

УДК 510.649

О. М. РОЇК, Н. В. ЛИСАК, Ю. В. МІРОНОВА, І. П. МЕЛЬНИК
Вінницький національний технічний університет**ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ
ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

В роботі розглядався вплив значень показників окремих параметрів на загальний стан захищеності інформації. В результаті дослідження розроблено математичну модель оцінювання рівня захисту інформації на підприємстві засобами математичного апарату нечіткої логіки.

Ключові слова: захист інформації, математична модель, нечітка логіка.

O. M. ROIK, N. V. LYSAK, Y. V. MIRONOVA, I. P. MELNYK
Vinnytsia National Technical University**ESTIMATION OF THE LEVEL OF INFORMATION PROTECTION AT THE
ENTERPRISE BY MEANS OF MATHEMATICAL FUZZY LOGIC**

The impact of values of certain parameters for the overall state of information security was examined in this paper. In the result of research mathematical model of information security evaluation of the enterprise by means of mathematical fuzzy logic was developed. Research methodological apparatus for constructing a mathematical model allowed us to build a comprehensive model for assessing the effectiveness of information security. It allows to take into account all the major factors influencing the level of protection and to identify the main weaknesses in information security policies.

Keywords: information security, mathematical model, fuzzy logic.

Вступ

Перехід до інформаційного суспільства змінив статус інформації. Наразі, вона може бути як засобом забезпечення безпеки, так, у свою чергу, й загрозою та небезпекою. Великого значення набуває захист інформації на промислових підприємствах. Це може забезпечуватись великою кількістю засобів. Проте для вибору найоптимальніших методів варто мати чітке уявлення про наявний стан захисту інформації.

Отже, дослідження можливості застосування математичних моделей для оцінювання рівня захисту інформації на підприємстві є вельми актуальним за сучасних умов розвитку економіки України.

Методи оцінювання рівня захисту інформації на підприємствах розглядалися багатьма науковцями: А. Антонюком, І. Близнюком, В. В. Бут, В. В. Микитенком, О. В. Гребенюк, М. О. Живком, О. А. Сороківською, В. С. Цимбалюком, А. М. Черною. Проте, недостатньо висвітлено необхідність запровадження математичної моделі для оцінювання рівня інформаційної безпеки на конкретному підприємстві.

Виклад основного матеріалу

Інформаційна безпека відображає захищеність інформаційного середовища та ефективність інформаційного забезпечення процесу управління на підприємстві.

Захист інформації є складовою загальної соціально-економічної безпеки підприємства. Для оцінки інформаційної безпеки часто використовуються методи рентабельності витрат на здійснення заходів щодо захисту інформації, методи оцінки шкоди від загрози хакерських атак. Поширеним також є метод нечітких множин. При цьому експертним шляхом оцінюється ймовірність подолання системи захисту інформації, ймовірність доставки одиниці інформації до споживача, час доставки й апаратурна складність.

Інколи використовуються показники частки працівників інформаційних відділів у загальній кількості працівників, частки витрат на забезпечення інформаційної безпеки в загальній величині витрат.

Крім того, деякі науковці аналізують такі показники:

- продуктивність інформації;
- коефіцієнт інформаційної озброєності;
- коефіцієнт захищеності інформації.

Оцінювання рівня захисту інформації має важливу роль для підвищення загального рівня соціально-економічної безпеки підприємства.

Пропонуємо множину вхідних параметрів $l_c (c = \overline{1, C})$; сукупність показників, що розраховуються на основі оцінювальних параметрів $x_i (i = \overline{1, n})$; функцію перетворення вхідних параметрів на оцінювальні показники $F_1: L \rightarrow X$; множину функцій, на основі яких здійснюється ідентифікація рівня ефективності політики інформаційної безпеки $F_2 = F(f_1, \dots, f_n)$; множину вихідних параметрів $E = (e_j), j = \overline{1, J}$ [1].

