

УДК 004.681

ІНТЕРВАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ У КОНСЕРВАТИВНІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Дудикевич Валерій; Прокопишин Іван¹; Чекурін Василь²

Національний університет "Львівська політехніка",

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,

²Інститут прикладних проблем механіки та математики ім. Я. С. Підстригача НАНУ

INTERVAL ESTIMATION OF INVESTMENT EFFICIENCY IN CONSERVATIVE INFORMATION SECURITY SYSTEMS

Dudykevych Valeriy; Prokopyshyn Ivan¹; Chekurin Vasyl²

Lviv Polytechnic National University,

¹Ivan Franko National University of Lviv,

²Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics of NASU

Анотація: Встановлено інтервальні оцінки показників економічної ефективності інвестицій у консервативні системи захисту за нечітких вхідних даних, заданих інтервальними числами. Для системи захисту службового приміщення від витoku мовної інформації досліджено чутливість цих показників до похибок вхідних даних.

Ключові слова: Консервативні системи захисту, ефективність інвестицій, оцінка ризику, інтервальний аналіз, аналіз чутливості, системи захисту від витoku мовної інформації.

Summary: Interval estimations of investment efficiency indexes are obtained for conservative information security systems in the case of fuzzy initial data, set by interval numbers. The sensitivity of these indexes to errors of initial data is investigated for a system of speech information leakage protection.

Keywords: Conservative security system, efficiency of investments, risk assessment, interval analysis, sensitivity analysis, system of protection against leakage of voice information.

Вступ

Економічна ефективність систем захисту інформації є важливим, а часто і визначальним показником ефективності таких систем [1] – [3].

У роботі [3] запропоновано структурно-логічний опис консервативних систем захисту інформації та дискретну ймовірнісну модель втрат від атак. Вона дозволяє записати математичне сподівання та дисперсію втрат для системи захисту в аналітичному вигляді. На цій основі розроблено методику оцінки ефективності інвестицій та економічного ризику системи захисту інформації [3], [4]. Як узагальнений показник ефективності інвестицій запропоновано використовувати $k\sigma$ -міру ризику для випадкової величини (в.в.) чистої теперішньої вартості (ЧТВ) загальних витрат для системи захисту. Ця міра ризику дорівнює сумі математичного

сподівання в.в. витрат та її стандартного відхилення, помноженого на коефіцієнт k . Як випливає з нерівності Чебишова П. Л., вона визначає витрати, які не будуть перевищені з ймовірністю $P_{k\sigma} = 1 - 1/k^2$.

Необхідною умовою адекватного застосування стохастичних моделей є надійні статистичні та експертні дані про атаки та засоби захисту [5]. Тому, природно, виникає запитання про вплив похибок вхідних даних на результуючі показники.

У пропонованій роботі дана інтервальна оцінка показників економічної ефективності інвестицій у консервативні системи захисту за нечітких вхідних даних, заданих інтервальними числами. На цій основі проведено аналіз чутливості цих показників до похибок вхідних даних для інвестиційного проекту у систему захисту

службових приміщень від витoku мовної інформації.

Економічна модель консервативної системи захисту

Розглянемо консервативну систему захисту, структура та складові частини якої залишаються незмінними протягом деякого проміжку часу [3].

Система має N об'єктів захисту O^1, O^2, \dots, O^N . Об'єкт O^i може бути атакований по K_i каналах $V^{i1}, V^{i2}, \dots, V^{iK_i}$, $i = 1, 2, \dots, N$. Припустимо, що атаки здійснюються послідовно і незалежно. Кількість атак по каналу V^{ij} за фіксований проміжок часу (рік) позначимо n_{ij} .

Захист забезпечують M пристроїв (засобів) захисту S^1, S^2, \dots, S^M .

Один пристрій може захищати декілька каналів для атак. Ймовірність злому пристрою захисту S^m при захисті каналу V^{ij} позначимо s_{mij} , $m = 1, 2, \dots, M$, $i = 1, 2, \dots, N$, $j = 1, 2, \dots, K_i$. Ця величина дорівнює одиниці, якщо пристрій S^m не захищає канал V^{ij} .

