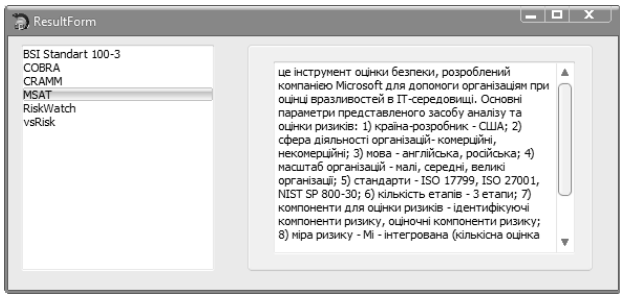

Рис. 3 Окно результатов выбора

Литература

[1] Корченко А.Г. Интегрированное представление параметров риска / Корченко А.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации. – 2011. – №1 (50). – С. 96 – 101.

[2] Луцкий М.Г. Исследование программных средств анализа и оценки риска информационной безопасности / Луцкий М.Г., Корченко А.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации. – 2011. – №3. – С. 97-108.

[3] Луцкий М.Г. Современные средства управления информационными рисками / Луцкий М.Г., Иванченко Е.В., Корченко А.Г., Казмирчук С.В., Охрименко А.А. // Защита информации. – 2012. – №1. – С. 5-16.

[4] Скульш Е.Д. Средства анализа и оценки риска информационной безопасности / Скульш Е.Д., Корченко А.Г., Горбенко Ю.И., Казмирчук С.В. // Інформаційна безпека. Людина, суспільство, держава. – 2011. – №3 (7). – С.31-48.

УДК 004.056.5 (045)

Казмірчук С.В., Гололобов А.Ю., Нікітіна К.В. Система вибору засобів аналізу та оцінки ризику
Анотація. *В роботі представлені базові критерії вибору засобів аналізу та оцінки ризику інформаційної безпеки. На підставі цих критеріїв і моделі інтегрованого представлення параметрів ризику, розроблена структурна схема системи вибору засобів аналізу та оцінки ризику. Запропоноване структурне рішення стало основою програмної реалізації відповідної системи. Вона дає можливість, для практикуючих в області захисту інформації експертів, більш ефективно здійснювати вибір відповідного інструментарію, що в свою чергу значно спростить вирішення завдань пов'язаних з аналізом і оцінкою ризику.*
Ключові слова: *аналіз і оцінка ризику, система вибору засобів, критерії вибору, інформаційна безпека.*

Kazmirchuk S.V., Gololobov A.Yu., Nikitina K.V. The system selection of the analysis methods and risk assessment
Abstract. *The paper represents the basic criteria for the selection of the analysis methods and Information security risk assessment. Based on these criteria and models for the integrated risk parameters presentation, it was created a structural diagram of the analysis methods and risk assessment selection. The proposed structural solution has become the basis for program implementation of the corresponding system. It provides the opportunity for practicing experts in the information security sphere, to carry out a choice of suitable toolkit more effectively, that in turn will significantly simplify the risk analysis and assessment problem solving.*
Keywords: *risk analysis and assessment, selection systems, selection criteria, information security*

Отримано *17 березня 2012 року*, затверджено редколегією *08 червня 2012 року*
(рецензент д.т.н., професор О.Г. Корченко)

БАГАТОЦІЛЬОВА ОПТИМІЗАЦІЯ В ЗАДАЧАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ: ЧІТКИЙ І НЕЧІТКИЙ ПІДХОДИ

Мирослав Демчишин, Євгеній Левченко

Національний авіаційний університет

ДЕМЧИШИН Мирослав Володимирович

Рік та місце народження: 1988 рік, м. Луцьк, Україна.
Освіта: Національний авіаційний університет, 2010 рік.
Посада: аспірант кафедри засобів захисту інформації.
Наукові інтереси: інформаційна безпека, математичне моделювання.
Публікації: 10 публікацій, серед яких наукові статті, тези доповідей.
E-mail: miroslawchuk@bigmir.net

ЛЕВЧЕНКО Євгеній Григорович, к.ф-м.н., доцент

Рік та місце народження: 1937 рік, Черкаська обл., Україна.
Освіта: Київський державний університет ім. Т.Г.Шевченка, 1959 рік.
Посада: доцент кафедри засобів захисту інформації.
Наукові інтереси: економіка захисту інформації.
Публікації: 70 публікацій, серед яких наукові статті, розділи в монографіях, тези доповідей, 15 винаходів.

Анотація. *Розглянуто застосування нечіткого і багатокритеріального чіткого підходів до розрахунку рентабельності витрат на захисту інформації в системі з двох об'єктів, котрі мають різні вразливості. Порівняння результатів дає можливість розробити рекомендації по формуванню функцій належності.*

Ключові слова: *інформаційна безпека, нечіткий підхід, функції належності.*

Вступ

При побудові ефективної системи захисту інформації необхідно враховувати низку показників, які в комплексі визначають ефективність системи. Одночасно досягнути оптимальних значень різних показників через суперечливість їх вимог неможливо. В результаті ми приходимо до багатокритеріальної задачі, в якій розв'язок являє собою компромісне рішення в задоволенні вимог щодо окремих показників. При рішенні цієї задачі використаємо два підходи – чіткий і нечіткий, хоча ці терміни слід вважати в певній степені умовними, оскільки в умовах невизначеності і постановка задачі, і результати не можуть бути точними. В першому випадку цільова функція і обмеження задаються чітко, проте функціональні залежності і параметри, котрі входять в цільову функцію, не можуть бути задані точно, що і визначає неточність остаточних результатів. Нечіткий підхід [1,2] проявляється у лінгвістичному формулюванні мети та обмежень і хоча в подальшому ми переходимо до певних аналітичних залежностей, результати не можуть бути точними через їх неточне «походження». Обидва підходи єднає те, що аналітичні залежності, які ми формуємо для одержання числових результатів, повинні відбивати об'єктивні властивості реальних систем.

