

Продуктивність інвестицій в інформаційну безпеку

Р. В. Кулініч, Є. Г. Левченко

Розглянуто показники продуктивності інформаційної безпеки - продуктивність зменшення вразливості і продуктивність зменшення загрози. Міри цих двох продуктивностей утворюють простір продуктивності, який можна поділити на зони, котрі визначають різні стратегії оптимального розміру інвестицій. Приведено приклад, який демонструє методику визначення границь зон. Проаналізовано умови, в яких доцільно використовувати приведену методику.

Вступ

Одним з основних завдань економічного менеджменту інформаційної безпеки є оптимізація кількості і розподілу ресурсів, виділених на захист інформації. Пошук оптимуму ведеться в рамках математичної моделі, котра в максимальній степені повинна відтворити реальні умови протистояння, уникаючи при цьому зайвих ускладнень. Ключовим питанням у формуванні математичної моделі є побудова цільової функції, яка дає можливість визначити потрібні показники.

Простір продуктивності

Серед кількісних моделей найбільше визнання за останній час одержала модель Гордона - Лоеба (ГЛ) [1]. В цій моделі цільова функція виражає прибуток від інвестування, який визначається як зменшення витрат від витоку інформації за відрахуванням витрат y на її захист. Суттєвим в моделі ГЛ є введення поняття вразливості v , яка залежить від інвестицій y в захист інформації (параметром в цю залежність входить початкова вразливість, котра визначається як v при $y = 0$). Основним елементом цільової функції є $p(y, v)$ - ймовірність витоку інформації з об'єкта з вразливістю v при кількості інвестицій y). Запропоновані дві формули залежностей $p(y, v)$:

$$p^I(y, v) = \frac{v}{(\alpha y + 1)^\beta} \quad (1)$$

та

$$p^{II}(y, v) = v^{\alpha y + 1}, \quad (2)$$

де параметри $\alpha > 0$ і $\beta \geq 0$ виражають міру продуктивності інформаційної безпеки.

Модель ГЛ знайшла свій розвиток в низці робіт. Зокрема в [2] продуктивність інформаційної безпеки поділяється на два показники: продуктивність зменшення вразливості і продуктивність зменшення загрози. Перший з цих показників дорівнює $v^{\alpha y + 1}$, а другий - $t^{\beta y + 1}$, де t - ймовірність загрози, а α і β - міра продуктивності обох типів. Рішення оптимізаційної задачі дозволяє знайти y^0 - розмір оптимальних інвестицій, при якому прибуток від інвестування досягає максимуму. Простір продуктивності по параметрам α і β ділиться на зони, в одних з них $y^0 = 0$, в інших визначається виразами, які впливають з розв'язку задачі.

В [3] запропоновано дещо інший підхід, в якому кількість вилученої інформації $i(x, y)$ визначається через співвідношення ресурсів нападу і захисту - x і, відповідно, y :

$$i(x, y) = q(x, y) \cdot f(x, y), \quad (3)$$

де $q(x, y)$ - ймовірність виділення нападом ресурсів при заданому рівні ресурсів y ; $f(x, y)$ - частка вилученої інформації при заданому співвідношенні x і y .

Використовуючи підхід [2], можемо вважати, що $q(x, y)$ визначає продуктивність зменшення загрози при внесенні інвестицій y в захист, а $f(x, y)$ - продуктивність зменшення

вразливості. В [3] запропоновані можливі варіанти цих залежностей. Враховуючи, що в (3) x і y входять у вигляді співвідношення $\frac{y}{x}$, введемо нову змінну $\tilde{y} = \frac{x}{y}$ і оберемо залежності $f(\tilde{y})$ і $q(\tilde{y})$ у такому вигляді:

$$f(\tilde{y}) = \frac{a}{1 + c\tilde{y}}, \quad (4)$$

$$q(\tilde{y}) = N \frac{1}{\tilde{y}^2} e^{-\frac{h^2}{\tilde{y}^2}}, \quad (5)$$

де a , c і h - параметри, а N - коефіцієнт нормування.

Форми залежностей $f(\tilde{y})$ і $q(\tilde{y})$ вибрані з наступних міркувань. Залежність $f(\tilde{y})$ задовольняє таким умовам: при $\tilde{y} \rightarrow 0$ $f \rightarrow a$ (початкова вразливість, яка визначається природною захищеністю об'єкта), при $\tilde{y} \rightarrow \infty$ $f \rightarrow 0$. Залежність $q(\tilde{y})$ являє собою розподіл Максвелла, який відображає той факт що при $x \rightarrow 0$ і $x \rightarrow \infty$ $q(x, y) \rightarrow 0$. При деякому значенні \tilde{y} , що визначається параметром h , функція має максимум. З точки зору продуктивності інвестицій вважатимемо, що $\alpha = c$ є міра продуктивності зменшення вразливості, а $\beta = h^2$ - міра продуктивності зменшення загрози.