Для ілюстрації, на рис. 1 показана структурна схема системи захисту приміщення від витoku мовної інформації, яка досліджується далі. Підкреслимо, що розроблена методика не потребує графічного зображення системи захисту, а топологія захисту повністю визначається матрицями ймовірностей злому захисту для кожного об'єкта захисту $[s_{mij}]$.

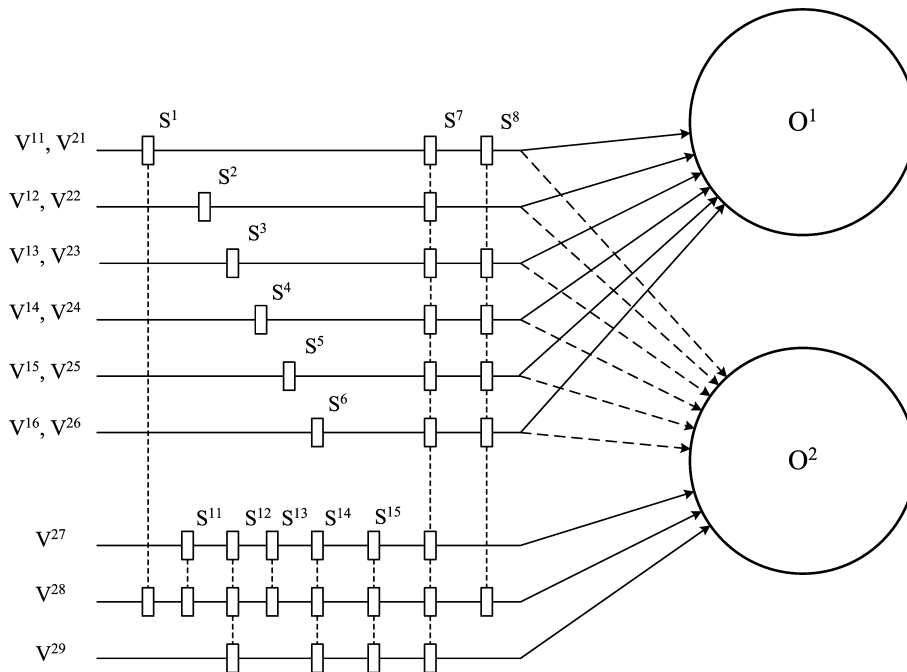


Рис.1. Структурна схема системи захисту приміщення від витoku мовної інформації

Припустимо, що величина економічних збитків від ушкодження об'єкта O^i по каналу V^{ij} дорівнює w_{ij} , а втрати від ушкодження засобів захисту – незначні. У цьому випадку в.в. економічних втрат від атак має вигляд [3]:

$$\tilde{W} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij} \text{Bin}(r_{ij}, n_{ij}), \quad (1)$$

де $r_{ij} = \prod_{m=1}^M s_{mij}$ – ймовірність злому по каналу V^{ij} , $\text{Bin}(r_{ij}, n_{ij})$ – випадкова величина з біноміальним розподілом [6]. Хвилька над символом підкреслює те, що величина є випадковою.

Зауважимо, що більш загальний випадок з урахуванням можливого ушкодження як об'єктів захисту, так і засобів захисту, розглянуто в [7].

Математичне сподівання та дисперсія в.в. втрат \tilde{W} дорівнюють:

$$M(\tilde{W}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij} n_{ij} r_{ij}, \quad (2)$$

$$D(\tilde{W}) = \sigma^2(\tilde{W}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij}^2 n_{ij} r_{ij} (1 - r_{ij}) < +\infty. \quad (3)$$

На основі (2) знаходимо величину можливих втрат за відсутності захисту (яка для даної моделі буде детермінованою):

$$L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij} n_{ij}, \quad (4)$$

та величину умовно збережених коштів:

$$\tilde{S} = L - \tilde{W}. \quad (5)$$

Інтервальна оцінка показників економічних втрат за нечітких вхідних даних

Нехай $P \subset R^n$ – деяка замкнена обмежена підмножина n -вимірного евклідового простору, $z: P \rightarrow R$ – деяка функція, задана на цій множині. Позначимо через z^- та z^+ – верхню та нижню оцінки функції $z(x)$ на множині P :

$$z^- \leq \min_{x \in P} z(x) \leq z(x) \leq \max_{x \in P} z(x) \leq z^+. \quad (6)$$