Ступінь обізнаності про властивості системи визначає рівень відповідності отриманих результатів реальним ситуаціям. Можливість одержання задовільного розв'язку базується на припущенні, що ми володіємо відомостями про властивості систем на певному рівні. І якщо при чіткому підході екстремальне значення цільової функції при виконанні деяких умов відносно її диференційованості існує і може бути знайдене, то при нечіткому підході недостатня обізнаність може привести до того, що розв'язок відсутній: поставлена мета не може бути забезпечена в достатній степені при заданих обмеженнях.

Перевага нечіткого підходу порівняно з найпростішими оптимізаційними задачами полягає, на перший погляд, в тому, що при пошуку рішення враховується одночасно два показники, які задаються нечіткою метою і нечітким обмеженням. Це можуть бути, наприклад, кількість втраченої (або захищеної) інформації і кількість витрачених ресурсів захисту. Виникає природний інтерес до розгляду задачі чіткого підходу, в якій враховані ці ж показники. Перехід до задачі багатокритеріальної оптимізації передбачає необхідність побудови багатоцільової векторної функції, яка містить задані показники.

Мета дослідження – порівняти нечіткий і багатокритеріальний чіткий підходи, в яких враховані одні і ті ж самі показники, виявити ступінь співпадіння результатів і зрештою визначити умови, за яких похибка результатів нечіткого підходу знаходиться в допустимих межах і застосування цього підходу можна вважати доцільним.

Постановка задачі і результати

Розглядаючи дії захисту, враховуємо два критерії: мінімізація вартості $I_k(x,y)$ втраченої інформації з системи (x і y – ресурси нападу і захисту); мінімізація розміру ресурсів y, витрачених на захист інформації. Ці критерії суперечливі, і компромісне рішення шукатимемо з умови досягнення максимальних значень основних економічних показників – прибутку від внесення інвестицій інформації або їх рентабельності.

Чіткий підхід. Побудуємо цільову функцію, визначаючи в ній рентабельність $r(x,y)$ інвестицій в захист інформації, яка є найважливішим економічним показником ефективності системи [3]:

$$r(x,y)=\frac{b(x,y)}{y}=\frac{S(x,0)-S(x,y)}{y}=\frac{1-I-y}{y}=\frac{j-y}{y}. \quad (1)$$

В цьому виразі $b(x,y)$ – прибуток від інвестицій в захист інформації, а $S(x,y)$ – сумарні втрати, які об'єднують втрати $I(x,y)$ від витоку інформації і витрати y на її захист:

$$S(x,y)=\sum_{k=1}^{l}S_k(x,y)=\sum_{k=1}^{l}[I_k(x,y)+y_k], \quad (2)$$

де $k=\overline{1,l}$ – номер об'єкта (l – кількість об'єктів).

Величина $S(x,0)$ визначає втрати від витоку інформації у відсутності інвестицій. Залежність $I_k(x,y)$ задаємо у вигляді [4]:

$$I_k(x,y)=g_k\cdot p_k\cdot q_k(x,y)\cdot f_k(x,y), \quad (3)$$

де g_k – вартість інформації на k-му об'єкті; p_k – імовірність нападу на об'єкт; $q_k(x,y)$ – щільність імовірності двомірного розподілу $\{x,y\}$; якщо ми розглядаємо дії захисту, то ця величина зв'язана з умовною імовірністю $q(x/y)$, якщо дії нападу – то з величиною $q(y/x)$; $f_k(x,y)$ – частка вилученої інформації.

Загальні ресурси нападу і захисту позначені через X і Y: $X = \sum_{k=1}^{l} x_k$, $Y = \sum_{k=1}^{l} y_k$. В функціональних залежностях, де x і y виступають як аргументи функцій, вони позначають ресурси відповідного об'єкта. В цьому випадку індекси не ставимо, щоб не ускладнювати запис.

Величину $f_k(x, y)$ назвемо динамічною вразливістю на відміну від статичної вразливості $f_k(x,0)$, яка залежить від початкової, або природної захищеності об'єкта. Маючи на увазі можливість наочної геометричної інтерпретації результатів, розглянемо систему з двох об'єктів ($l = 2$), які можуть відрізнятися кількістю інформації, вразливістю і імовірністю нападу на них з боку суперника.

На першому етапі приймемо, що $p_k = 1$ (напад відбувся) і $g_1 = g_2 = 0{,}5$ (інформація розподілена між двома об'єктами порівну). Вважаємо, що функції, які входять в (3), залежать не від абсолютних значень x і y, а від їх співвідношень $\frac{y}{x} = \tilde{y}$ на кожному об'єкті. Тоді вираз (3) спрощується:

$$i_k(\tilde{y}) = 0{,}5 \cdot q_k(\tilde{y}) \cdot f_k(\tilde{y}), \quad (4)$$

де $i_k(\tilde{y}) = \frac{I_k(\tilde{y})}{g}$ і задача зводиться до вибору залежностей $q_k(\tilde{y})$ і $f_k(\tilde{y})$. Можливі види цих залежностей проаналізовано в [4].

Оберемо функції $f_k(\tilde{y})$ у вигляді:

$$f_k(\tilde{y}) = \frac{1}{1 + c_k \tilde{y}^n}. \quad (5)$$

При $n = 1$ одержуємо дробно-лінійні залежності, при $n > 1$ – дробно-нелінійні, стала c_k впливає на хід функції, в основному, в початковій області, величини n і c_k виражають продуктивність витрат. Функції $q_k(\tilde{y})$ задамо у вигляді розподілу Максвела

$$q_k(\tilde{y}) = N_k \frac{1}{\tilde{y}^2} e^{-\frac{h_k^2}{\tilde{y}^2}}, \quad (6)$$

де N_k – нормовочний коефіцієнт, а стала h_k визначає положення максимуму залежності: $h_k = \tilde{y}_{km}$ для кожного об'єкта ($\tilde{y}_{km}$ – координата, в якій функція $q_k(\tilde{y})$ досягає максимуму).

