systems, anomaly detection in computer networks, heuristic rules, network activity assessment.

Корченко Анна Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.
E-mail: annakor@ukr.net

Корченко Анна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.

Anna Korchenko PhD in Eng., Associate Professor of Academic Department of IT-Security, National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

УДК 004.056.5(045)

МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭТАЛОНОВ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМ АНАЛИЗА И ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Александр Корченко, Светлана Казмирчук, Андрей Гололобов

Для реализации процесса анализа и оценивания информационных рисков основанного на суждениях экспертов, как правило, требуется привлечение методов и средств, позволяющих обрабатывать нечеткие исходные данные, например, представленные в лингвистической форме. Известна система, в которой оценивание реализовано на основе параметрических трапециевидных нечетких чисел. При ее практическом использовании возникает необходимость применения других типов нечетких чисел. Расширить возможности такой системы можно путем дополнительного использования другого типа параметрических нечетких чисел – треугольных. Для решения такой задачи предложен метод преобразования эталонов параметров, в основе которого заложена аналитическая функция, позволяющая осуществлять трансформирование (эквивалентное преобразование) термов лингвистических переменных. Такое решение позволит повысить гибкость разрабатываемых средств анализа и оценивания рисков информационной безопасности, которые основываются на логико-лингвистическом подходе и используют для описания лингвистических переменных треугольные нечеткие числа.

Ключевые слова: *риск, риски информационной безопасности, анализ рисков, оценивание рисков, метод преобразования эталонов параметров, система анализа и оценивания рисков, параметры риска, лингвистическая переменная, нечеткая переменная, эталонные значения, трансформирование термов лингвистических переменных, эквивалентное преобразование термов лингвистических переменных.*

Для реализации процесса анализа и оценивания информационных рисков, основанного на суждениях экспертов, как правило, требуется привлечение методов и средств, позволяющих обрабатывать нечеткие исходные данные [1-3], например, представленные в лингвистической форме. Известна система [2], в которой оценивание реализовано на основе лингвистических переменных (ЛП), базирующихся на эталонных параметрических трапециевидных нечетких числах (НЧ) с различным количеством определяющих термов [1, 3]. Эффективность практического использования указанной системы зависит от ее возможностей обрабатывать другие типы НЧ, на основе которых осуществляется определения ЛП и переопределение числа их термов.

Исходя из этого, актуальной является задача эквивалентного преобразования ЛП посредством создания эталонов параметров треугольных НЧ с возможностью варьирования числом термов. Расширить возможности указанной системы [2] можно путем использования дополнительного типа параметрических нечетких чисел – треугольных.

В связи с этим, целью данной работы является разработка метода преобразования эталонов параметров для систем анализа и оценивания рисков информационной безопасности. Это будет способствовать дальнейшему развитию методов трансформирования термов и расширит их возможности по использованию треугольных НЧ.

Достижение поставленной цели осуществим с помощью метода, в основе которого заложена аналитическая функция, позволяющая осуществлять трансформирование (эквивалентное преобразование) термов ЛП. И так, в работе [1] НЧ описываются (для целей компактного представления трапециевидных функций принадлежности $\mu(dr)$) в виде $\underset{\sim}{X}_{DR}=(a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$, где a и c – абсциссы нижнего основания, b_1 и b_2 – абсциссы верхнего основания трапеции, а $j=\overline{1,m}$ (m – количество термов). Если прировняем $b_{1j}=b_{2j}$, то получим другой тип параметрических НЧ – треугольные.

Исходя из сказанного, исходную ЛП представим в виде:

$\boldsymbol{DR}^{(m)}\{T_{DR1}{}^{(m)}=(a_1{}^{(m)};\ b_1{}^{(m)};\ c_1{}^{(m)})_{LR},\ \ldots,\ T_{DRj}{}^{(m)}=(a_j{}^{(m)};\ b_j{}^{(m)};\ c_j{}^{(m)})_{LR},\ \ldots,\ T_{DRm}{}^{(m)}=(a_m{}^{(m)};\ b_m{}^{(m)};\ c_m{}^{(m)})_{LR}\}$, (1)

а преобразованную – $\boldsymbol{DR}^{(m-1)}\{T_{DR1}{}^{(m-1)}=(a_1{}^{(m-1)};\ b_1{}^{(m-1)};\ c^{(m-1)})_{LR},\ \ldots,\ T_{DRj}{}^{(m-1)}=(a_j{}^{(m-1)};\ b_j{}^{(m-1)};\ c_j{}^{(m-1)})_{LR},\ \ldots,\ T_{DRm-1}{}^{(m-1)}=(a_{m-1}{}^{(m-1)};\ b_{m-1}{}^{(m-1)};\ c_{m-1}{}^{(m-1)})_{LR}\}$ $(j=\overline{1,m})$.

Тогда функцию трансформирования ЛП на минус один порядок обозначим через FT^{-1} *(ЛП)* [1], например, понижение $\boldsymbol{DR}^{(m)}$ на один порядок можно представить как:

$$\boldsymbol{DR}^{(m-1)} = FT^{-1}(\boldsymbol{DR}^{(m)}). \tag{2}$$

Заданная функция реализуется посредством следующих аналитических преобразований:

для $T_{DR_1^{(m-1)}}$ –

$$\begin{gathered} a_1^{(m-1)} = k_1{}^{(m-1)}(a_1^{(m)} + a_2^{(m)} - A^{(m-1)})/2; \\ c_1^{(m-1)} = k_1{}^{(m-1)}(c_1^{(m)} + c_2^{(m)} - A^{(m-1)})/2; \\ b_1^{(m-1)} = k_2^{(m-1)}(b_1^{(m)} + b_2^{(m)} - B^{(m-1)})/2; \end{gathered} \tag{3}$$

…

для $T_{DR_j^{(m-1)}}$ –

$$\begin{gathered} a_j^{(m-1)} = k_1{}^{(m-1)}(a_j{}^{(m)} + a_{j+1}^{(m)} - A^{(m-1)})/2; \\ c_j^{(m-1)} = k_1{}^{(m-1)}(c_j^{(m)} + c_{j+1}^{(m)} - A^{(m-1)})/2; \\ b_j^{(m-1)} = k_2^{(m-1)}(b_j^{(m)} + b_{j+1}^{(m)} - B^{(m-1)})/2; \end{gathered} \tag{4}$$

…

для $T_{DR_{m-1}^{(m-1)}}$ –

$$\begin{gathered} a_{m-1}^{(m-1)} = k_1{}^{(m-1)}(a_{m-1}^{(m)} + a_m^{(m)} - A^{(m-1)})/2; \\ c_{m-1}^{(m-1)} = k_1^{(m-1)}(c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)} - A^{(m-1)})/2; \\ b_{m-1}^{(m-1)} = k_2{}^{(m-1)}(b_{m-1}^{(m)} + b_m^{(m)} - B^{(m-1)})/2, \end{gathered} \tag{5}$$

где $k_1^{(m-1)} = 2c_{dr}/(c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)} - A^{(m-1)})$;

$A^{(m-1)} = a_1{}^{(m)} + a_2{}^{(m)}$ (c_{dr} $=dr_{\max}$; $j=\overline{1,m}$, m – количество термов; a и c – абсциссы нижнего основания);

$$k_2^{(m-1)} = 2b_{dr}/(b_{m-1}^{(m)} + b_m^{(m)} - B^{(m-1)});$$

$B^{(m-1)} = b_1^{(m)} + b_2^{(m)}$ (b_{dr} $=dr_{\max}$; b – абсцисса вершины треугольника, а $j=\overline{1,m}$, m – количество термов).

С учетом [1] для треугольных НЧ введем условия определения различных типов распределения НЧ по оси *dr*, а именно:

– равномерный тип распределения НЧ, т.е. для которых будет истинным условие равномерности:

$$\Omega_p = \bigwedge_{j=1}^{m-1} (b_{j+1} - b_j = b_{j+2} - b_{j+1}), \tag{6}$$

где Ω_p – бинарная функция, принимающая значения 0 или 1 (при $\Omega_p=1$ – условие истинно, в противном случае $\Omega_p=0$ – ложно (см. рис. 1, *а-в* и табл. 1-3)), а выражение со знаком «=» используется для выполнения проверки на равенство или приблизительное равенство двух разностей и если оно истинно, то выражение эквивалентно логической единице, в противном случае – нулю. Равномерное распределение НЧ характерно для эталонных значений ЛП, все термы которых по оси *dr* отражают одинаковое предпочтение эксперта относительно оценочного параметра [1, 2];

– неравномерный тип распределения по оси *dr* НЧ, т.е. для которых будет истинным условие:

$$\Omega_н = \bigvee_{j=1}^{m-1} (b_{j+1} - b_j \neq b_{j+2} - b_{j+1}), \tag{7}$$

где $\Omega_н$ – бинарная функция, принимающая значения 0 или 1 (при $\Omega_н=1$ – условие истинно, иначе $\Omega_н=0$ – ложно (см. табл. 1-3 и рис. 2, *а-в*)). Неравномерное распределение НЧ характерно для эталонных значений ЛП в которых хотя бы один терм отражает не одинаковое предпочтение эксперта относительно любого другого терма на оси *dr* относительно конкретного оценочного параметра;

– возрастающий тип распределения по оси *dr*, т.е. для которого истинным является условие:

$$\Omega_в = \bigwedge_{j=1}^{m-1} (b_{j+1} - b_j < b_{j+2} - b_{j+1}), \tag{8}$$

где $\Omega_в$ – бинарная функция, принимающая значения 0 или 1 (при $\Omega_в=1$ – условие истинно, в противном случае $\Omega_в=0$ – ложно);

– убывающий тип распределения по оси *dr*, т.е. для которых истинным является условие:

$$\Omega_у = \bigwedge_{j=1}^{m-1} (b_{j+1} - b_j > b_{j+2} - b_{j+1}), \tag{9}$$

где $\Omega_у$ – бинарная функция, принимающая значения 0 или 1 (при $\Omega_у=1$ – условие истинно, иначе $\Omega_у=0$ – ложно).

Таблица 1

Пример эталонных треугольных НЧ при m = 5

*Тип распределения НЧ ЛП **DR***	НЧ $T_{DR_j} = (a_j, b_j, c_j)_{LR}$ ($j=\overline{1,5}$)				
	T_{DR_1}	T_{DR_2}	T_{DR_3}	T_{DR_4}	T_{DR_5}
Равномерное	*(0; 0; 22,22)*$_{LR}$	*(11,11;25; 44,44)*$_{LR}$	*(33,33; 50; 66,66)*$_{LR}$	*(55,55; 75; 88,88)*$_{LR}$	*(77,77; 100; 100)*$_{LR}$
Неравномерное	*(0; 0; 20)*$_{LR}$	*(12; 27; 39)*$_{LR}$	*(30; 52; 59)*$_{LR}$	*(56; 74; 78)*$_{LR}$	*(70; 100; 100)*$_{LR}$
Возрастающее	*(0; 0; 10)*$_{LR}$	*(5; 10; 25)*$_{LR}$	*(20; 30; 45)*$_{LR}$	*(40; 60; 70)*$_{LR}$	*(65; 100; 100)*$_{LR}$
Убывающее	*(0; 0; 30)*$_{LR}$	*(30; 40; 55)*$_{LR}$	*(55; 70; 75)*$_{LR}$	*(75; 90; 90)*$_{LR}$	*(90; 100; 100)*$_{LR}$

Рассмотрим свойства предложенного метода на конкретных примерах.

Пример 1 – равномерный тип распределения. Продемонстрируем работу метода, реализующего функцию (2), посредством аналитических выражений (3)-(5) при условии (6). Определим вышеуказанную ЛП (1) при m=5 со следующими значениями равномерно распределенных НЧ: T_{DR_1} = (0; 0; 22,22)$_{LR}$; T_{DR_2} = (11,11; 25; 44,44)$_{LR}$ и т.д. (все числовые данные для различных типов распределения треугольных исходных НЧ приведены в табл. 1). Проверим условие равномерности (6): $\Omega_p = (b_2 - b_1 = b_3 - b_2) \wedge (b_3 - b_2 = b_4 - b_3) \wedge (b_4 - b_3 = b_5 - b_4)$ = (25 – 0 = 50 – 25) ∧ (50 – 25 = 75 – 50) ∧ (75 – 50 = 100 – 75) = 1 ∧ 1 ∧ 1 = 1. Как видим его значение истинно, значит НЧ ЛП $\boldsymbol{DR}^{(5)}$ соответствует равномерному распределению.

Далее выполним, в соответствие с выражениями (3)-(5), преобразование (2) т.е. $\boldsymbol{DR}^{(4)} = FT^{-1}(\boldsymbol{DR}^{(5)})$. В результате трансформирования термов ЛП, получим, например, для $\boldsymbol{DR}^{(4)}$ следующие значения:

$T_{DR}^{(4)} = \bigcup_{j=1}^{4} T_{DR_j}$ = {«Незначительный риск нарушения ИБ» (НР), «Степень риска нарушения ИБ средняя» (РС), «Степень риска нарушения ИБ высокая» (РВ), «Предельный риск нарушения ИБ» (ПР)}, (10)

числовые эквиваленты, которых интерпретируются как:

для $T_{DR_1} - A^{(4)} = a_1^{(5)} + a_2^{(5)} = 0 + 11{,}11 = 11{,}11$; $k_1^{(4)} = 2 * 100 / (c_4^{(5)} + c_5^{(5)} - A^{(4)}) = 200 / (88{,}88 + 100 - 11{,}11) = 1{,}13$; $a_1^{(4)} = k_1^{(4)} (a_1^{(5)} + a_2^{(5)} - A^{(4)}) / 2 = 1{,}13 (0 + 11{,}11 - 11{,}11) / 2 = 0$; $c_1^{(4)} = k_1^{(4)} (c_1^{(5)} + c_2^{(5)} - A^{(4)}) / 2 = 1{,}13 (22{,}2 + 44{,}44 - 11{,}11) / 2 = 31{,}25$; $B^{(4)} = b_1^{(5)} + b_2^{(5)} = 0 + 25 = 25$; $k_2^{(4)} = 2b_{dr} / (b_4^{(5)} + b_5^{(5)} - B^{(4)}) = 2*100 / (75 + 100 - 25) = 1{,}33$; $b_1^{(4)} = k_2^{(4)} (b_1^{(5)} + b_2^{(5)} - B^{(4)}) / 2 = 1{,}33 (0 + 25 - 25) = 0$;

для $T_{DR_2} - a_2^{(4)} = k_1^{(4)} (a_2^{(5)} + a_3^{(5)} - A^{(4)}) / 2 = 1{,}13 (11{,}11 + 33{,}33 - 11{,}11) / 2 = 18{,}75$; $c_2^{(4)} = k_1^{(4)} (c_2^{(5)} + c_3^{(5)} - A^{(4)}) / 2 = 1{,}13 (44{,}44 + 66{,}66 - 11{,}11) / 2 = 56{,}25$; $b_2^{(4)} = k_2^{(4)} (b_2^{(5)} + b_3^{(5)} - B^{(4)}) / 2 = 1{,}33 (25 + 75 - 25) = 33{,}33$, а для T_{DR_3} и T_{DR_4} числовые эквиваленты приведены в табл. 2. Таким образом, для всех $T_{DR}^{(4)}$ получим значения T_{DR_1} = «НР» = $(a_1, b_1, c_1)_{LR}$ = *(0; 0; 31,25)*$_{LR}$; …; T_{DR_4} = «ПР» = $(a_4, b_4, c_4)_{LR}$ = *(68,75; 100; 100)*$_{LR}$ (см. табл. 2), соответствующая графическая интерпретация которых представлена на рис. 1, *б*.

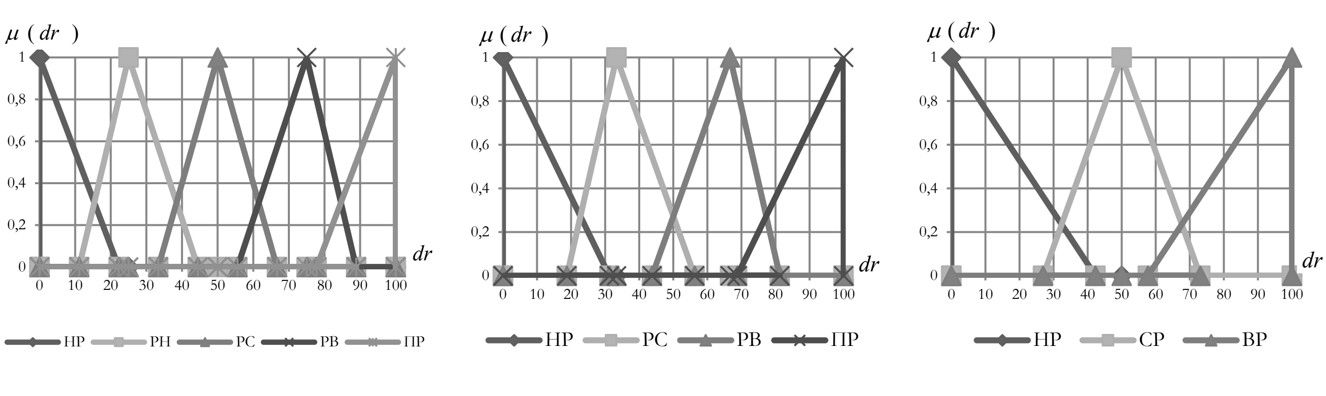


Рис. 1. Термы эталонных значений треугольных НЧ для ЛП ***DR***: *а)* $T_{DR}^{(5)}$; *б)* $T_{DR}^{(4)}$; *в)* $T_{DR}^{(3)}$.

Теперь вычислим условие равномерности (6) для $T_{DR}^{(4)}$ (m=4): Ω_p =(33,33 – 0 = 66,66 – 33,33) Λ (66,66 – 33,33 = 99,99 – 66,66) = 1.

Как видим так же, как и при m=5 оно является истинно, что говорит об эквивалентности выполненных преобразований.

Далее аналогичным образом, по выражениям (3)-(5) осуществим преобразование (2) при m=4 т.е. $\boldsymbol{DR}^{(3)} = FT^{-1}(\boldsymbol{DR}^{(4)})$ с использованием исходных значений НЧ из табл. 2. В процессе трансформирования термов получаем следующие значения:

$T_{DR}^{(3)} = \bigcup_{j=1}^{3} T_{DR_j}$ = {«Незначительный риск нарушения ИБ» (НР), «Степень риска нарушения ИБ средняя» (РС), «Степень риска нарушения ИБ высокая» (РВ)}, (11)

числовые эквиваленты, которых занесены в табл. 3, а пример вычислений T_{DR_1} и T_{DR_2} представим ниже.

Для $T_{DR_1}: A^{(3)} = a_1^{(4)} + a_2^{(4)}$ = 18,75; $k_1^{(3)}$ = 2*100 / ($c_3^{(4)} + c_3^{(4)} - A^{(3)}$) = 1,23; $a_1^{(3)} = k_1^{(3)}$ ($a_1^{(4)} + a_2^{(4)} - A^{(3)}$) / 2 = 0; $c_1^{(3)} = k_1^{(3)}$ ($c_1^{(4)} + c_2^{(4)} - A^{(3)}$) / 2 = 42,31; $B^{(3)} = b_1^{(4)} + b_2^{(4)}$ = 33,33; $k_2^{(3)} = 2b_{dr}$ / ($b_3^{(4)} + b_4^{(4)} - B^{(3)}$) = 1,5; $b_1^{(3)} = k_2^{(4)}$ ($b_1^{(4)} + b_2^{(4)} - B^{(3)}$) / 2 = 0.

Для T_{DR_2}: $a_2^{(3)} = k_1^{(3)}$ ($a_2^{(4)} + a_3^{(4)} - A^{(3)}$) / 2 = 26,92; $c_2^{(3)} = k_1^{(3)}$ ($c_2^{(4)} + c_3^{(4)} - A^{(3)}$) / 2 = 73,08; $b_2^{(3)}$ = $k_2^{(3)}$ ($b_2^{(4)} + b_3^{(4)} - B^{(3)}$) / 2 = 50.

Графическая интерпретация полученных эталонов НЧ приведена на рис. 1, *в*, а условие равномерности (6) при m=3 будет истинно, т.е. $\Omega_p = 1$.

Отметим, что для исходных и трансформированных значений термов ЛП $\boldsymbol{DR}^{(m)}$ ($m = \overline{3,5}$) условие равномерности Ω_p является истинным, что говорит об адекватности эквивалентных преобразований ЛП реализуемых предложенным методом (см. рис. 1, *а-в*).

Таблица 2

Пример эталонных треугольных НЧ при m = 4

*Тип распределения НЧ ЛП **DR***	НЧ $T_{DR_j} = (a_j, b_j, c_j)_{LR}$ ($j = \overline{1,4}$)			
	T_{DR_1}	T_{DR_2}	T_{DR_3}	T_{DR_4}
Равномерное	*(0; 0; 31,25)LR*	*(18,75; 33,33; 56,25)LR*	*(43,75; 66,66; 81,25)LR*	*(68,75; 99,99; 100)LR*
Неравномерное	*(0; 0; 28,31)LR*	*(18,07; 35,37; 51,81)LR*	*(44,58; 67,35; 75,3)LR*	*(68,67; 100; 100)LR*
Возрастающее	*(0; 0; 18,18)LR*	*(12,12; 20; 39,39)LR*	*(33,33; 53,33; 66,67)LR*	*(60,61; 100; 100)LR*
Убывающее	*(0; 0; 34,38)LR*	*(34,38; 46,67; 62,5)LR*	*(62,5; 80; 84,38)LR*	*(84,38; 100; 100)LR*

Пример 2 – неравномерный тип распределения. В качестве примера рассмотрим работу метода, реализующего функцию (2) с помощью аналитических выражений (3)-(5) при условии (7). Для определения ЛП (1) при значении m=5 воспользуемся неравномерно распределенными исходными НЧ из табл. 1. Проверим условие неравномерности (7): $\Omega_н = (b_2 - b_1 \neq b_3 - b_2) \vee (b_3 - b_2 \neq b_4 - b_3) \vee (b_4 - b_3 \neq b_5 - b_4)$ = (27 – 0 ≠ 50 – 27) ∨ (52 – 27 ≠ 74 – 52) ∨ (74 – 52 ≠ 100 – 74) = 1 ∨1 ∨ 1 = 1. Из преобразований видно, что оно истинно (т.е. $\Omega_н$ =1) и это говорит о соответствии НЧ ЛП $\boldsymbol{DR}^{(5)}$ такому типу распределения, как неравномерное.