Розглянемо на відрізку $P = [r^-, r^+] \subset R$ функцію:

$$z(r) = r(1 - r), \quad r \in [r^-, r^+]. \quad (7)$$

Нижня та верхня оцінки цієї функції на заданому відрізку дорівнюють:

$$z^- = \begin{cases} z(r^-), & 0 \leq r^- < r^+ \leq \frac{1}{2} \\ \min\{z(r^-), z(r^+)\}, & 0 \leq r^- \leq \frac{1}{2} < r^+ \leq 1 \\ z(r^+), & 0 \leq \frac{1}{2} < r^- < r^+ \leq 1 \end{cases} \quad (8)$$

$$z^+ = \begin{cases} z(r^+), & 0 \leq r^- < r^+ \leq \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4}, & 0 \leq r^- \leq \frac{1}{2} < r^+ \leq 1 \\ z(r^-), & 0 \leq \frac{1}{2} < r^- < r^+ \leq 1 \end{cases} \quad (9)$$

Зауважимо, що приведені оцінки будуть щільними за умови:

$$0 \leq r^- < r^+ \leq \frac{1}{2}. \quad (10)$$

Математичне сподівання в.в. втрат (2) строго зростає за змінними w_{ij} , n_{ij} , r_{ij} , а дисперсія цієї величини (3) – за змінними w_{ij} , n_{ij} , $z_{ij} = z(r_{ij})$. Величини r_{ij} є строго зростаючими функціями параметрів s_{mij} , тому для нижніх та верхніх оцінок математичного сподівання та дисперсії на множині $P = \prod_{i,j} [w_{ij}^-, w_{ij}^+] \times \prod_{i,j} [n_{ij}^-, n_{ij}^+] \times \prod_m [s_{mij}^-, s_{mij}^+]$ знайдемо [8]:

$$M^\pm = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij}^\pm n_{ij}^\pm r_{ij}^\pm, \quad (11)$$

$$D^\pm = (\sigma^\pm)^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} (w_{ij}^\pm)^2 n_{ij}^\pm z_{ij}^\pm, \quad (12)$$

де $r_{ij}^\pm = \prod_m s_{mij}^\pm$.

Економічна ефективність інвестицій у систему захисту інформації

Розглядаємо інвестиційний проект впровадження (модернізації) системи захисту терміном на T років. Капітальні затрати на купівлю устаткування та його встановлення віднесемо на початковий момент часу $t = 0$ і позначимо C_0 . Витрати на обслуговування протягом року t позначимо C_t і віднесемо на кінець відповідного року. Тоді загальний потік інвестиційних затрат буде визначатися вектором $C = (C_0, C_1, \dots, C_T)$.

Випадкові втрати, зумовлені атаками, також віднесемо на кінець поточного року. Потік цих втрат при встановленій системі захисту позначимо $\tilde{W} = (0, \tilde{W}_1, \dots, \tilde{W}_T)$, а без системи захисту – $L = (0, L_1, \dots, L_T)$. Потік сумарних витрат, який включає інвестиційні затрати та випадкові втрати від можливих атак, позначимо вектором $\tilde{E} = (\tilde{E}_0, \tilde{E}_1, \dots, \tilde{E}_T)$:

$$\tilde{E} = C + \tilde{W}. \quad (13)$$

Тоді потік умовно збережених коштів від впровадження системи захисту $\tilde{S} = (\tilde{S}_0, \tilde{S}_1, \dots, \tilde{S}_T)$ буде дорівнювати такій різниці:

$$\tilde{S} = L - \tilde{E}. \quad (14)$$

Нехай r – необхідна процентна ставка, яку приймаємо сталою в часі. Для оцінки грошового потоку (13) застосуємо показник чистої теперішньої вартості (ЧТВ), який буде випадковою величиною:

$$NPV(\tilde{E}) = \sum_{t=0}^T \frac{\tilde{E}_t}{(1+r)^t}. \quad (15)$$

За припущення, що щорічні випадкові втрати є незалежними, отримаємо наступні формули для математичного сподівання та дисперсії цієї величини:

$$M(NPV(\tilde{E})) = \sum_{t=0}^T \frac{M(\tilde{E}_t)}{(1+r)^t}, \quad (16)$$

$$D(NPV(\tilde{E})) = \sum_{t=0}^T \frac{D(\tilde{E}_t)}{(1+r)^{2t}}. \quad (17)$$

Приведені величини дозволяють оцінити середнє значення ЧТВ загальних витрат для систем захисту та можливе відхилення від них.

Для випадкової величини ЧТВ витрат $NPV(\tilde{E})$ виконується нерівність Чебишова П. Л. [6], з якої отримуємо таку оцінку:

$$\forall k > 0 P\{NPV(\tilde{E}) < M(NPV(\tilde{E})) + k\sigma(NPV(\tilde{E}))\} \geq 1 - 1/k^2. \quad (18)$$

Величину

$$E_{k\sigma} = VaR_{k\sigma} = M(NPV(\tilde{E})) + k\sigma(NPV(\tilde{E})), \quad (19)$$

яка визначає максимальне значення ЧТВ витрат з надійністю $P_{k\sigma} = 1 - 1/k^2$, будемо називати $k\sigma$ -вартістю ризику. Ця величина задовольняє трьом аксіомам когерентних мір ризику [9]: позитивної однорідності, інваріантності відносно зсуву та субадитивності.

На основі попередніх формул інтервальні оцінки для величин $M_L = M(NPV(L))$, $M_E = M(NPV(\tilde{E}))$ та $\sigma_E = \sigma(NPV(\tilde{E}))$ дорівнюють:

$$M_L^\pm = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij}^\pm(t) n_{ij}^\pm(t) \right) / (1+r^\mp)^t, \sigma_L^\pm = 0, \quad (20)$$

$$M_E^\pm = \sum_{t=0}^T \left(C_t + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} w_{ij}^\pm(t) n_{ij}^\pm(t) r_{ij}^\pm(t) \right) / (1+r^\mp)^t, \quad (21)$$

$$(\sigma_E^\pm)^2 = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{K_i} (w_{ij}^\pm(t))^2 n_{ij}^\pm(t) z_{ij}^\pm(t) \right) / (1+r^\mp)^{2t}. \quad (22)$$

Для інтервальної оцінки $k\sigma$ -вартості ЧТВ загальних витрат, які не будуть перевищені з ймовірністю $P_{k\sigma}$, знайдемо:

$$E_{k\sigma}^\pm = M_E^\pm + k\sigma_E^\pm. \quad (23)$$

Інтервальна оцінка для умовно збережених коштів дорівнює:

$$S_{k\sigma}^\pm = M_L^\pm - E_{k\sigma}^\mp. \quad (24)$$

Аналіз економічної ефективності системи захисту від витоку мовної інформації

Практичні розрахунки проводили для інвестиційного проекту захисту службового приміщення від витоку мовної інформації [4]. Структурна схема системи захисту показана на рис. 1. Об'єктами захисту є мовна інформація, відмінна від телефонних розмов (O1) та телефонні розмови (O2).

Витік аудіоінформації можливий такими основними каналами:

V11 – радіомікрофони; V12 – будівельні конструкції; V13 – електромережа; V14 – охоронно-пожежна сигналізація; V15 – телефонна лінія – виносний мікрофон; V16 – телефонна лінія – мікрофонний ефект та високочастотне нав'язування.

Основними засобами захисту від витоку інформації по аудіоканалу є:

S1 – засоби виявлення радіомікрофонів, здійснюють захист по каналах 11, 28; S2 – пристрої захисту витоку від аудіоінформації через будівельні конструкції, канал 12; S3 – мережеві фільтри, канал 13; S4 – фільтри для охоронно-пожежної сигналізації, канал 14; S5 – пасивні фільтри, канал 15; S6 – активні фільтри, канал 16; S7 – акустичні шумоглушачі, канали 11–16, 27, 28, 29; S8 – електромагнітні шумоглушачі, канали 11, 13, 14, 15, 16, 28.

По аудіоканалу можна частково прослуховувати телефонні розмови. Тому зазначені канали витоку аудіоінформації та пристрої захисту стосуються також другого об'єкта захисту – телефонних розмов (O2).

Для цього об'єкта каналами можливого витоку інформації є канали V21–V26, які

ідентичні каналам V11–V16, та додаткові канали:

V27 – підключення пряме або за допомогою адаптера; V28 – радіозакладки; V29 – витік інформації поза периметром захисту.

Перерахуємо можливі засоби захисту по цих каналах:

S11 – пристрої виявлення закладок та під'єднань, здійснюють захист по каналах 27 та 28; S12 – активні зашумлювачі, канали 27, 28, 29; S13 – засоби одностороннього зашумлення, канали 27, 28; S14 – скремблери, канали 27, 28, 29; S15 – шифратори, канали 27, 28, 29; S16 – універсальні пристрої, які можуть також забезпечувати захист по аудіоканалу.

Коротко опишемо вихідні дані проекту [4]. Термін проекту – п'ять років ($T = 5$), необхідна річна процентна ставка – десять процентів ($r = 0,10$). Усі параметри є однаковими по роках проекту.

Параметри можливих загроз (кількість можливих атак n_{ij} за рік по каналу з номером ij та вартість втрат w_{ij} при зломі цього каналу) задано у табл. 1 згаданої роботи [4].

Опис ряду засобів захисту (капітальні та поточні річні затрати, канали, які вони захищають, та ймовірності їх злому) подано у табл. 2 роботи [4].

За допомогою електронних таблиць проведено розрахунки для п'яти профілів захисту (ПЗ). ПЗ 1 використовує засоби захисту 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 19 з

згаданої табл. 2. ПЗ 2 використовує засоби захисту 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 17; а ПЗ 3 – засоби захисту 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 18. Для цих профілів захисту усі канали для атак є перекритими два і більше разів. Також розглянуто профілі захисту, які перекривають канали для атак мінімальну кількість раз. Профіль захисту ПЗ 4 використовує засоби захисту 2, 5, 19, а ПЗ 5 – засоби захисту 1, 4, 6, 7, 8, 9, 18.

Топологію захисту задавали матрицями ймовірностей злому захисту для першого та другого об'єкта – $[s_{m1j}]$ та $[s_{m2j}]$. Ці матриці дають добре наочне представлення про захищеність каналів та використання засобів захисту.

У табл. 1 для вказаних профілів захисту наведено результати розрахунку шести показників:

- 1) ЧТВ втрат за відсутності захисту – $NPV(L)$;
- 2) ЧТВ загальних інвестиційних затрат – $NPV(C)$;
- 3) математичне сподівання ЧТВ випадкових втрат від атак – $M(NPV(\tilde{W}))$;
- 4) стандартне відхилення (с.к.в.) ЧТВ випадкових втрат від атак – $\sigma(NPV(\tilde{W}))$;
- 5) показник ефективності "три сигма" для ЧТВ сумарних витрат – $E_{3\sigma} = VaR_{3\sigma}(NPV)$;
- 6) показник умовно збережених коштів – $S_{3\sigma} = NPV(L) - E_{3\sigma}$.

Таблиця 1

Економічні показники профілів захисту (тис. грн.)

Профіль	$NPV(L)$	$NPV(C)$	$M(NPV(\tilde{W}))$	$\sigma(NPV(\tilde{W}))$	$E_{3\sigma}$	$S_{3\sigma}$
1	30478	95	85	49	326	30152
2	30478	44	184	79	466	30012
3	30478	347	163	60	692	29786
4	30478	333	299	173	1151	29326
5	30478	55	548	233	1301	29177

Аналіз результатів показує, що профіль захисту ПЗ 1 є дорожчим за профіль захисту ПЗ 2, але має менше математичне сподівання та стандартне відхилення випадкової величини втрат, і, в результаті, є кращим за узагальненим показником ризику. Профіль захисту ПЗ 3 порівняно з профілем захисту ПЗ 2 забезпечує менші втрати від атак. Однак, внаслідок значних інвестиційних затрат цей профіль має великий результуючий показник ризику. Порівняння профілів захисту ПЗ 4 та ПЗ 5 показує, що краще застосовувати профіль ПЗ 4, ніж ПЗ 5, хоча він є дорожчим. Також, легко бачити, що навіть найдорожчий профіль захисту забезпечує значну величину умовно збережених коштів.

Зауважимо, що обчислювальна складність знаходження інтервальних оцінок лише приблизно у двічі більша, ніж для випадку чітких вхідних даних, що дозволяє проводити обчислення засобами електронних таблиць.

Для профілю захисту ПЗ 1 на основі отриманих верхніх та нижніх інтервальних оцінок досліджена чутливість показників $NPV(C)$, $M(NPV(\tilde{W}))$, $E_{3\sigma}$, $S_{3\sigma}$ до зміни параметрів P_m , C_m , s_{mij} , n_{ij} , w_{ij} . На рис. 2 показані графіки залежності відносної похибки $\delta V = (V^+ - V^-) / V^-$ вказаних показників від відносної похибки параметрів $\delta a = (a^+ - a^-) / a^-$, яка взята однаковою для всіх згаданих параметрів. Криві 1–4 відповідають показникам $M(NPV(\tilde{W}))$, $E_{3\sigma}$, $S_{3\sigma}$ та $NPV(C)$. Легко зауважити, що відносні похибки показників ефективності інвестицій та умовно збережених коштів можуть більше ніж у двічі перевищувати відносні похибки параметрів.

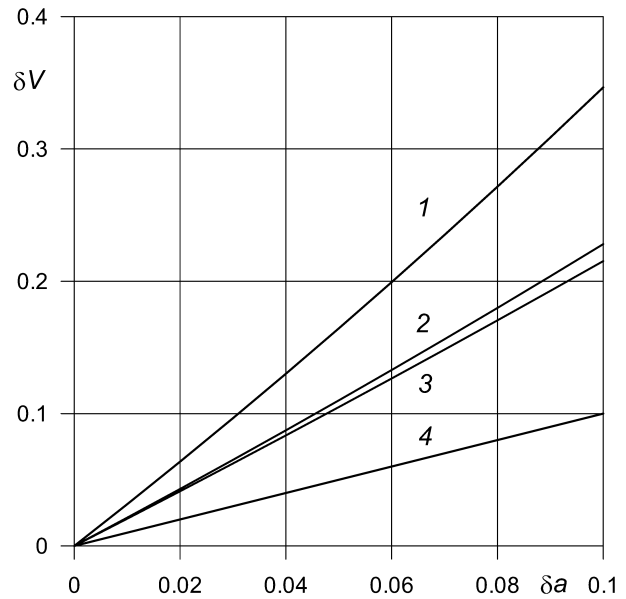


Рис. 2. Залежність відносної похибки показників від відносної похибки параметрів

Висновки

Для оцінки економічної ефективності інвестицій у консервативні системи захисту використано показники ризику для чистої теперішньої вартості загальних витрат з урахуванням капітальних затрат, витрат на обслуговування та випадкових втрат від атак. Здійснено інтервальну оцінку цих показників за нечітких вхідних даних, заданих інтервальними числами.

Практичні розрахунки проведено за допомогою електронних таблиць для системи захисту службових приміщень від витоку мовної інформації. Зокрема, досліджена залежність відносної похибки показників ефективності інвестицій у системи захисту від відносних похибок вхідних даних.

Проведені дослідження показали, що розглянута методика оцінки економічної ефективності консервативних систем захисту може бути ефективно застосована для раціонального вибору профілю захисту за нечітких вхідних даних. Вона також може бути використана для розрахунку страхових тарифів у страхуванні інформаційних ризиків.

Перелік посилань

- [1] С. А. Петренко *Управление информационными рисками. Экономически оправданная безопасность* / С. А. Петренко, С. В. Симонов. – М.: Компания АйТи: ДМК Пресс, 2004. – 384 с.
- [2] Ф. И. Егоров, *Задачи защиты информации* / Ф. И. Егоров, Е. О. Тискина, В. А. Хорошко // *Захист інформації*. – 2009. – № 1. – С. 5-12.
- [3] В. Б. Дудикевич, *Проблеми оцінки ефективності систем захисту* / В. Б. Дудикевич, І. А. Прокопишин, В. Ф. Чекурін // *Вісник НУ "Львівська політехніка"*. – 2012 – № 741. Автоматика, вимірювання та керування. – С. 118-122.
- [4] В. Б. Дудикевич, *Ефективність інвестицій у системи захисту приміщень від витоку мовної інформації* / В. Б. Дудикевич, В. М. Іванюк, І. А. Прокопишин // *Комп'ютерні технології друкарства*. – 2014. – № 32. – С. 20-28.
- [5] В. И. Трапезников, *Характеристика и значение международной статистики киберпреступности* / В. И. Трапезников // *Інформатика та математичні методи в моделюванні*. – 2014. – Том. 4, № 4. – С. 363-369.
- [6] Е. С. Вентцель, *Теория вероятности и ее инженерные приложения* / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – Л.: Наука, 1988. – 480 с.
- [7] Іван Прокопишин, *Оцінка економічних втрат для консервативних систем захисту* / Іван Прокопишин // *Матеріали II-ї міжнародної науково-технічної конференції "Захист інформації і безпека інформаційних систем"*, Львів, 30 травня – 1 червня 2013 р. – НУ "Львівська політехніка", 2013. – С. 28-29.
- [8] Ю. И. Шокин, *Интервальный анализ* / Ю. И. Шокин. – Новосибирск: Наука, 1981. – 112 с.
- [9] P Artzner. *Coherent measures of risk* / P. Artzner, F. Delbaen, J.-M. Eber, D. Heath // *Mathematical Finance*. – 1999. – V.9, N 3. – P.203–227.
- [5] V. Y. Trapeznikov, *Kharakterystyka y znachenye mezhduнародnoi statystyky kyberprestupnosti* / V. Y. Trapeznikov // *Informatyka ta matematychni metody v modeliuvanni*. – 2014. – Tom. 4, # 4. – S. 363-369.
- [6] E. S. Venttsel *Teoriya veroiatnosti y ee ynzhenernyye prylozheniya* / E. S. Venttsel, L. A. Ovcharov. – L.: Nauka, 1988. – 480 s.
- [7] Ivan Prokopyshyn. *Otsinka ekonomichnykh vtrat dlia konservatyvnykh system zakhystu* / Ivan Prokopyshyn // *Materialy II-yi mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii "Zakhyst informatsii i bezpeka informatsiynykh system"*, Lviv, 30 travnia – 1 chervnia 2013 r. – NU "Lvivska politekhnika", 2013. – S. 28-29.
- [8] Yu. Y. Shokyn, *Yntervalnyi analiz* / Yu. Y. Shokyn. – Novosybyrsk: Nauka, 1981. – 112 s.
- [9] P. Artzner *Coherent measures of risk* / P. Artzner, F. Delbaen, J.-M. Eber, D. Heath // *Mathematical Finance*. – 1999. – V.9, N 3. – P.203–227.

Реферат

Дудикевич Валерій, Прокопишин Іван, Чекурін Василь

Інтервальна оцінка ефективності інвестицій у консервативні системи захисту інформації

Досліджується економічна ефективність консервативних систем захисту інформації на основі структурної моделі захисту та стохастичної моделі втрат від можливого витоку інформації.

Для оцінки ефективності інвестицій у такі системи використано показники ризику для чистої теперішньої вартості загальних витрат з урахуванням капітальних затрат, витрат на обслуговування та випадкових втрат від атак. Здійснено інтервальну оцінку цих показників за нечітких вхідних даних, заданих інтервальними числами. Проведено аналіз їх чутливості до похибок вхідних даних для інвестиційного проекту у систему захисту службових приміщень від витоку мовної інформації.

Розроблена методика легко реалізується за допомогою електронних таблиць і може бути ефективно застосована для раціонального вибору профілю захисту. Вона також може бути використана для розрахунку страхових тарифів у страхуванні інформаційних ризиків.

References

- [1] S. A. Petrenko, *Upravlenye ynformatsyonnyu ryskamy. Ekonomychesky opravnanaia bezopasnost* / S. A. Petrenko, S. V. Symonov. – М.: Kompanyia AiTy: DMK Press, 2004. – 384 s.
- [2] F. Y. Ehorov. *Zadachy zashchyty ynformatsyy* / F. Y. Ehorov, E. O. Tyskyna, V. A. Khoroshko // *Zakhyst informatsii*. – 2009. – # 1. – S. 5-12.
- [3] V. B. Dudykevych, *Problemy otsinky efektyvnosti system zakhystu* / V. B. Dudykevych, I. A. Prokopyshyn, V. F. Chekurin // *Visnyk NU "Lvivska politekhnika"*. – 2012 – # 741. Avtomatyka, vymiriuvannia ta keruvannia. – S. 118-122.
- [4] V. B. Dudykevych, *Efektyvnist investysii u systemy zakhystu prymishchen vid vytoку movnoi*

Дудикевич Валерій, Прокопишин Іван,
Чекурін Василь

Интервальная оценка эффективности инвестиций в консервативные системы защиты информации

Исследуется экономическая эффективность консервативных систем защиты информации на основе структурной модели защиты и стохастической модели потерь от возможной утечки информации.