В наших розрахунках використані такі функції $f_k(\tilde{y})$, $q_k(\tilde{x})$:

$$f_1(\tilde{y}) = \frac{1}{1 + 32\tilde{y}^2}; \; f_2(\tilde{y}) = \frac{1}{1 + 192\tilde{y}^3} \quad (7)$$

$$q_1(\tilde{y}) = \frac{0{,}32}{\tilde{y}^2} e^{-\frac{0{,}03}{\tilde{y}^2}}; q_1(\tilde{y}) = \frac{0{,}47}{\tilde{y}^2} e^{-\frac{0{,}05}{\tilde{y}^2}} \quad (8)$$

Ці величини представлено на рис.1, де x виступає як параметр, якому надано значення $x = 0{,}1$ (ресурс нападу складає 10% від обсягу інформації на об'єкті). Зазначимо, що прийняті значення c_k у виразах $f_k(\tilde{x})$ ($c_1 = 32$; $c_2 = 192$) не відповідають певній конкретній системі, а обрані лише з метою досягнення достатньої виразності залежностей.

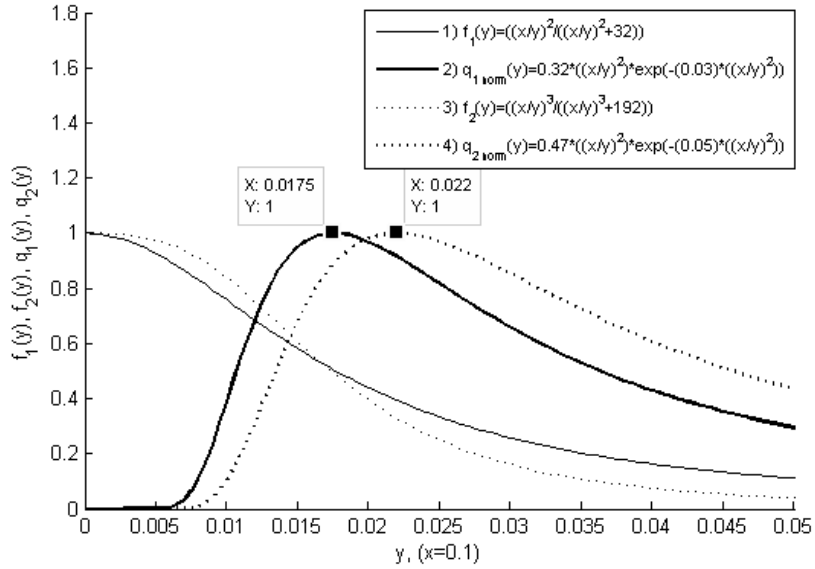

Рис.1 Форми функцій, котрі визначають кількість втрат від витоку інформації

Значення h_k ($h_1^2 = 0{,}03$; $h_2^2 = 0{,}05$) відповідають максимуму рентабельності, ресурсів нападу, за умови $q = const$. Таким чином, ми свідомо розглядаємо найбільш несприятливу для захисту ситуацію, коли нападу вдалося досягти оптимального розподілу своїх ресурсів.

Нечіткий підхід. Задача формулюється у вигляді двох нечітких умов:

- нечітка мета: частка втраченої інформації не повинна значно перевищувати f_0;

- нечітке обмеження: кількість виділених на захист ресурсів приблизно дорівнює y_0.

Зазначимо, що f і y – це величини, віднесені до кількості інформації g на об'єкті. Відповідно до теорії нечітких множин введемо позначення:

$Y = \{y\}$ – множина альтернатив;

$G(y)$ – нечітка множина в Y, яка ототожнюється з поставленою метою;

$C(y)$ – нечітка множина в Y, яка ототожнюється з введеним обмеженням.

Ключовим моментом при застосуванні нечіткого підходу є вибір функцій належності $\mu_G(y)$, $\mu_C(y)$ до введених множин. Ці функції, зрештою, визначають остаточний результат. Перша з них визначається залежністю $f(y)$ частки вилученої інформації від ресурсів захисту і дозволяє сформувати функції належності $\mu_{G1}(y)$, $\mu_{G2}(y)$ (рис.2):

$$\mu_{G1}(y) = \frac{32\tilde{y}^2}{1+32\tilde{y}^2}; \mu_{G2}(y) = \frac{192\tilde{y}^2}{1+192\tilde{y}^2}. \quad (9)$$

Поява в чисельнику множника $\tilde{y}^n$ викликана тим, що повинна виконуватись умова $\mu_G(y) \to 1$ при $y \to \infty$.

Відзначимо, що $f(y)$ і $\mu_{G1}(y)$ мають протилежний характер: при збільшенні y $f(y)$ зменшується, а $\mu_{G1}(y)$ – зростає, оскільки при більших y поставлена мета задовольняється в більшій степені.

Функції належності $\mu_C(y)$ мають інший характер, оскільки повинні досягти максимального значення при $y = y_0$, спадаючи в обидва боки при відхиленні від цього значення. Побудуємо функції $\mu_C(y)$ у вигляді залежностей, подібних до частотної залежності струму в електричному контурі:

$$\mu_{Ck}(y) = \frac{c_k y^n}{1+k(\tilde{y}-\tilde{y}_0)^n}.$$

В наших розрахунках ми використовували такі функції:

$$\mu_{C1}(y) = \frac{32y^2}{1+100(\tilde{y}-0{,}15)^2};$$

$$\mu_{C2}(y) = \frac{192y^3}{1+100(\tilde{y}-0{,}19)^3}. \quad (10)$$

Значення $\tilde{y}^0$, при якому функції $\mu_{C1}(y)$, $\mu_{C2}(y)$ досягають максимуму ($\tilde{y}_1{}^0 = 0{,}18$, $\tilde{y}_1{}^0 = 0{,}21$), як і при формуванні функції $r(y)$, відповідають максимуму рентабельності ресурсів нападу. Тим самим, ми і в нечіткому підході прагнемо розробити заходи протидії, передбачаючи найбільш несприятливу для захисту ситуацію.

Функції $\mu_C(y)$ зображуються симетричними дзвоноподібними кривими (рис.2). При цьому максимум кривої може співпадати зі значенням $y = 0$, тобто використовується тільки її праве крило.

Агрегованим показником, який враховує вимоги обох нечітких умов, вважатимемо величину

$$\mu(y) = \sqrt{\mu_G(y) \cdot \mu_C(y)}. \quad (11)$$

В подальшому будемо порівнювати цю величину з рентабельністю $r(y)$. На рис. 3 показані залежності $r(y)$ і $\mu(y)$ для двох об'єктів, розраховані за виразами:

$r_k(y) = \frac{0{,}5(1-i_k-y_k)}{y_k}$; $\mu_k(y_k) = \sqrt{\mu_{Gk}(y) \cdot \mu_{Ck}(y)}$, в котрих i_k знаходимо з $i_k(\tilde{y}) = 0{,}5 \cdot q_k(\tilde{y}) \cdot f(\tilde{y})$, де $q_k = const$, а f_k задається з (7), (8), $\mu_{Gk}(y)$ визначає (9), а μ_{Ck} – (10).

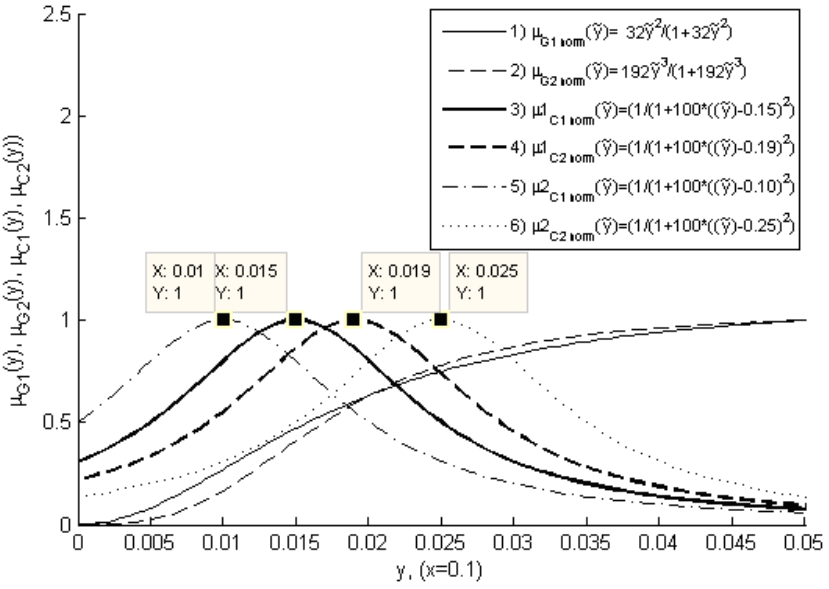

Рис.2 Форми складових функцій належності

Використовуючи характеристики окремих об'єктів, можемо перейти до розгляду системи, котра включає обидва об'єкти. При цьому величини r і μ перетворюються на функції двох змінних (y_1 і y_2), які зображуються просторовими фігурами – поверхнями двомірного розподілу (рис.4).

Рентабельність $r(y_1, y_2)$ витрат на захист інформації в системі з двох об'єктів визначається виразом:

$$r(y_1, y_2) = \frac{1 - (I_1(\tilde{y}_1) + I_2(\tilde{y}_2) + y_1 + y_2)}{y_1 + y_2}.$$

Функція належності $\mu(y_1, y_2)$ виражається через відповідні функції

$\mu_1(y_1) = \sqrt{\mu_{G1}(y_1) \cdot \mu_{C1}(y_1)}$;

$\mu_2(y_2) = \sqrt{\mu_{G2}(y_2) \cdot \mu_{C2}(y_2)}$.

Оскільки цілі і обмеження формуються для кожного об'єкта незалежно, то функція $\mu(y_1, y_2)$ є сепарабельною: $\mu(y_1, y_2) = g_1\mu_1(y_1) + g_2\mu_2(y_2)$.

Всі функції належності нормовані до одиниці.

Виникає питання: яким чином оцінювати відмінність функцій $\mu(y_1, y_2)$ і $r(y_1, y_2)$?

Дослідження цього питання має на меті: виявити вплив зміщення вершини розподілу $\mu(y_1, y_2)$ відносно вершини розподілу $r(y_1, y_2)$; виявити вплив форми функції належності $\mu(y_1, y_2)$; виявити чутливість результатів до зміни функції належності $\mu(y_1, y_2)$; розробити рекомендації по вибору функцій належності.

В якості інтегрального показника візьмемо різницю об'ємів $\Delta V = V(r) - V(\mu)$, обмежених просторовими фігурами $r(y_1, y_2)$ і $\mu(y_1, y_2)$, віднесену до об'єму $V(r)$ першої з них: $\Delta = \frac{\Delta V}{V(r)}$.

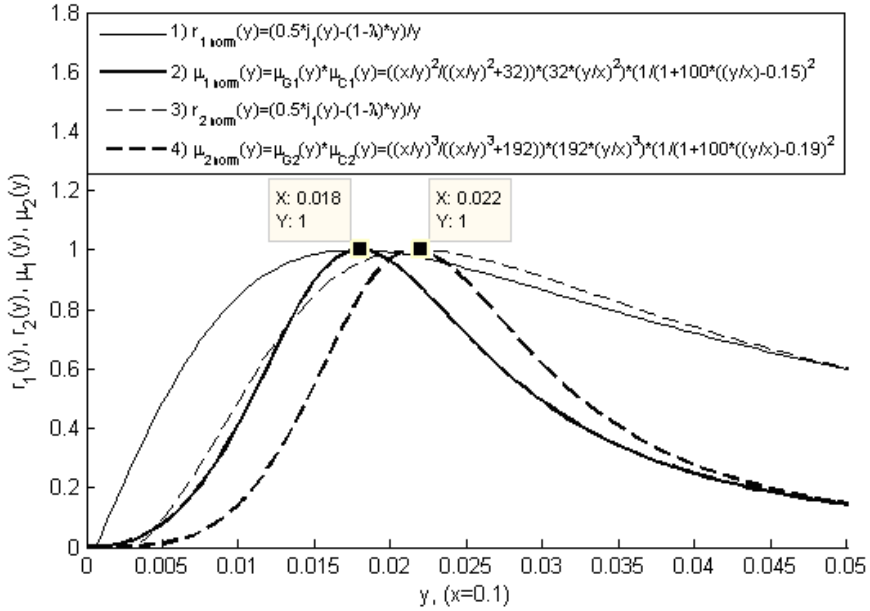

Рис.3 Порівняння рентабельності інвестицій з функціями належності

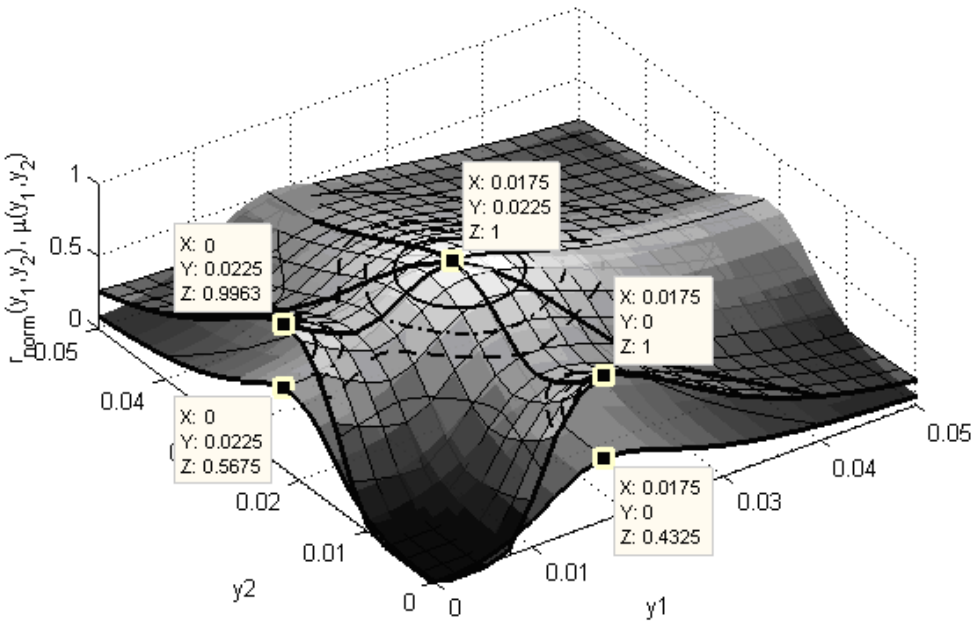

Рис.4 Рентабельність інвестицій і функції належності в залежності від розподілу ресурсів між двома об'єктами

Таблиця 1

Значення різниці об'ємів Δ у відсотках на різних рівнях r

Відхилення	r	**0,95**	**0,9**	**0,85**	**0,75**	**0**
Без	Δ_1	4%	8%	9%	10%	18%
До початку	Δ_2	10%	9%	11%	11%	11%
Від початку	Δ_3	31%	23%	17%	15%	20%

В табл.1 наведені значення Δ на різних рівнях r для двох випадків: коли вершини фігур $r(y_1, y_2)$ і $\mu(y_1, y_2)$ суміщені (Δ_1) і коли вони зміщені одна відносно одної: до початку координат (Δ_2) і в протилежному напрямку (Δ_3).

Величина $V(r)$ знаходиться як об'єм циліндра, котрий опирається на проекцію лінії перерізу просторової фігури на відповідному рівні r на площину $x0y$ (рис.5), а ΔV – об'єм «шапки» над різницею циліндрів, котра височить над площиною перерізу. Лінії перерізу (і відповідні основи циліндрів) обмежені діагоналлю $y_1 + y_2 = Y$, де прийнято $Y = 0{,}1$. При $r = 0$ основою циліндра є рівнобедрений прямокутний трикутник зі сторонами $y_1 = y_2 = 0{,}05$.

Суміщення максимуму залежності $\mu(y_1, y_2)$ з максимумом $r(y_1, y_2)$ досягається за рахунок підбору значень $y_1{}^0, y_2{}^0$ в (10). Ці величини становлять відповідно $y_1{}^0 = 0{,}015$, $y_2{}^0 = 0{,}019$, що при заданому значенні $X = 0{,}1$ приводять до рис.2. Максимуми функцій (11) дещо зміщені відносно (10) за рахунок перемноження $\mu_G(y)$ та $\mu_C(y)$ (величина зміщення визначається крутизною залежності $\mu_G(y)$ – рис.2). В результаті координати вершини просторової фігури (рис.4) становлять $y_1{}^0 = 0{,}0175$, $y_2{}^0 = 0{,}0225$. Таким чином, при зниженні вимог до допустимого рівня рентабельності вплив невдалого задання значення y_0 на відмінність результатів нечіткого підходу від чіткого зменшується.

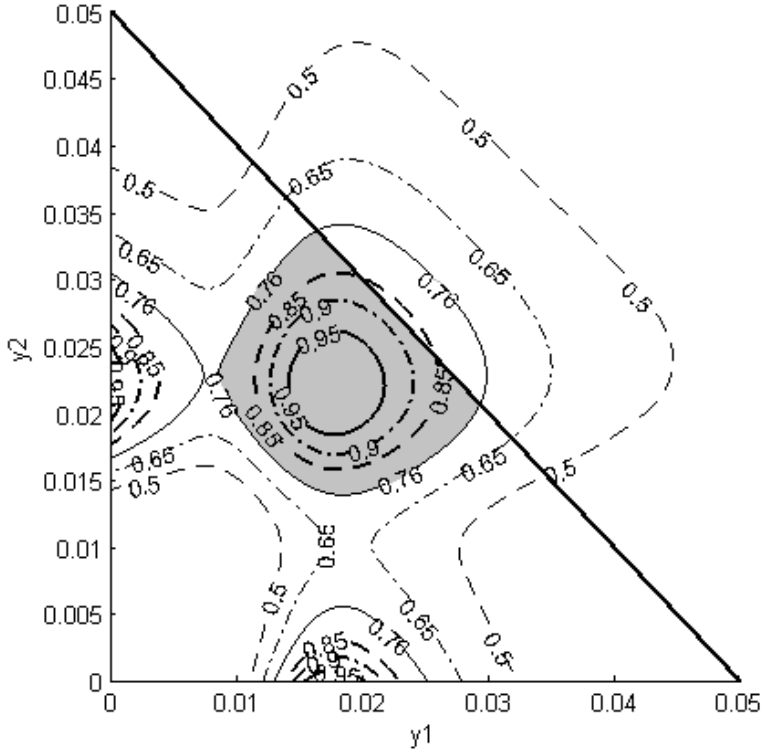

Рис. 5 Лінії рівня для просторової фігури рис.4

Аналізуючи результати розрахунків, зазначимо наступне. Неспівпадіння результатів нечіткого підходу з чітким зумовлено двома причинами: зміщенням максимуму функції $\mu(y_1, y_2)$ відносно $r(y_1, y_2)$ і відмінністю форми цих функцій. Внесок кожного з цих факторів можна оцінити з допомогою табл.1. Перший рядок, в якому вершини суміщені, показує вплив форми функцій. В привершинній області на рівні $r = 0{,}95$ внесок цього фактора в величину Δ становить 4%, при зниженні рівня r ця величина зростає (до 18% на рівні $r = 0$). Нас в першу чергу цікавить область з високими значеннями r. Вважаючи робочою область з $r \geq 0{,}75$, можемо вважати, що відмінність форми вносить до 10% у величину Δ.

Зміщення вершини відбувається за рахунок зміни значення y_0 в функції $\mu_C(y)$. Вплив цього фактора можна оцінити, розглядаючи другий і третій рядок в табл.1. Вважаючи, що форма фігури $\mu(y)$ при її зміщенні (за рахунок зміни функцій $\mu_{C1}(y)$, $\mu_{C2}(y)$) в привершинній області змінюється несуттєво, можемо твердити, що відмінність Δ_2 і Δ_3 від Δ_1 повністю обумовлена зміщенням вершини. Ми розглядали приблизно однакову відносну зміну величини y_0: зі значення 0,15 до 0,10, при зворотному зміщенні – з 0,19 до 0,25 (приблизно на 30%) (рис.2). З цього випливає, що вплив зміщення від початку координат значно більший,

ніж при зміщенні в протилежному напрямку (при $r = 0{,}9$ Δ змінюється зі значення $\Delta_1 = 8\%$ до $\Delta_2 = 9\%$ і $\Delta_3 = 23\%$). При зменшенні рівня r вплив зміщення вершини зменшується, оскільки об'єм $V(r)$ зростає швидше, ніж різниця об'ємів ΔV. Порівнюючи внесок обох факторів, можна вважати, що на рівні $r = 0{,}95$ і зміщенні на $\approx 30\%$ більший внесок дає зміщення вершини (6% і 27% при зміщенні в різні боки порівняно з 4% за рахунок відмінності форми), а на рівні $r = 0{,}85$ – відмінність форми (2% і 8% порівняно з 9%).

При $r = 0{,}9$ вплив форми (8%) перевищує вплив зміщення вершини (відповідно, 1% і 15%). При $r = 0{,}75$ перший показник зростає до $\Delta_1 = 10\%$, а різниці $\Delta_2 - \Delta_1$ і $\Delta_3 - \Delta_1$ становлять 1% і, відповідно, 5%. Порівняння цих чисел показує, що для досягнення кращого співпадіння результатів обох підходів слід звернутись, в першу чергу, до коригування форми функцій належності. Проте наведені інтегральні показники не дають змоги зробити такі рекомендації. Враховуючи труднощі порівняння і коригування форм просторових фігур, звернемось до порівняння форм ліній перерізу цих фігур вертикальними площинами, тобто зведемо порівняння функцій двох змінних до порівняння функцій однієї змінної. На рис.6 показані лінії $r(y)$ і $\mu(y)$, утворені перерізом фігури (рис.4) площинами, котрі проходять через вершину фігури: паралельно осі y_2 (рис.6,а), паралельно осі y_1 (рис.6,б) і через діагональ чотирикутника з точками (0;0,05) і (0,05;0) (ця лінія спроектована на вісь y_1 – рис.6,в).

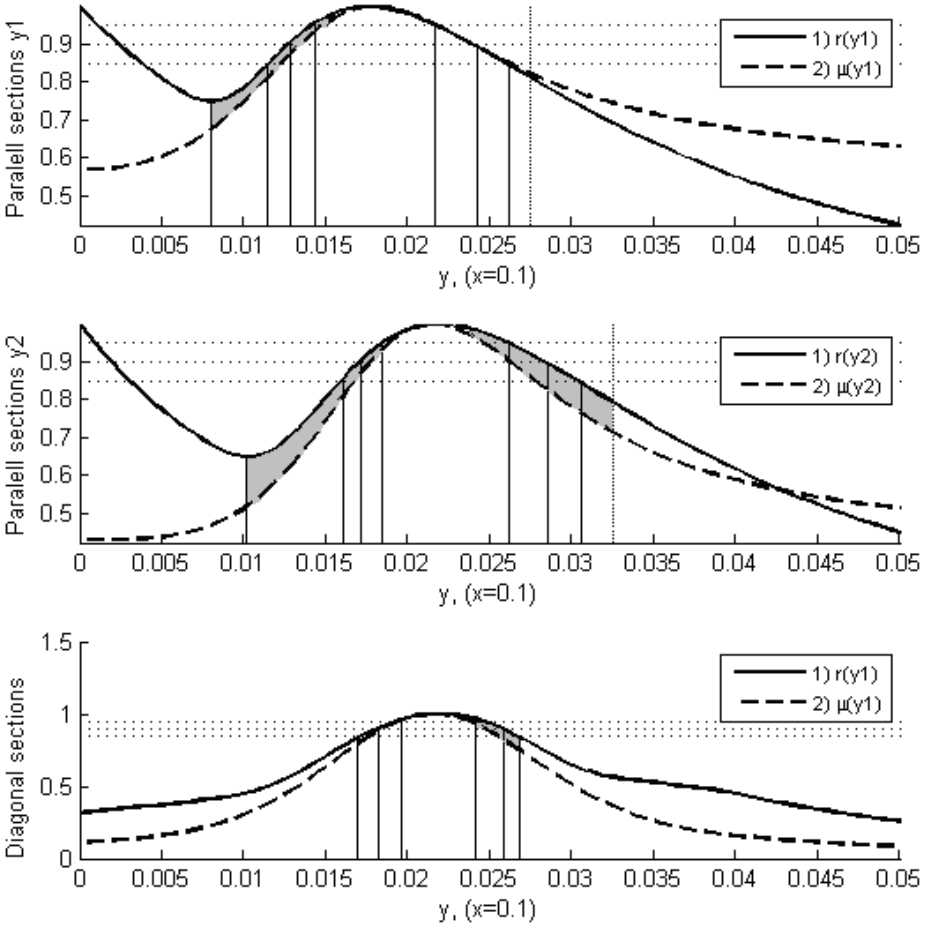

Рис.6 Перерізи просторової фігури рис.4 в різних напрямках

Залежності $\Delta(r)$ не мають певних закономірностей (зокрема, при зміні y часто міняють нахил) через складність форми просторових фігур $r(y_1, y_2)$, $\mu(y_1, y_2)$, котра спричиняє складну форму різницевої фігури $\Delta(y_1, y_2)$.

В табл. 2 наведені значення центральних моментів M_j чотирьох порядків, котрі характеризують зміщення δ максимуму відносно середнього арифметичного, дисперсію σ, асиметрію A і гостровершинність Ex обох функцій $r(y_1, y_2)$ і $\mu(y_1, y_2)$. Для функції $r(y_1, y_2)$ ці вирази мають такий вигляд [5]:

$$\delta = M_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(r_i - r^0)n_i}{n};\quad \sigma = M_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(r_i - r^0)^2 n_i}{n};$$

$$A = \frac{M_3}{\sigma^3} = \frac{1}{\sigma^3}\frac{\sum_{i=1}^{n}(r_i - r^0)^2 n_i}{n};$$

$$Ex = \frac{M_4}{\sigma^4} = \frac{1}{\sigma^4}\frac{\sum_{i=1}^{n}(r_i - r^0)^2 n_i}{n} - 3,$$

де r^0 – значення максимуму, r_i – поточне значення, n_i – кількість точок зі значенням r_i, n – загальна кількість точок (в наших розрахунках $n=100$).

В табл.2 наведено результати розрахунків для трьох зазначених перерізів, причому варіант 3а показує результати діагонального перерізу спроектовані на вісь y_1, а варіант 3б – на вісь y_2.

Результати табл.2 дозволяють кількісно виразити відмінність форми залежності $\mu(y_1, y_2)$ від $r(y_1, y_2)$, котрі якісно зображені на рис.6 В напрямку обох осей – y_1 і y_2 – залежність $\mu(y_1, y_2)$ має меншу дисперсію і, відповідно, більший ексцес, ніж залежність $r(y_1, y_2)$ і суттєво менший рівень асиметрії. Впливати на ці показники можна, можна змінюючи значення параметрів в (10).

Спробуємо перевести наведені показники у більш прагматичну форму. У випадку, коли при обох підходах однією з складових є інформаційний показник (в нашому розгляді кількість втраченої інформації) в грошових одиницях, а другим - ресурсний (кількість ресурсів захисту) перша складова в цільовій функції $r(y)$ і в функції належності $\mu(y)$ визначається вразливістю об'єкта і може вважатись визначеною. Друга складова в цільовій функції $r(y)$ – це просто кількість ресурсів захисту y, яка підлягає мінімізації в складі функції $r(y)$. У функції належності $\mu(y)$ друга складова, яка задається нечітким обмеженням на ресурси, (вона входить у вираз $\mu(y)$ як співмножник) зображується дзвоноподібною (або близькою до неї по формі) кривою, котра має максимум в точці. Оскільки форма цієї залежності умовою не визначена, то ми маємо певну свободу дій у її виборі. Таким чином, ступінь співпадіння результатів залежить в значній степені від того, наскільки вдалим буде вибір функції $\mu_C(y)$.