Побудуємо цільову функцію, яка визначає прибуток від інвестицій у вигляді:

$$b(x, y) = i(x, 0) - i(x, y) - y, \quad (6)$$

або

$$b(y) = i(0) - \frac{N}{y^2} \cdot e^{-\frac{\beta}{y^2}} \cdot \frac{a}{1 + \alpha y} - y, \quad (7)$$

де $i(0)$ - кількість інформації, вилученої при $y = 0$. В цьому виразі для спрощення запису покладено $x = 1$. З умови $\frac{db}{dy} = 0$ одержуємо вираз для знаходження оптимального значення y^0 :

$$F(y) = \frac{N}{y^3} \cdot \frac{1}{1 + \alpha y} \cdot \left(2 - 2\beta \cdot \frac{1}{y^2} + \frac{\alpha y}{1 + \alpha y}\right) \cdot e^{-\frac{\beta}{y^2}} - 1 = 0, \quad (8)$$

де перша частина - граничний прибуток від інвестицій, а 1 - граничні витрати. При умові $f(y) \leq 0$ інвестиції в інформаційну безпеку не мають сенсу, тобто $y^0 = 0$. Дослідимо отриману функцію за допомогою програмних засобів математичного моделювання. На рис.1, а зображено хід функції $F(y)$ (8) при обраних значеннях $\alpha_1 = 0.1$, $\beta_1 = 0.05$ (суцільна крива) і $\alpha_2 = 0.1$, $\beta_2 = 0.16$ (штрихова). На рис.1, б - функція $b(y)$ (7) при $\alpha_1 = 8$, $\beta_1 = 0.08$ (суцільна) і $\alpha_2 = 8$, $\beta_2 = 0.4$ (штрихова).

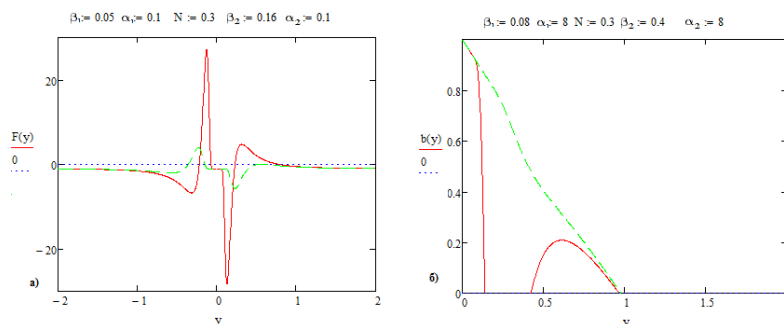


Рис. 1. Допоміжні графіки для визначення зон

При дослідженні рівняння (8) з'ясувалося, що рівняння має декілька розв'язків (рис.1, а). Нас цікавлять розв'язки, що знаходяться в додатній частині осі y . Точка першого перетину з віссю y є точкою мінімуму $b(y)$, а друга - максимуму. При зростанні мір продуктивності α та β форма кривої (на рис.1, а) змінюється, і при деяких значеннях параметрів α та β крива є дотичною до осі y (цей випадок зображений на рисунку пунктирною лінією).

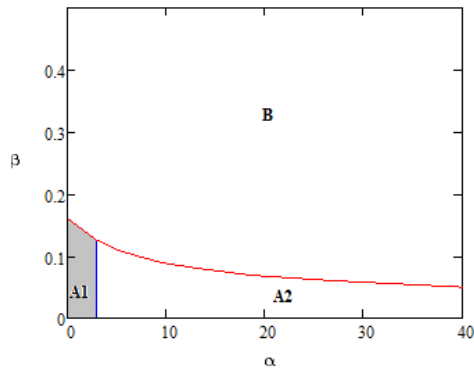


Рис. 2. Простір продуктивності

Ці значення α і β є граничними, що обмежують зону існування значень y^0 . Граничні значення показників формують спадаючу криву на рис.2. На рис.1, б зображені залежності $b(y)$ для двох варіантів розташування кривих $F(y)$ рис.1,а.

Простір продуктивності поділяється на три зони (рис. 2). A1 - малі α та малі β , A2 - великі α та малі β , B - великі β . A1 - зона збитковості, в якій інвестування позбавлене сенсу, оскільки більш вигідно відшкодувати збитки від втрати інформації, ніж вносити інвестиції. A2 - зона, в якій можливо знайти оптимальне відношення ресурсів, виходячи з рівняння (8). B - зона, яка характеризується досить високими мірами продуктивності. Захист інформації в ній не потребує значних грошових надходжень, і потрібний рівень захисту можливо досягти при невеликих грошових витратах. В зоні B максимум прибутку досягається при інвестиціях, близьких до нуля і не існує як такої точки максимізації. Можна зробити висновок, що для зони B рівень інвестицій в інформаційну безпеку можливо визначити залежно від допустимої кількості вилученої інформації.

Висновки

Проведені розрахунки дозволяють розробити стратегію вибору оптимального значення ресурсів захисту в залежності від заданих мір продуктивності зниження загрози і зниження вразливості. Приведена методика може бути застосована на об'єктах з різними значеннями вразливості і різними ймовірностями нападу і виділення різної кількості ресурсів.

Список літератури

- [1] Gordon L.A., Loeb M.P.: The economics of information security investment. — ACM Trans. on Information and System Security, 5(2002), p.438-457.
- [2] Matsuura K., Productivity Space of Information Security in an Extension of the Gordon-Loeb's Investment Model, The Seventh Workshop on the Economic of Information Security 25-28 June 2008, Hanover, USA.
- [3] Левченко Є.Г., Рабчун А.О., Оптимізаційні задачі менеджменту інформаційної безпеки, НТЖ "Сучасний захист інформації", 2010 №1, С.16-23.

Автори

Роман Вікторович Кулініч — магістр 1-го року навчання, Інститут інформаційно-діагностичних систем, Національний авіаційний університет, Київ, Україна; E-mail: rmlroma@gmail.com

Євген Григорович Левченко — викладач, Національний авіаційний університет, Київ, Україна; E-mail: