

МЕТОД n-КРАТНОГО ПОНИЖЕНИЯ ЧИСЛА ТЕРМОВ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА И ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ

*Александр Корченко, Бахытжан Ахметов, Светлана Казмирчук,
Андрей Гололобов, Нургуль Сейлова*

При решении задач анализа и оценивания рисков информационной безопасности чаще всего необходимо выполнять обработку данных в нечетких условиях. Для реализации такого процесса используют систему, в которой оценивание осуществляется на основе лингвистических переменных, базирующихся на эталонных параметрических трапецевидных нечетких числах с заданным количеством термов. Формирование эталонов является достаточно сложной процедурой, которая реализуется с привлечением экспертов соответствующей предметной области. При практическом использовании указанной системы возникает необходимость в оперативном варьировании количеством термов, например, для их приведения к одному порядку. В существующих системах отсутствуют указанные возможности варьирования. Для решения такой задачи и повышения эффективности систем оценивания рисков предлагается метод n-кратного понижения числа термов лингвистической переменной, который позволяет без привлечения экспертов осуществить эквивалентное переопределение числа термов лингвистических переменных.

Ключевые слова: риск, анализ рисков, оценивание рисков, система анализа и оценивания рисков, параметры риска, нечеткая переменная, трансформирование термов лингвистических переменных, n-кратное понижение числа термов.

На сегодняшний день известны методы, которые позволяют реализовывать анализ, оценивание и управления рисками информационной безопасности (ИБ) при нечетких условиях в слабоформализованной среде окружения [1]. Для реализации такого процесса используют систему [2] в которой оценивание осуществляется на основе лингвистических переменных (ЛП), базирующихся на эталонных параметрических трапецевидных нечетких числах (НЧ) с заданным количеством термов. Формирование эталонов является достаточно сложной процедурой, которая реализуется с привлечением экспертов соответствующей предметной области. При практическом использовании указанной системы возникает необходимость в оперативном варьировании количеством термов, например, для их приведения к одному порядку. В работе [3] был разработан метод, который позволяет осуществить понижение количества термов только на один порядок, что создает определенные сложности в эффективном использовании существующих систем. В связи с этим актуальной является задача повышения эффективности работы системы анализа и оценивания рисков [2] посредством метода, который позволяет эквивалентно переопределять порядок (число термов) ЛП с понижением на число n.

Исходя из актуальности, целью данной работы, является разработка метода n-кратного понижения числа термов ЛП в задачах анализа и оценивания рисков ИБ. Это будет способствовать дальнейшему развитию системы и расширит ее

возможности. Метод состоит из трех этапов, связанных с формированием, расширением и частным расширением базы.

Этап 1 – Формирование базы. Для достижения поставленной цели будем использовать метод переопределения числа термов ЛП на основе функции ее трансформирования на минус один порядок [3], которая обозначается как FT^{-1} (ЛП). В качестве ЛП воспользуемся DR – «СТЕПЕНЬ РИСКА» [1]. Для вывода базовой формулы воспользуемся последовательностью из n- членов понижения $DR^{(m)}$ [3] (m – количество терм-множеств) на один порядок, т.е.:

$$\begin{cases} DR^{(m-1)} = FT^{-1}(DR^{(m)}); \\ DR^{(m-2)} = FT^{-1}(DR^{(m-1)}); \\ DR^{(m-3)} = FT^{-1}(DR^{(m-2)}); \\ \dots \\ DR^{(m-n)} = FT^{-1}(DR^{(m-n+1)}). \end{cases} \quad (1)$$

Выполняя соответствующие подстановки в формуле (1), получим:

$$\begin{cases} DR^{(m-2)} = FT^{-1}(FT^{-1}(DR^{(m)})); \\ DR^{(m-3)} = FT^{-1}(FT^{-1}(FT^{-1}(DR^{(m)}))); \\ \dots \\ DR^{(m-n)} = \underbrace{FT^{-1}(\dots FT^{-1}(FT^{-1}(FT^{-1}(DR^{(m)})))\dots)}_n. \end{cases} \quad (2)$$