Таблиця 2

Показники перерізів просторової фігури рис.4

			δ	σ	A	E
Перерізи	1	r	-0.0286	0.0022	0.2308	-1.9763
		μ	0.0278	0.0015	0.0826	-1.9970
	2	r	0.0444	0.0017	-0.8299	-1.6851
		μ	-0.0465	0.0012	0.1930	-1.9834
	3а	r	0.0227	0.0016	-0.0884	-1.9965
		μ	-0.0233	0.0009	0.1426	-1.9910
	3б	r	-0.0286	0.0016	0.0884	-1.9965
		μ	0.0278	0.0009	-0.1426	-1.9910

При використанні $\mu_C(y)$ у формулі (9) задача зводиться до вибору сталих *c, k,* y_0. Величина y_0 визначає (у вирішальній мірі) положення максимуму результуючої залежності $\mu(y)$, а *c* і *k* впливають на її форму. З другого боку, y_0 представляє кількість ресурсів, котрі вважає доцільними виділити захист , а *c* і *k* виражають ступінь строгості у дотриманні цієї умови. Таким чином, ступінь співпадіння результатів визначається, в основному, економічними поглядами менеджменту.

Висновки

Протистояння в інформаційній сфері відбувається, частіше всього, в умовах невизначеності. Зокрема, захист не може точно передбачити дії суперників, іноді досить численних. В таких умовах розрахувати результат протистояння можна лише з певною імовірністю. З цієї причини і чіткий, і нечіткий підходи є наближеними, і критерієм обґрунтованості їх застосування може бути лише рівень наближення. Точними ми вважали результати, одержані з допомогою чіткого підходу за умови, що нам відомі характеристики системи захисту і розподіл ресурсів обох сторін. Ці результати ми порівнювали з результати нечіткого підходу, котрий не може дати певних конкретних цифр через нечітку постановку задачі. Порівняння результатів надало можливість сформулювати деякі рекомендації по формулюванню функцій належності. Звичайно, виникає питання про можливість застосування цих рекомендацій, враховуючи невизначеність, обумовлену використанням математичної моделі. Порівняння прийнятої моделі з іншими, зокрема з найбільш відомою і широко вживаною моделлю Гордона-Лоеба показує, що ці моделі дають якісно схожі, а при певних параметрах – повністю співпадаючі результати, що дає надію на адекватність прийнятої моделі реальним ситуаціям.

Література

[1] Zadeh L.A., Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965, №8, pp. 338-353.

[2] Bellman R.E., Zadeh L.A., Decision – making in a fuzzy environment // Management Science. – 1970, V.17, №4, pp. 141-164.

[3] Gordon L.A., Loeb M.P. Return on Information Security Investments: Myths vs. Reality // Strategic Finance. – Nov. 2002, pp. 26-31.

[4] Левченко Є.Г., Рабчун А.О., Оптимізаційні задачі менеджменту інформаційної безпеки// Сучасний захист інформації. – 2010. – №1. – С. 16-23.

[5] Смирнов Н.В., Дунин-Барковський И.В. Краткий курс математической статистики для технических приложений. – М: Физматшз, 1959. – 436 с.

[6] Левченко Є.Г., Демчишин М.В., Рабчун А.О. Математичні моделі економічного менеджменту інформаційної безпеки // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – №4. – С. 88-96.

УДК 004.681 (045)

Демчишин М.В., Левченко Е.Г. Многокритериальная оптимизация в задачах информационной безопасности: четкий и нечеткий подходы

Аннотация. *Рассмотрено применение нечеткого и многокритериального четкого подходов к расчету рентабельности затрат в системе содержащей два объекта с различными уязвимостями. Сравнение результатов позволяет разработать рекомендации по формированию функций принадлежности.*

Ключевые слова: *информационная безопасность, нечеткий подход, функции принадлежности.*

Demchyshyn M.V., Levchenko.E.G. Multi-criteria optimization problems in information security: clear and fuzzy approaches

Abstract. *The application of fuzzy and multi-criteria approach to the calculation of return on costs in a system containing two objects with different vulnerabilities. Comparison of the results can provide guidance on the formation of membership functions.*

Keywords: *information security, fuzzy approach, the membership function.*

Отримано *14 березня 2012 року,* затверджено редколегією *08 червня 2012 року*
(рецензент д.т.н., професор О.Г. Корченко)

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМІ

Руслана Прус

Національний авіаційний університет

ПРУС Руслана Богданівна

Рік та місце народження: 1986 рік, с. Великі Селища, Рівненська область, Україна.
Освіта: Національний авіаційний університет, 2008 рік.
Посада: аспірант кафедра засобів захисту інформації.
Наукові інтереси: інформаційна безпека.
Публікації: 14 наукових публікацій, серед яких наукові статті та тези доповідей
E-mail: ruslana_prus@meta.ua

Анотація. *Розглянуто питання оптимального розподілу ресурсів захисту інформації із врахуванням дій нападу. Запропоновано модель динамічного управління ресурсами в сфері інформаційної безпеки, яка включає ключові показники системи захисту. Приведено приклади пошуку оптимального рішення в динамічному режимі. Розроблений метод дозволяє надати рекомендації щодо розподілу ресурсів між об'єктами захисту інформації незалежно від заданих умов.*

Ключові слова: *інформаційна безпека, теорія ігор, математична модель, цільова функція, сідлова точка, оптимальний розподіл ресурсів*

Вступ

Статистика показників протистояння в інформаційній сфері свідчить про те, що у зв'язку з постійним зростанням потоків інформації і їх важливості збільшується інтенсивність нападів, і їх можна розглядати як неперервний процес [1]. Це викликає необхідність прийняття адекватних заходів з боку захисту інформації. Проте націленість атак з часом може змінюватись, супроводжуючись перерозподілом ресурсів нападу між об'єктами. Подібна ситуація виникає, зокрема, при проведенні розвідки, коли напад не має відомостей про розподіл інформації по об'єктах і в результаті розвідки має можливість спрямувати свої зусилля у вигідному для себе напрямку [2]. Перерозподіл ресурсів нападу викликає відповідну реакцію захисту, який також перерозподіляє свої ресурси. Одним з контрзаходів захисту є адаптивне управління ресурсами, сутність якого полягає в тому, що розподіл ресурсів