Далее выполним, в соответствие с выражениями (3)-(5), преобразование (2) при m=4, с исходными значениями из табл. 1 для неравномерно распределенных НЧ. В результате преобразования для $T_{DR}^{(4)}$ (см. (10)) получим значения термов, числовые эквиваленты которых интерпретируются как:

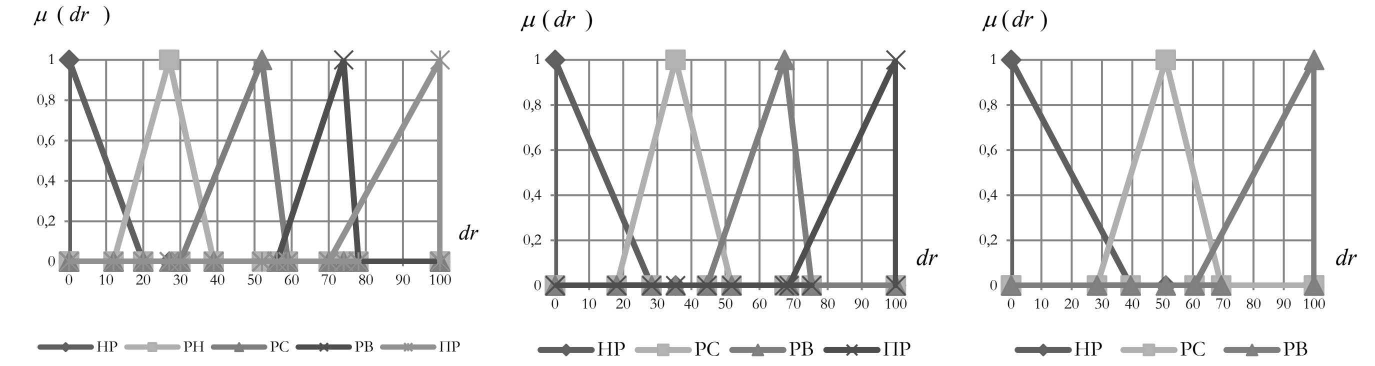
для $T_{DR_1} - A^{(4)}$ = 18,07; $k_1^{(4)}$ = 1,2; $a_1^{(4)}$ = 0; $c_1^{(4)}$ = 28,31; $B^{(4)}$ = 35,37; $k_2^{(4)}$ = 1,36; $b_1^{(4)}$ = 0, для T_{DR_2} – $a_2^{(4)}$ = 18,07; $c_2^{(4)}$ = 51,81; $b_2^{(4)}$ = 35,37; для T_{DR_3} и T_{DR_4} числовые эквиваленты приведены в табл. 2, соответствующая графическая интерпретация которых представлена на рис. 2, *б*.

После проведенных преобразований по выражению (7) вычислим $\Omega_н$ для $T_{DR}^{(4)}$ (m=4): $\Omega_н$ = (35,37 – 0 ≠ 67,35 – 35,37) ∨ (67,35 – 35,37 ≠ 100 – 67,35) = 1. Условие неравномерности, также как и при m=5, является истинно, что говорит об эквивалентности выполненных преобразований.

По аналогии согласно (2) осуществим преобразование неравномерно распределенных НЧ для $T_{DR}^{(3)}$ (m=3) (см. (11)) с исходными данными из табл. 2. В результате получим значения термов, числовые эквиваленты которые занесем в табл. 3. Пример вычислений T_{DR_1} и T_{DR_2} представим ниже: T_{DR_1} – $A^{(3)}$ = 28,35; $k_1^{(3)}$ = 1,27; $a_1^{(3)}$ = 0; $c_1^{(3)}$ = 39,46; $B^{(3)}$ = 51,03; $k_2^{(3)}$ = 1,52; $b_1^{(3)}$ = 0; T_{DR_2} – $a_2^{(3)}$ = 28,35; $c_2^{(3)}$ = 69,35; $b_2^{(3)}$ = 51,03.

Графический вид эталонных НЧ представлен на рис. 2, *в*, а условие неравномерности (7) при *m*=3 истинно, т.е. $\Omega_н = 1$.

При трансформировании ЛП ***DR***$^{(m)}$ с неравномерно распределенными эталонными НЧ, на всех этапах, прослеживается выполнение условия (7), что подтверждает адекватность эквивалентных преобразований ЛП, реализуемых предложенным методом (см. рис. 2, *а-в*).



