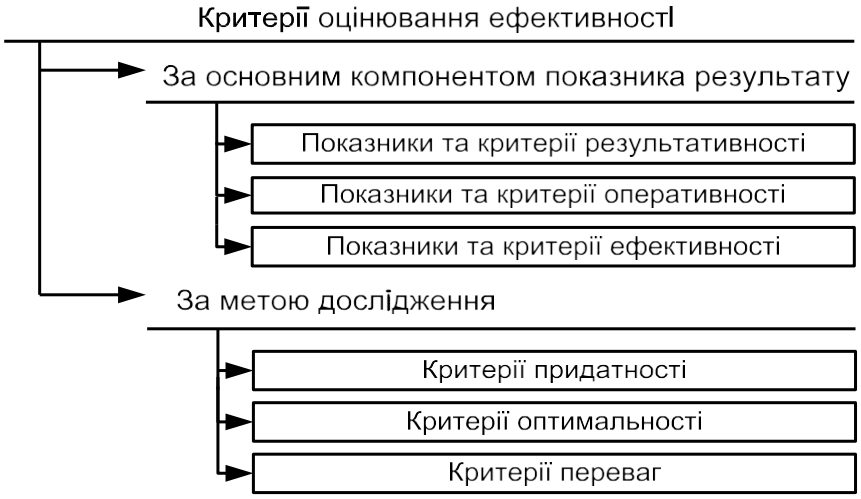

Рис. 3. Класифікація критеріїв оцінювання ефективності

Результативність характеризується отриманням у результаті процесу цільового ефекту. Вона обумовлюється спроможністю КСЗІ давати цільовий ефект (тобто результат, заради якого все робиться).

Ресурсомісткість характеризується витратами операційних ресурсів всіх видів (матеріально-технічних, енергетичних, інформаційних, часових, фінансових, людських), потрібних для проведення операції та отримання цільового ефекту.

Оперативність характеризується витратами операційного часу, потрібного для досягнення цілі операції.

Отже, якість КСЗІ можна охарактеризувати не якоюсь однією властивістю окремо, а їх сукупністю – комплексом – мінімум з трьох компонентів.

Оцінюючи якість будь-якого об’єкта, який описується n-мірним векторним показником, реалізують сукупність критеріїв, кожен з яких у загальному випадку може належати одному із трьох класів: класу $\{G\}$ критеріїв придатності; класу $\{O\}$ критеріїв оптимальності; класу $\{S\}$ критеріїв переваги. Наведемо їх математичне формулювання [1].

Нехай $Y_i^j[i=1(1)n;\ \ j=1(1)m]$ – показник i-ї властивості j-го об’єкта, тобто ПЯ j-го об’єкта є вектор $\vec{Y}_n^j = \overrightarrow{y_1^j, y_2^j, ..., y_n^j}$; $\{\vec{y}_i^{dop}\}$ – множина (область) допустимих значень показника $\vec{y}^j$, або у векторній формі $\{\vec{Y}_n^{dop}\} = \{\overrightarrow{y_1^{dop}, y_2^{dop}, ..., y_n^{dop}}\}$. Тоді критерії, описані вище, матимуть такий вигляд.

Критерій придатності

$$G:\bigcap_{i=1}^{n}(y_i^j \in \{y_i^{dop}\}) \cong U,[j=1(1)m], \qquad (6)$$

де U – достовірна подія (істинне висловлювання); $\bigcap$ – символ булевого перетину подій.

У векторній формі критерій має такий вигляд:

$$G:(\vec{Y}_n^j \in \{\vec{Y}_n^{dop}\}^{pr}) \cong U, [j=1(1)m], \quad (7)$$

де $\{\vec{Y}_n^{dop}\}^{pr}$ – область допустимих значень показника якості придатності об'єкта.

За визначенням, об'єкти, для яких виконуються умови (6) та (7), придатні для використання за призначенням і мають однакові якості.

Критерій оптимальності

$$O:\bigcap_{i=1}^{n}(y_i^j \in \{y_i^{dop}\}) \cap \bigcap_{k\in\{k\}_{n0}}(y_k^j = y_k^{opt}) \cong U[n_0 = 1(1)n; j = 1(1)m], \quad (8)$$

де y_k^{opt} – оптимальне значення показника $k-ї$ властивості; n_0 – об'єм множини $\{k\}_{n_0}$ номерів – число, яке оптимізує властивості об'єкта.

У векторній формі критерій набуває вигляду:

$$O:(\vec{Y}_n^j \in \{\vec{Y}_n^{dop}\}) \cap (\vec{Y}_n^j = \vec{Y}_n^{opt}) \cong (\vec{Y}_n^j \in \{\vec{Y}_n^{dop}\}^{opt}) \cong U[j = 1(1)m], \quad (9)$$

де $\{\vec{Y}_n^{dop}\}^{pr}$ - область допустимих значень показника якості оптимального об'єкта.

За визначенням, об'єкт, для якого виконується умова (9), називається оптимальним за k-ю (n_0) властивістю. Зрозуміло, що такий об'єкт повинен бути і придатним.

Критерій переваги

$$S:\bigcap_{j=1}^{m}\bigcap_{i=1}^{n}(y_i^j \in \{y_i^{dop}\}) \cap \bigcap_{i=1}^{n}\bigcap_{j\neq l}(y_i^l \geq y_i^j) \cong U, [l = 1(1)m], \quad (10)$$

де l – номер переваги об'єкта.