Обозначим через FT^{-n} n-кратную последовательность реализации функции трансформирования ЛП FT^{-1} , тогда выражение (2) представим в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} DR^{(m-2)} = FT^{-2}(DR^{(m)}); \\ DR^{(m-3)} = FT^{-3}(DR^{(m)}); \\ \dots \\ DR^{(m-n)} = FT^{-n}(DR^{(m)}). \end{array} \right. \quad (3)$$

Таким образом, последнее выражение в формуле (3) представляемое как:

$$\left\{ \begin{array}{l} DR^{(m-1)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-2}}, T_{DR_{m-1}}) = FT^{-1}(DR^{(m)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-1}}, T_{DR_m})); \\ DR^{(m-2)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-3}}, T_{DR_{m-2}}) = FT^{-1}(DR^{(m-1)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-2}}, T_{DR_{m-1}})); \\ DR^{(m-3)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-4}}, T_{DR_{m-3}}) = FT^{-1}(DR^{(m-2)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-3}}, T_{DR_{m-2}})); \\ \dots \\ DR^{(m-n)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-n+1}}, T_{DR_{m-n}}) = FT^{-1}(DR^{(m-n+1)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-n+2}}, T_{DR_{m-n+1}})), \end{array} \right. \quad (5)$$

и выполнив соответствующие подстановки в выражении (5) получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} DR^{(m-2)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-3}}, T_{DR_{m-2}}) = FT^{-2}(DR^{(m)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-1}}, T_{DR_m})); \\ DR^{(m-3)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-4}}, T_{DR_{m-3}}) = FT^{-3}(DR^{(m)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-1}}, T_{DR_m})); \\ \dots \\ DR^{(m-n)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-n+1}}, T_{DR_{m-n}}) = FT^{-n}(DR^{(m)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-1}}, T_{DR_m})). \end{array} \right. \quad (6)$$

Таким образом аналитическое выражение в формуле (6)

$$DR^{(m-n)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-n+1}}, T_{DR_{m-n}}) = FT^{-n}(DR^{(m)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, \dots, T_{DR_{m-1}}, T_{DR_m})), \quad (7)$$

определим, как расширение базовой формулы (4).

Этап 3 – Частное расширение базы. Так как, ЛП $DR^{(m)}$ представляется НЧ с различными функциями принадлежности (ФП) $\mu(dr)$ [4], а для целей компактного описания такие ФП удобно описывать трапециевидными НЧ вида

$$DR^{(m-n)}((a_1, b_{11}, b_{21}, c_1), (a_2, b_{12}, b_{22}, c_2), \dots, (a_{m-n+1}, b_{1m-n+1}, b_{2m-n+1}, c_{m-n+1}), (a_{m-n}, b_{1m-n}, b_{2m-n}, c_{m-n})) = FT^{-n}(DR^{(m)}((a_1, b_{11}, b_{21}, c_1), (a_2, b_{12}, b_{22}, c_2), \dots, (a_{m-1}, b_{1m-1}, b_{2m-1}, c_{m-1}), (a_m, b_{1m}, b_{2m}, c_m))) \quad (8)$$

и назовем его первым частным расширением базы.

Рассмотрим работу метода на конкретном примере, при этом положим в основу первое частное расширение базы. В качестве исходных данных, с учетом возможности дальнейшей верификации, будем использовать эталонные трапециевидные НЧ с равномерным, неравномерным, возрастающим и убывающим типом распределения

$\mathcal{X}_{DR_j} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$, где a_j и c_j – абсциссы нижнего основания, а b_{1j} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции [4] (при $j = \overline{1, m}$), то выражение (7) представим в виде:

при $m=5$ (см. табл. 1 в [3]). Так как реализация функции $FT^{-1}(DR^{(m)})$ рассматривалась в [3], то осуществим соответствующие преобразования при $n=2, 3$.

Пусть $n=2$, тогда выражение (7) принимает вид: $DR^{(3)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, T_{DR_3}) = FT^{-2}(DR^{(5)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, T_{DR_3}, T_{DR_4}, T_{DR_5}))$, а формулу (8) соответственно представим в виде:

$$DR^{(3)}((a_1, b_{11}, b_{21}, c_1), (a_2, b_{12}, b_{22}, c_2), (a_3, b_{13}, b_{23}, c_3)) = FT^{-2}(DR^{(5)}((a_1, b_{11}, b_{21}, c_1), (a_2, b_{12}, b_{22}, c_2), (a_3, b_{13}, b_{23}, c_3), (a_4, b_{14}, b_{24}, c_4), (a_5, b_{15}, b_{25}, c_5))). \quad (9)$$

Для дальнейших преобразований на основе заданной функции воспользуемся аналитическими выражениями, приведенными в работе [3] (см. формулы (3-5)). С учетом того, что $n=2$ выполним следующие преобразования:

Для $T_{DR_1}^{(m-2)}$ –

$$\begin{aligned} a_1^{(m-2)} &= k_1^{(m-2)}(a_1^{(m-1)} + a_2^{(m-1)} - A^{(m-2)}) / 2, \\ c_1^{(m-2)} &= k_1^{(m-2)}(c_1^{(m-1)} + c_2^{(m-1)} - A^{(m-2)}) / 2, \\ b_{11}^{(m-2)} &= k_2^{(m-2)}(b_{11}^{(m-1)} + b_{12}^{(m-1)} - B^{(m-2)}) / 2, \end{aligned}$$

$$b_{21}^{(m-2)} = k_2^{(m-2)} (b_{21}^{(m-1)} + b_{22}^{(m-1)} - B^{(m-2)}) / 2;$$

...

Для $T_{DR_j}^{(m-2)}$ –

$$\begin{aligned} a_j^{(m-2)} &= k_1^{(m-2)} (a_j^{(m-1)} + a_{j+1}^{(m-1)} - A^{(m-2)}) / 2, \\ c_j^{(m-2)} &= k_1^{(m-2)} (c_j^{(m-1)} + c_{j+1}^{(m-1)} - A^{(m-2)}) / 2, \\ b_{1j}^{(m-2)} &= k_2^{(m-2)} (b_{1j}^{(m-1)} + b_{1j+1}^{(m-1)} - B^{(m-2)}) / 2, \\ b_{2j}^{(m-2)} &= k_2^{(m-2)} (b_{2j}^{(m-1)} + b_{2j+1}^{(m-1)} - B^{(m-2)}) / 2; \end{aligned} \quad (10)$$

...

Для $T_{DR_{m-2}}^{(m-2)}$ –

$$\begin{aligned} a_{m-2}^{(m-2)} &= k_1^{(m-2)} (a_{m-2}^{(m-1)} + a_{m-1}^{(m-1)} - A^{(m-2)}) / 2, \\ c_{m-2}^{(m-2)} &= k_1^{(m-2)} (c_{m-2}^{(m-1)} + c_{m-1}^{(m-1)} - A^{(m-2)}) / 2, \\ b_{1m-2}^{(m-2)} &= k_2^{(m-2)} (b_{1m-2}^{(m-1)} + b_{1m-1}^{(m-1)} - B^{(m-2)}) / 2, \\ b_{2m-2}^{(m-2)} &= k_2^{(m-2)} (b_{2m-2}^{(m-1)} + b_{2m-1}^{(m-1)} - B^{(m-2)}) / 2, \end{aligned}$$

Для $T_{DR_1}^{(m-2)}$ –

$$\begin{aligned} a_1^{(m-2)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + a_1^{(m)} + 2a_2^{(m)} + a_3^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ c_1^{(m-2)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_1^{(m)} + 2c_2^{(m)} + c_3^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ b_{11}^{(m-2)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{11}^{(m)} + 2b_{12}^{(m)} + b_{13}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}, \\ b_{21}^{(m-2)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{21}^{(m)} + 2b_{22}^{(m)} + b_{23}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}; \end{aligned}$$

...

$T_{DR_j}^{(m-2)}$ –

$$\begin{aligned} a_j^{(m-2)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + a_j^{(m)} + 2a_{j+1}^{(m)} + a_{j+2}^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ c_j^{(m-2)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_j^{(m)} + 2c_{j+1}^{(m)} + c_{j+2}^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ b_{1j}^{(m-2)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{1j}^{(m)} + 2b_{1j+1}^{(m)} + b_{1j+2}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}, \\ b_{2j}^{(m-2)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2j}^{(m)} + 2b_{2j+1}^{(m)} + b_{2j+2}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}; \end{aligned} \quad (11)$$

...

$T_{DR_{m-2}}^{(m-2)}$ –

$$\begin{aligned} a_{m-2}^{(m-2)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + a_{m-2}^{(m)} + 2a_{m-1}^{(m)} + a_m^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ c_{m-2}^{(m-2)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 2a_2^{(m)} - a_3^{(m)} + c_{m-2}^{(m)} + 2c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ b_{1m-2}^{(m-2)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{1m-2}^{(m)} + 2b_{1m-1}^{(m)} + b_{1m}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}, \\ b_{2m-2}^{(m-2)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 2b_{12}^{(m)} - b_{13}^{(m)} + b_{2m-2}^{(m)} + 2b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}. \end{aligned}$$

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

$A^{(m-2)} = a_1^{(m-1)} + a_2^{(m-1)}$ ($c_{dr} = dr_{\max}$; $j = \overline{1, m}$, m – количество термов; a_j, c_j – абсциссы нижнего основания трапеции);

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

$B^{(m-2)} = b_{11}^{(m-1)} + b_{12}^{(m-1)}$ ($b_{dr} = dr_{\max}$; b_{1j} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции, а $j = \overline{1, m}$, m – количество термов).

Для осуществления перехода от m термов к $m-2$ реализуем подстановку в выражение (10) значений $a_1^{(m-1)}, b_{11}^{(m-1)}, b_{21}^{(m-1)}, c_1^{(m-1)}$ и т.д., используемых в работе [3] (см. формулы (3-5)). После несложных математических преобразований получим следующие аналитические выражения:

($c_{dr}=dr_{\max}$; $j=\overline{1,m}$, m – количество термов; a_j, c_j – абсциссы нижнего основания; $b_{dr}=dr_{\max}$; b_{lj} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции).

Пример 1 – равномерный тип распределения. Например, пусть для данной ЛП при $m=5$ НЧ принимают следующие значения: $T_{DR_1} = (0; 0; 11,11; 22,22)_{LR}$, $T_{DR_2} = (11,11; 22,22; 33,33; 44,44)_{LR}$, $T_{DR_3} = (33,33; 44,44; 55,55; 66,66)_{LR}$, $T_{DR_4} = (55,55; 66,66; 77,77; 88,88)_{LR}$, $T_{DR_5} = (77,77; 88,88; 99,99;$