Отже, математична модель такого процесу набула вигляду:

$$L \xrightarrow{F_1} X \xrightarrow{F_2} E, \partial e L = (l_c), c = \overline{1, C}, X = (x_i), i = \overline{1, 4}, E = (e_j), j = \overline{1, J}$$

$$F_1 = f(x_{11}, x_{12}); F_2 = f(x_{21}, x_{22}); F_3 = f(x_{31}, \dots, x_{36}); F_4 = f(x_{41}, \dots, x_{43})$$
(1)

На основі множини X параметрів x_i сформована сукупність функцій перетворення:

F_1 – функція ефективності роботи технічного забезпечення;

F_2 – функція ефективності кадрової складової;

F_3 – функція ефективності керування інформаційними потоками;

F_4 – функція ефективності програмного забезпечення.

Створення моделі оцінювання передбачає 7 етапів.

Перший етап передбачає визначення множини T лінгвістичних термів, які складаються з сукупності лінгвістичних змінних. Необхідно зазначити, що лінгвістичною вважається змінна, яка набуває свого значення з переліку слів (словосполучень) природної чи штучної мови.

При сукупності з трьох лінгвістичних термів маємо: Н – низький, С – середній, В – високий. При сукупності з п'яти термів: Н – низький, НС – нижче середнього; С – середній, ВС – вище середнього; В – високий. Така кількість лінгвістичних термів враховує той факт, що найбільш точні та адекватні рішення експертів приймаються при 7 аналізованих чинниках.

Для оцінювання параметрів ($x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22}, x_{31}, \dots, x_{36}, x_{41}, \dots, x_{43}$) доцільно використовувати три нечіткі терми, оскільки діапазон зміни параметрів не дуже великий. Необхідно зауважити, що діапазон зміни параметрів знаходиться у межах від 0 до 1, оскільки попередньо було проведено нормування значень. Таким чином було отримано функції належності $\mu^{E_j}, j = \overline{1, J}$ трьох нечітких термів. Враховуючи думки експертів щодо специфіки природи обраних параметрів було обрано види функцій належності. Для усіх параметрів була використана Гаусова функція належності, яка найбільшою мірою відповідає специфіці обраних параметрів [2].

Метою другого етапу є визначення графіків функцій належності. Графіки визначаються для сукупності параметрів (x_{ij}). Для кожного лінгвістичного терму окремо визначається функція належності на основі існуючого переліку функцій належності.

Перший вид функції зображений нижче на рис. 1.

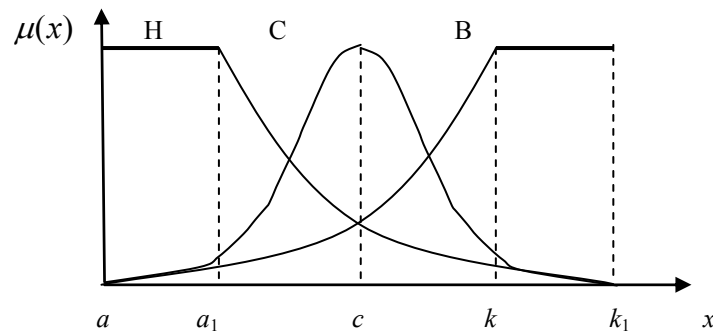


Рис. 1. Загальний вигляд функцій належності трьох нечітких термів для параметрів x_{21}, x_{42}, x_{43} . x_{21} – коефіцієнт фінансування інформаційних служб підприємства

$$K_{\text{фин}} = \frac{l_1}{l_2},$$
(2)

де l_1 – витрати на фінансування інформаційних служб підприємства;

l_2 – загальні витрати підприємства [3],

x_{42} – ступінь забезпечення програмними засобами для захисту інформації. Обчислюється, як відношення кількості наявних програмних засобів до необхідних.

x_{43} – рівень ефективності роботи програмного забезпечення.

Наступний вигляд функції належності трьох нечітких термів зображений на рис. 2

$$K_{\text{пр.з}} = l_3 / l_4,$$
(3)

де l_4 – кількість не відвернутих інформаційних атак,

x_{31} – коефіцієнт правової захищеності інформації;

$$K_{\text{пр.з}} = \frac{l_5}{l_6},$$
(4)

де l_5 – обсяг інформації, розголошення якої може спричинити негативні наслідки для підприємства;

l_6 – загальний обсяг юридично захищеної інформації [3].

Вигляд функції належності трьох нечітких термів для решти параметрів зображений нижче на рис. 3.

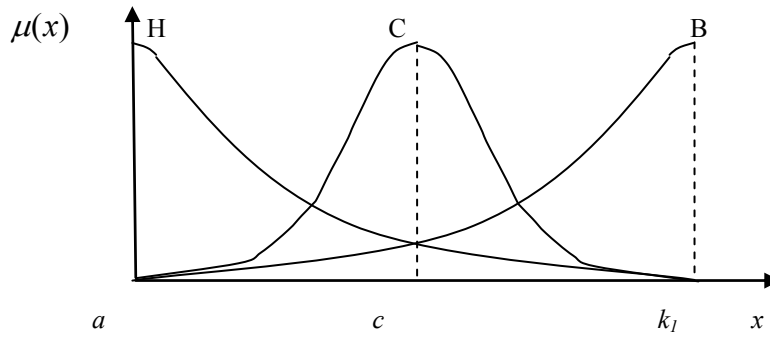


Рис. 2. Загальний вигляд функції належності трьох нечітких термів для параметрів x_{11}, x_{31}, x_{11} – коефіцієнт технічного захисту інформації

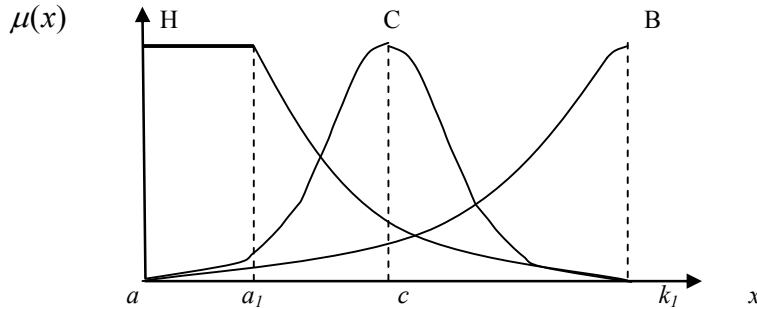


Рис. 3. Загальний вигляд функції належності трьох нечітких термів для параметрів $x_{12}, x_{22}, x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}, x_{36}, x_{41}$.

x_{12} – рівень озброєності технічними засобами. Обчислюється, як відношення кількості наявних технічних засобів до необхідних;

x_{22} – коефіцієнт надійності персоналу, що забезпечує інформаційну безпеку підприємства;

$$K_{н.п.} = \frac{l_7 - l_8}{l_7}, \quad (5)$$

де l_7 – загальна чисельність звільнених працівників;

l_8 – чисельність працівників, звільнених за причиною витоку інформації;

x_{32} – коефіцієнт повноти інформації;

$$K_{н.ін.} = \frac{l_{10}}{l_9}, \quad (6)$$

де l_9 – обсяг інформації, що є в розпорядженні,

l_{10} – обсяг інформації, необхідної для ухвалення обґрунтованого рішення,

x_{33} – коефіцієнт точності інформації;

$$K_{т.ін.} = \frac{l_{11}}{l_{12}}, \quad (7)$$

де l_{11} – обсяг релевантної інформації,

l_{12} – обсяг інформації, що є в розпорядженні,

x_{34} – коефіцієнт суперечливості інформації;

$$K_{с.ін.} = \frac{l_{13}}{l_{14}}, \quad (8)$$

де l_{13} – кількість незалежних свідчень на користь ухвалення рішення,

l_{14} – загальна кількість незалежних свідчень у сумарному обсязі релевантної інформації.

x_{35} – коефіцієнт своєчасності надання інформації;

$$K_{с.н.ін.} = \frac{l_{15}}{l_{16}}, \quad (9)$$

де l_{15} – обсяг своєчасно наданої інформації,

l_{16} – обсяг інформації, необхідної для ухвалення обґрунтованого рішення,

x_{36} – коефіцієнт надійності інформації;

$$K_{n.in.} = \frac{l_{17}}{l_{18}}, \quad (10)$$

де l_{17} – обсяг інформації, наданої з надійних джерел,

l_{18} – загальний обсяг наданої інформації,

x_{41} – коефіцієнт програмної захищеності інформації;

$$K_{n.z.} = \frac{l_{19}}{l_{20}}, \quad (11)$$

де l_{19} – час безперебійного функціонування корпоративної інформаційної системи,

l_{20} – нормативний час функціонування корпоративної інформаційної системи [4].

На третьому етапі здійснимо визначення математичних формул, які описують функції належності $\mu^{E_j}, j=\overline{1, J}$, що були обрані попередньо.

Для першої функції, зображеної на рис. 1, математична формула має вигляд:

$$\mu^H(x) = \begin{cases} 1, x \in [a; a_1) \\ \left(\frac{k-x}{k_1-a_1}\right)^n, x \in [a_1; k] \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu^C(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{n}\right)^n} \quad (13)$$

$$\mu^B(x) = \begin{cases} \left(\frac{x-a}{k-a}\right)^n, x \in [a; k] \\ 1, x \in (k; k_1] \end{cases} \quad (14)$$

Для функції належності, графік якої зображено на рис. 2, математична формула має вигляд:

$$\mu^H(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{k_1-x}{k_1-a}\right)^n} \quad (15)$$

$$\mu^C(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{n}\right)^n} \quad (16)$$

$$\mu^B(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-k_1}{n}\right)^n} \quad (17)$$

Для функції належності, зображеної на графіку рис. 3, математична формула має вигляд [5]:

$$\mu^H(x) = \begin{cases} 1, x \in [a; a_1) \\ \left(\frac{k-x}{k_1-a_1}\right)^n, x \in [a_1; k] \end{cases} \quad (18)$$

$$\mu^C(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{n}\right)^n} \quad (19)$$

$$\mu^B(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-k_1}{n}\right)^n} \quad (20)$$

На наступному етапі розроблення математичної моделі оцінювання ефективності політики інформаційної безпеки на підприємстві, використовуючи попередньо отриману інформацію про значення параметрів, складаємо матриці знань для оцінювання груп F_i параметрів оцінки.

Опишемо побудовані матриці логічними рівняннями, які встановлюють зв'язок між f_i .

Рівняння, що описують загальну функцію ефективності політики інформаційної безпеки:

$$\mu^B(E) = \mu^B(F_1) * \mu^B(F_2) * \mu^B(F_3) * \mu^B(F_4) \cup \mu^B(F_1) * \mu^{BC}(F_2) * \mu^B(F_3) * \mu^B(F_4)$$

$$\begin{aligned} \mu^{BC}(E) &= \mu^B(F_1) * \mu^{BC}(F_2) * \mu^{BC}(F_3) * \mu^B(F_4) \cup \mu^{BC}(F_1) * \mu^{BC}(F_2) * \mu^{BC}(F_3) * \mu^{BC}(F_4) \\ \mu^C(E) &= \mu^{BC}(F_1) * \mu^{BC}(F_2) * \mu^C(F_3) * \mu^C(F_4) \cup \mu^C(F_1) * \mu^C(F_2) * \mu^C(F_3) * \mu^C(F_4) \\ \mu^{HC}(E) &= \mu^C(F_1) * \mu^C(F_2) * \mu^{HC}(F_3) * \mu^{HC}(F_4) \cup \mu^{HC}(F_1) * \mu^{HC}(F_2) * \mu^{HC}(F_3) * \mu^{HC}(F_4) \\ \mu^H(E) &= \mu^{HC}(F_1) * \mu^{HC}(F_2) * \mu^H(F_3) * \mu^H(F_4) \cup \mu^H(F_1) * \mu^H(F_2) * \mu^H(F_3) * \mu^H(F_4) \end{aligned}$$