У векторній формі критерій матиме вигляд:

$$S:\bigcap_{j=1}^{m}(\vec{Y}_n^j \in \{\vec{Y}_n^{dop}\}) \cap (\vec{Y}_n^l \geq \vec{Y}_n^{dop}) \cong (\vec{Y}_n^l \in \{\vec{Y}_n^{dop}\}^{per}) \cong U, \quad (11)$$

де $(\vec{Y}_n^l \geq \vec{Y}_n^{dop}) \cong \bigcap_{i=1}^{n}(y_i^l \geq y_i^j)^{dop}$; $\{\vec{Y}_n^{dop}\}^{per}$ - область допустимих значень. ПЯ переваги об'єкта.

Об'єкт, для якого виконується умова (10), переважає за якістю всі інші об'єкти. Якщо $\bigcap_{i=1}^{n}(y_i^l = y_i^j)$, то якість l-го та j-го об'єктів визнаються однаковими. Якщо хоча б одна із умов (10) не виконується, то це означає, що задана сукупність показників властивостей не дає змоги виявити об'єкт з перевагою за якістю із решти досліджуваних.

Критерій придатності ілюструє рис. 4 за умови $n=2; m=5;$ $\{\vec{Y}_2^{dop}\}^{pr} = [y_1', y_1''] \times [y_2', y_2'']$.

Як видно з рис. 4, у даному прикладі об'єкти 1, 2, 3 та 5 придатні, а об'єкт 4 непридатний $\{\vec{Y}_2^{dop}\}^{pr} = \{\vec{Y}_2^1, \vec{Y}_2^2, \vec{Y}_2^3, \vec{Y}_2^5\}$.

Критерій оптимальності на тому самому рисунку побудований за умов того самого прикладу для випадку $n_0 = 1; k = 1; \left\{\vec{Y}_2^{dop}\right\}^{opt} = \left\{y_1^{opt}\right\} \times \left[y_2', y_2''\right]$.

Як видно із рис. 4, об'єкти 1 та 3 оптимальні за першою властивістю (за показником y_1^j):

$\left\{\vec{Y}_2^{dop}\right\}^{opt} = \left\{\vec{Y}_2^1, \vec{Y}_2^3\right\}$.

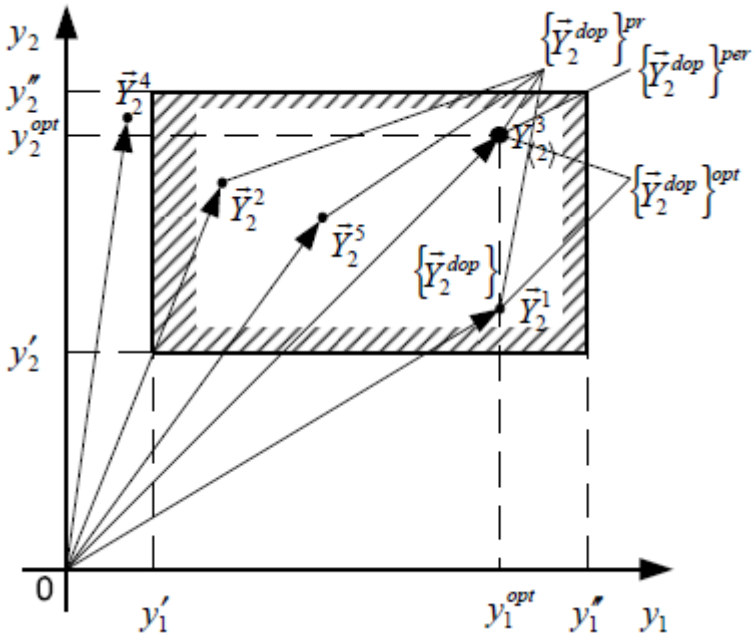

Рис. 4. Приклад критеріїв оцінювання ефективності КСЗІ

Критерій переваги на тому самому рисунку побудований за тих самих умов, що й попередні критерії:

$\left\{\vec{Y}_2^{dop}\right\}^{per} = \left\{\vec{Y}_2^3\right\}$.

Як видно з рис. 4, на заданій сукупності об'єктів об'єкт 3 є з перевагою, незважаючи на те, що відношення $y_2^4 > y_2^3$, оскільки об'єкт 4 взагалі непридатний і отже, неконкурентноспроможний порівняно з іншими.

Висновки

Розроблено класифікацію критеріїв та рівнів оцінювання ефективності КСЗІ, висвітлено методи визначення показників їх ефективності, а також подано їхні недоліки та переваги.

1. Петухов Г. Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов / Г. Б. Петухов. – Министерство обороны СССР, 1989. – Часть 1. Методология, методы, модели. – 647 с. 2. Грибунин В. Г. Комплексная система защиты информации на предприятии / В. Г. Грибунин, В. В. Чудовский. – М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 416 с. 3. Пігур Н. В. Методи визначення показників ефективності комплексних систем захисту інформації / Н. В. Пігур, В. Д. Погребенник // Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції "Захист інформації і безпека інформаційних систем". – Львів: Нац. ун-т "Львівська політехніка", 2013. – С. 86–87.