а) *б)* *в)*

Рис. 2. Термы эталонных значений неравномерно распределенных НЧ для ЛП ***DR***:

а) $T_{DR}^{(5)}$; *б)* $T_{DR}^{(4)}$; *в)* $T_{DR}^{(3)}$

Таблица 3

Пример эталонных треугольных НЧ при m = 3

*Тип распределения НЧ ЛП **DR***	НЧ $T_{DR\,j} = (a_j,\, b_j,\, c_j)_{LR}$ $(j=\overline{1,3})$		
	T_{DR_1}	T_{DR_2}	T_{DR_3}
Равномерное	*(0; 0; 42,31)LR*	*(26,92; 50; 73,08)LR*	*(57,69; 100; 100)LR*
Неравномерное	*(0; 0; 39,46)LR*	*(28,35; 50; 69,35)LR*	*(60,54; 100; 100)LR*
Возрастающее	*(0; 0; 29,41)LR*	*(21,57; 40; 60,78)LR*	*(52,94; 100; 100)LR*
Убывающее	*(0; 0; 41,67)LR*	*(41,67; 60; 75)LR*	*(75; 100; 100)LR*

Пример 3 – возрастающий тип распределения. Для ЛП ***DR***$^{(m)}$ (1) продемонстрируем работу метода, реализующего функцию (2) с помощью аналитических выражений (3)-(5) при условии (8) и *m*=5.

С этой целью воспользуемся возрастающим типом распределения НЧ из табл. 1, что подтверждается вычислениями для проверки условия (8): $\Omega_в = (b_2 - b_1 < b_3 - b_2) \wedge (b_3 - b_2 < b_4 - b_3) \wedge (b_4 - b_3 < b_5 - b_4) = (10 - 0 < 30 - 10) \wedge (30 - 10 < 60 - 30) \wedge (60 - 30 < 100 - 60) = 1 \wedge 1 \wedge 1 = 1$. Как видно условие (8) истинно, что подтверждает соответствие НЧ ЛП возрастающему типу распределения.

По аналогии с примером, для равномерно распределенных НЧ произведем, в соответствии с выражениями (3)-(5), преобразования (2) при *m*=4 и *m*=3.

Для этого воспользуемся исходными значениями НЧ с возрастающим типом распределения из табл. 1. В результате чего для $T_{DR}^{(4)}$ и $T_{DR}^{(3)}$ (см. (10) и (11)) получим значения термов, числовые эквиваленты которых занесены в таблицы 3, 4 (см. рис. 3, *а-в*) и интерпретируются для $T_{DR}^{(4)}$ как:

T_{DR_1} – $A^{(4)}$ = 5; $k_1^{(4)}$ = 1,21; $a_1^{(4)}$ = 0; $c_1^{(4)}$ = 18,18; $B^{(4)}$ = 10; $k_2^{(4)}$ = 1,33; $b_1^{(4)}$ = 0;

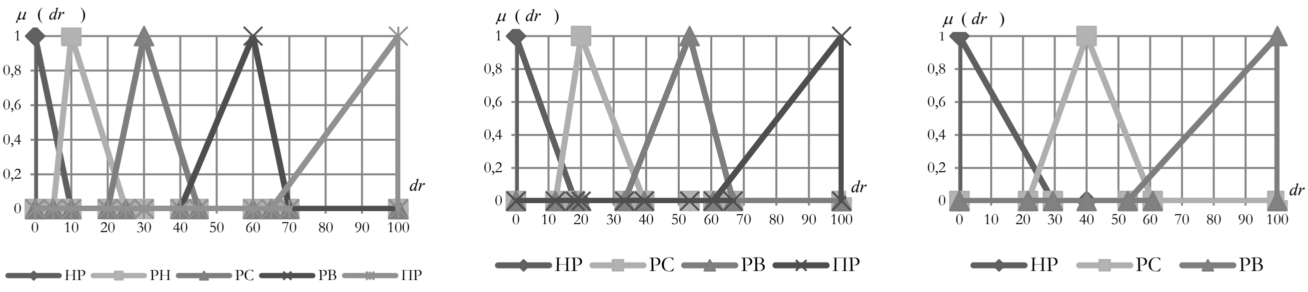
T_{DR_2} – $a_2^{(4)}$ = 12,12; $c_2^{(4)}$ = 39,39; $b_2^{(4)}$ = 20,

а для $T_{DR}^{(3)}$ как: T_{DR_1} – $A^{(3)}$ = 12,12; $k_1^{(3)}$ = 1,29; $a_1^{(3)}$ = 0; $c_1^{(3)}$ = 29,41; $B^{(3)}$ = 20; $k_2^{(3)}$ = 1,5; $b_1^{(3)}$ = 0;

T_{DR_2} – $a_2^{(3)}$ = 21,57; $c_2^{(3)}$ = 60,78; $b_2^{(3)}$ = 40.

Далее проверим условие возрастания (9) для $T_{DR}^{(4)}$ (m=4): $\Omega_в$ = (20 – 0 > 53,33 – 20) Λ (53,33 – 20 > 100 – 53,33) = 1 и для $T_{DR}^{(3)}$ (m=3) – $\Omega_в$ =1.

Как видим, значения $\Omega_в$ является истинным, что говорит об адекватности выполняемых преобразований.



а) *б)* *в)*

Рис. 3. Термы эталонных значений с возрастающим распределением НЧ для ЛП **DR**:

а) $T_{DR}^{(5)}$; б) $T_{DR}^{(4)}$; в) $T_{DR}^{(3)}$

Пример 4 – убывающий тип распределения. Рассмотрим пример работы метода, реализующего функцию (2) посредством аналитических выражений (3)-(5) при условии (9). Для определения ЛП (1) при m=5 воспользуемся конкретными НЧ из табл. 1 с убывающим типом распределения. Произведем для них проверку условия (9): Ω_y = ($b_2 – b_1 > b_3 – b_2$) Λ ($b_3 – b_2 > b_4 – b_3$) Λ ($b_4 – b_3 > b_5 – b_4$) = (40 – 0 > 70 – 40) Λ (70 – 40 > 90 – 70) Λ (90 – 70 > 100 – 90) = 1 Λ 1 Λ 1 = 1. Как видим условие (9) истинно, значит НЧ ЛП $\boldsymbol{DR}^{(5)}$ соответствует убывающему типу распределения.

Реализуем, в соответствии с выражениями (3)-(5), преобразование (2) при m=4 и m=3 с исходными значениями для НЧ с убывающим типом распределения из табл. 1, 2 (см. рис. 4, *а-в*). В процессе трансформирования термов получим значения для $T_{DR}^{(4)}$ и $T_{DR}^{(3)}$ (см. (10) и (11)), числовые эквиваленты которых представлены в табл. 2 и 3 соответственно и интерпретируются для $T_{DR}^{(4)}$ как:

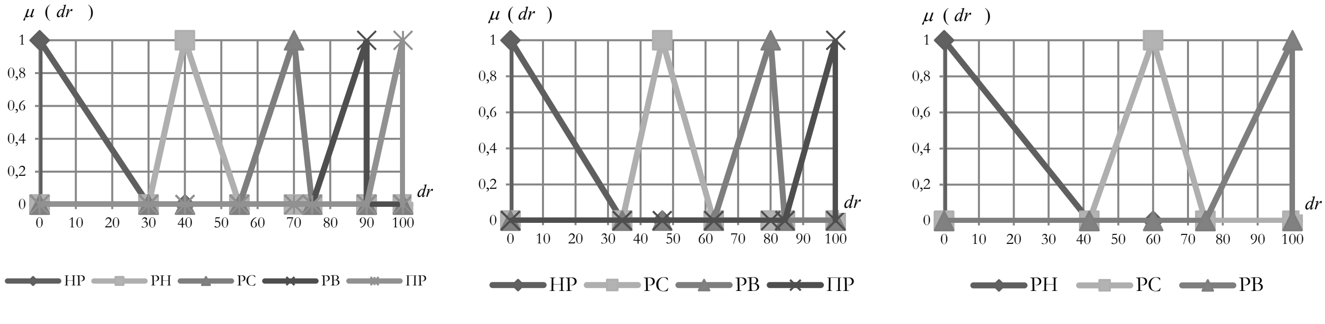
T_{DR_1} – $A^{(4)}$ = 30; $k_1^{(4)}$ = 1,25; $a_1^{(4)}$ = 0; $c_1^{(4)}$ = 34,38; $B^{(4)}$ = 40; $k_2^{(4)}$ = 1,33; $b_1^{(4)}$ = 0;

T_{DR_2} – $a_2^{(4)}$ = 34,38; $c_2^{(4)}$ = 62,5; $b_2^{(4)}$ = 46,67,

а для $T_{DR}^{(3)}$ как: T_{DR_1} – $A^{(3)}$ = 41,67; $k_1^{(3)}$ = 1,33; $a_1^{(3)}$ = 0; $c_1^{(3)}$ = 41,67; $B^{(3)}$ = 60; $k_2^{(3)}$ = 1,5; $b_1^{(3)}$ = 0;

T_{DR_2} – $a_2^{(3)}$ = 41,67; $c_2^{(3)}$ = 75; $b_2^{(3)}$ = 60.

Проверим условие убывания (9) для $T_{DR}^{(4)}$ (m=4): Ω_y = (46,67 – 0 > 80 – 46,67) Λ (80 – 46,67 > 100 – 80) = 1 и для $T_{DR}^{(3)}$ (m=3) – Ω_y = 1. Как видно значения Ω_y является истинным, что позволяет сделать вывод об адекватности преобразований.



а) *б)* *в)*

Рис. 4. Термы эталонных значений с убывающим распределением НЧ для ЛП **DR**:

а) $T_{DR}^{(5)}$; б) $T_{DR}^{(4)}$; в) $T_{DR}^{(3)}$

Представленный метод позволяет осуществлять эквивалентное преобразование ЛП посредством создания эталонов параметров с возможностью варьирования числом термов треугольных НЧ [3].

Такое решение позволит повысить гибкость разрабатываемых средств анализа и оценивания рисков информационной безопасности, которые основываются на логико-лингвистическом подходе и используют для описания лингвистических переменных треугольные нечеткие числа.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Казмирчук С.В. Метод трансформирования термов лингвистических переменных в задачах анализа и оценивания рисков информационной безопасности / С.В. Казмирчук // Защита информации – 2013. – Том 15 №3 (60). – С. 268-276.

[2]. Казмирчук С.В. Анализ и оценивания рисков информационных ресурсов в нечетких условиях / С.В. Казмирчук // Защита информации – 2013. – Том 15 №2 (59). – С. 133-140.

[3]. Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения / А.Г. Корченко – К. : «МК-Пресс», 2006. – 320с.

REFERENCES

[1]. Kazmirchuk S.V. The method of terms transformation of linguistic variables in decision-making analysis and information security risk assessment, Zahist ìnformacìï, 2013, VOL. 15 №3, pp. 268-276.

[2]. Kazmirchuk S.V. 133-140. Risk analysis and assessment of information resources in fuzzy conditions, Zahist ìnformacìï, 2013, VOL. 15 №2, pp. 133-140.

[3]. Korchenko A.G. The construction of security systems on the fuzzy sets. Theory and practical solutions, 2006, 320 p.

МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕТАЛОНІВ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СИСТЕМ АНАЛІЗУ І ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Для реалізації процесу аналізу та оцінювання інформаційних ризиків, який ґрунтується на судженнях експертів, як правило, потрібне залучення методів і засобів, які дозволяють обробляти нечіткі вихідні дані, наприклад, представлені у лінгвістичній формі. Відома система, в якій оцінювання реалізовано на основі параметричних трапецієвидних нечітких чисел. При її практичному використанні виникає необхідність застосування інших типів нечітких чисел. Розширити можливості такої системи можна шляхом додаткового використання іншого типу параметричних нечітких чисел – трикутних. Для вирішення такого завдання запропонований метод перетворення еталонів параметрів, в основі якого закладена аналітична функція, що дозволяє здійснювати трансформування (еквівалентне перетворення) термів лінгвістичних змінних. Таке рішення дозволить підвищити гнучкість розроблюваних засобів аналізу і оцінювання ризиків інформаційної безпеки, які ґрунтуються на логіко - лінгвістичному підході і використовують для опису лінгвістичних змінних трикутні нечіткі числа.

Ключові слова: ризик, ризики інформаційної безпеки, аналіз ризиків, оцінювання ризиків, метод перетворення еталонів параметрів, система аналізу та оцінювання ризиків, параметри ризику, лінгвістична змінна, нечітка змінна, еталонні значення, трансформування термів лінгвістичних змінних, еквівалентне перетворення термів лінгвістичних змінних.

THE CONVERSION METHOD OF REFERENCE PARAMETERS FOR SYSTEMS ANALYSIS AND INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT

To implement the process of analysis and information risk assessment based on the expert judgments it is required to use some methods and means that make possible to handle with fuzzy input data, for example, presented in the linguistic form. There is a system where an assessment is based on the parametric trapezoidal fuzzy numbers. A practical implementation of this system requires an application of other types of fuzzy numbers. The development of capabilities of such system can be achieved through additional use of another type of parametric fuzzy numbers-triangular. To solve the task this paper suggests the conversion method of reference parameters, which provides an analytic function what enables to transform (the equivalent conversion) the terms of linguistic variables. Such a decision would make it possible to improve flexibility of developed means of analysis and information security risk assessment, which are based on the linguistic approach and use to describe the linguistic variables the triangular fuzzy numbers.

Index Terms: risk, information security risks, risk analysis, risk assessment, conversion method of reference parameters, the system of analysis and risk assessment, risk parameters, linguistic variable, fuzzy variable, reference values, transformation the terms of linguistic variables, equivalent transformation of terms of linguistic variables.

Корченко Александр Григорьевич, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, заведующий кафедрой безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.
E-mail: icaocentre@nau.edu.ua
Корченко Олександр Григорович, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувач кафедрою безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.
Korchenko Oleksandr, doctor of technical sciences, professor, laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, Head of Academic Department of IT-Security National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

Казмирчук Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.
E-mail: sv902@mail.ru
Казмірчук Світлана Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.
Kazmirchuk Svitlana, PhD in Eng., Associate Professor of Academic Department of IT-Security, National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

Гололобов Андрей Юрьевич, аспирант кафедры безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.
E-mail: burn2dust@gmail.com
Гололобов Андрій Юрійович, аспірант кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.
Gololobov Andrew, postgraduate student of Academic Department of IT-Security National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

УДК 004.056

ІНФОРМАЦІЙНІ РИЗИКИ: МЕТОДИ ТА СПОСОБИ ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕЛІ РИЗИКІВ І МЕТОДИ ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Олександр Архипов, Андрій Скиба

Розглядаються нормативно-правові документи в області інформаційної безпеки, методи оцінювання інформаційних ризиків, зокрема економіко-вартісні моделі для ідентифікації ймовірнісних параметрів та структури інформаційних ризиків, застосування цих моделей для аналізу інвестицій в інформаційну безпеку. Звичайно для проведення адекватного оцінювання інформаційних ризиків та оптимізації обсягів інвестицій в інформаційну безпеку застосовуються підходи та процедури, що спираються на існуючі міжнародні стандарти з менеджменту ризиків інформаційної безпеки. Нажаль, ці стандарти мають переважно концептуально-рекомендаційний характер і не враховують багатьох факторів, котрі суттєво впливають на точність та об'єктивність оцінювання ризиків. Економіко-вартісний підхід до аналізу ризиків, зокрема відома модель Гордона-Лоеба, орієнтована переважно на дослідження оптимізаційних аспектів управління ризиками, проте практично виключає можливість врахування у цих дослідженнях конкретики реального об'єкту ризику. Запропоновано моделі, які використовують евристичні мотиваційно-вартісні механізми визначення параметрів та структури ризиків. Дані моделі дозволяють об'єднати викладені в міжнародних стандартах методи аналізу та оцінювання ризиків з можливостями оптимізаційних досліджень ризику, закладених в моделі Гордона-Лоеба. Задля забезпечення більшої адекватності цих моделей вимогам практичного застосування до їх структури передбачено введення інформації про психо-соціальні характеристики зловмисника.

Ключові слова: *Інформаційна безпека, стандарти з менеджменту ризиків інформаційної безпеки, методи оцінювання ризиків, дослідження інвестицій в інформаційну безпеку, психотипи зловмисників.*

Вступ. Швидкий розвиток інформаційних технологій обумовлює необхідність приділяти належну увагу забезпеченню інформаційної безпеки, відповідності її стану швидким змінам в технологіях, що забезпечує зменшення ймовірності настання ризиків, пов'язаних з інформаційними загрозами. Найбільшу увагу при формуванні систем інформаційної безпеки в вітчизняних компаніях, підприємствах, установах приділяють, як правило, виконанню вимог нормативно-методичної бази в сфері захисту інформації, визначаючи ці