Для оценки эффективности инвестиций в такие системы использованы показатели риска для чистой приведенной стоимости общих расходов с учетом капитальных затрат, расходов на обслуживание и случайных потерь от атак. Осуществлена интервальная оценка этих показателей при нечетких исходных данных, заданных интервальными числами. Проведен анализ их чувствительности к погрешностям исходных данных для инвестиционного проекта в систему защиты служебных помещений от утечки языковой информации.

Разработанная методика легко реализуется с помощью электронных таблиц и может быть эффективно применена для рационального выбора профиля защиты. Она также может быть использована для расчета страховых тарифов в страховании информационных рисков.

Dudykevych Valeriy, Prokopyshyn Ivan,
Chekurin Vasyl

Interval estimation of investment efficiency in conservative information security systems.

Economic efficiency of conservative information security systems is investigated on the base of structural model of security and stochastic model of losses that are caused by possible information leakage.

Risk indexes of the net present value of general costs, which include capital costs, service charges and casual losses from attacks, are used for the valuation of investment efficiency in such systems. Interval estimations of these indexes are obtained in the case of fuzzy initial data, set by interval numbers. The sensitivity of these indexes to errors of initial data is analyzed for an investment project in a system of speech information leakage protection.

The developed methodology can be easily implemented by means of spreadsheets and can be effectively applied for rational choice of the protection profile. In addition, this methodology can be used for tariffs calculation in the information risks insurance.

Відомості про авторів

Дудикевич Валерій Богданович

Освіта: Національний університет «Львівська політехніка», спеціальність «Електровимірювальна техніка» (1963).

Місце роботи: Національний університет «Львівська політехніка», Інститут комп'ютерних технологій, автоматики та метрології, завідувач кафедри «Захист інформації», професор (1983), д.т.н. (1991).

Область знань: інформаційні технології, автоматизація та приладобудування.

Наукові інтереси: комп'ютерні науки та інформаційні технології, кібербезпека, метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, методи і засоби технічного захисту інформації; вимірювальні перетворювачі частотних сигналів; вимірювальні випробувальні комплекси; медичне приладобудування.

Email: Valerii.B.Dudykevych@lpnu.ua

Прокопишин Іван Анатолійович

Освіта: Львівський державний університет імені Івана Франка, спеціальність «Прикладна математика» (1979).

Місце роботи: Львівський національний університет імені Івана Франка, механіко-математичний факультет, доцент кафедри математичного моделювання (2004), к.ф.-м.н. (1990).

Область знань: математика та статистика, інформаційні технології.

Наукові інтереси: прикладна математика, кібербезпека, економіка, математичне моделювання та чисельні методи; моделювання та аналіз фінансових ризиків; економічна ефективність систем захисту інформації.

Email: lviv.pi@gmail.com

Чекурін Василь Феодосійович.

Освіта: Національний університет «Львівська політехніка», спеціальність «Інженерна електрофізика» (1974).

Місце роботи: Інститут прикладних проблем механіки та математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, завідувач відділу, професор (2005), д.ф.-м.н. (1998).

Область знань: математика та статистика, інформаційні технології, механічна інженерія.

Наукові інтереси: прикладна математика, комп'ютерні науки та інформаційні технології, Кібербезпека, Прикладна механіка, Інформаційні технології в освіті та управлінні; кібербезпека; математичне моделювання процесів перенесення в напівпровідниках, діелектриках та металах; методи розв'язування прямих і обернених задач теорії взаємодії полів різної фізичної природи, математичні моделі та методи для томографії тензорних полів у неоднорідних деформованих твердих тілах.

Email: chekurin@iapmm.lviv.ua