Таблиця 1

Матриця знань загальної функції E

F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	E
B	B	B	B	B
B	BC	B	B	
B	BC	BC	B	BC
BC	BC	BC	BC	
BC	BC	C	C	C
C	C	C	C	
C	C	HC	HC	HC
HC	HC	HC	HC	
HC	HC	H	HC	H
H	H	H	H	

Даний метод дає змогу формувати механізм підвищення рівня захисту інформації на основі оціненого та проаналізованого у статичі та динаміці наявного рівня ефективності на підприємстві.

Висновки

Дослідження методологічного апарату побудови математичної моделі дозволило побудувати комплексну модель оцінки ефективності захисту інформації. Вона дозволяє врахувати всі основні фактори впливу на рівень захисту інформації та визначити основні слабкі місця в політиці інформаційної безпеки.

Створена модель оцінки рівня захисту інформації на підприємстві дозволяє здійснювати оцінку, враховуючи чотири групи показників відображення особливого рівня кількісної та якісної сторін ефективності захисту інформації: на рівні технічного захисту, на рівні ефективності роботи кадрів, що забезпечують захист інформації, на рівні ефективності управління інформаційними потоками та на рівні ефективності програмної складової. Модель складається з логічних рівнянь, які описують зв'язок між факторами, що впливають на рівень захисту інформації.

Завдяки даній моделі можна визначити вузькі місця та обрати комплекс заходів, спрямованих на підвищення рівня захисту інформації на підприємстві.

Література

1. Ілляшенко С.М. Економічний ризик : навч. посіб. / С.М. Ілляшенко – 2-е вид., доп., перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 220 с.
2. Реверчук Н.Й. Управління економічною безпекою підприємницьких структур : монографія / Н.Й. Реверчук. – Львів : ЛБІ НБУ, 2004. – 195 с.
3. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети : монография / А. П. Ротштейн, – Вінниця : Універсум-Вінниця, 1999. – 320 с.
4. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М. : Физматлит, 2001. – 213 с.
5. Сергеева Л. Н. Нелинейная экономика: модели и методы / науч. ред. Ю. Г. Лысенко. – Запорожье : Полиграф, 2003. – 187 с.

References

1. Ilyashenko, S.M. Ekonomichnyi ryzyk [Tekst]: navch. posib. 2-ge vyd., dop., pererob. / S.M. Ilyashenko – K.: Tsentr navchalnoi literatury, 2004. – 220s.
2. Reverchuk, N.Y. Upravlinnya ekonomichnoyu bezpekoyu pidpryyemnytskykh struktur [Tekst]: monografiya / N.Y. Reverchuk. – Lviv: LBI NBU, 2004. – 195 s.
3. Rotshteyn A. P. Intelktualni tekhnologii identifikatsii: nechitki mnozhyny, genetychni alhorytmy, neyronni merezhi : monografiya / A. P. Rotshteyn, – Vinnytsya : Universum–Vinnytsya, 1999. – 320 s.
4. Samarskiy A. A. Matematicheskoye modelirovaniye : Idei. Metody. Primery / A. A. Samarskiy , A. P. Mikhaylov. – M. : Fizmatlit, 2001. – 213 s.
5. Sergeyeva L. N. Nelineynaya ekonomika: modeli i metody / nauch. red. d-r. ekon. nauk, prof. Yu. G. Lysenko – Zaporozhye : Poligraf, 2003. – 187 s.

Надійшла 15.01.2015; статтю представляє к. т. н. Карпінець В. В.