$$\begin{aligned} \text{АЛЯ } T_{DR_1} - a_1^{(3)} &= \frac{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + a_4^{(5)} + 2a_5^{(5)} + a_6^{(5)}}{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + c_3^{(5)} + 2c_4^{(5)} + c_5^{(5)}} c_{dr} = \\ &= ((-0 - 22,22 - 33,33 + 0 + 22,22 + 33,33) / (-0 - 22,22 - 33,33 + 66,66 + 177,76 + 100)) * 100 = 0; \\ c_1^{(3)} &= \frac{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + c_1^{(5)} + 2c_2^{(5)} + c_3^{(5)}}{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + c_3^{(5)} + 2c_4^{(5)} + c_5^{(5)}} c_{dr} = \\ &= (22,22 - 33,33 + 22,22 + 88,88 + 66,66) / (-0 - 22,22 - 33,33 + 66,66 + 177,76 + 100)) * 100 = 42,39; b_{11}^{(3)} = \\ &= \frac{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{11}^{(5)} + 2b_{12}^{(5)} + b_{13}^{(5)}}{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{23}^{(5)} + 2b_{24}^{(5)} + b_{25}^{(5)}} b_{dr} = \\ &= ((-0 - 44,44 - 44,44 + 0 + 44,44 + 44,44) / (-0 - 44,44 - 44,44 + 55,55 + 155,54 + 99,99)) * 100 = 0; b_{21}^{(3)} = \\ &= \frac{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{21}^{(5)} + 2b_{22}^{(5)} + b_{23}^{(5)}}{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{23}^{(5)} + 2b_{24}^{(5)} + b_{25}^{(5)}} b_{dr} = \\ &= ((-0 - 44,44 - 44,44 + 11,11 + 66,66 + 55,55) / (-0 - 44,44 - 44,44 + 55,55 + 155,54 + 99,99)) * 100 = 20; \text{АЛЯ } T_{DR_2} - a_2^{(3)} = \\ &= \frac{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + a_2^{(5)} + 2a_3^{(5)} + a_4^{(5)}}{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + c_3^{(5)} + 2c_4^{(5)} + c_5^{(5)}} c_{dr} = \\ &= ((-0 - 22,22 - 33,33 + 22,22 + 66,66 + 55,55) / (-0 - 22,22 - 33,33 + 66,66 + 177,76 + 100)) * 100 = 26,92; c_2^{(3)} = \end{aligned}$$

$$DR^{(2)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}) = FT^{-3}(DR^{(5)}(T_{DR_1}, T_{DR_2}, T_{DR_3}, T_{DR_4}, T_{DR_5})),$$

а выражение (8), как:

$$DR^{(2)}((a_1, b_{11}, b_{21}, c_1), (a_2, b_{12}, b_{22}, c_2)) = FT^{-3}(DR^{(5)}((a_1, b_{11}, b_{21}, c_1), (a_2, b_{12}, b_{22}, c_2), (a_3, b_{13}, b_{23}, c_3), (a_4, b_{14}, b_{24}, c_4), (a_5, b_{15}, b_{25}, c_5))). \tag{12}$$

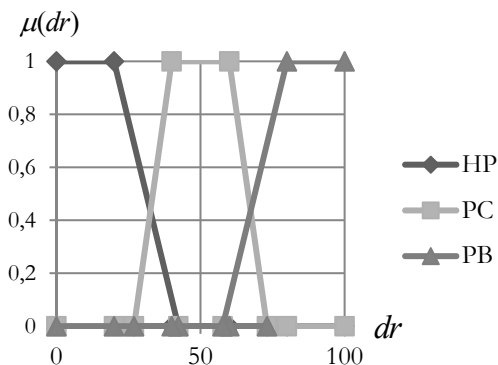


Рис. 1. Термы эталонных значений равномерно распределенных НЧ для ЛП DR при $T_{DR}^{(3)}$

$100)_{LR}$. С учетом этого и формулы (11) выполним соответствующие преобразования согласно (9).

В результате понижения количества термов ЛП на 2 порядка, получим, например, для $DR^{(3)}$

следующие значения: $T_{DR}^{(3)} = \bigcup_{j=1}^3 T_{DR_j} = \{\text{«Незначительный риск нарушения ИБ» (НР), «Степень риска нарушения ИБ средняя» (РС), «Степень риска нарушения ИБ высокая» (РВ)}\}$, числовые эквиваленты которых интерпретируются как:

$$\begin{aligned} &\frac{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + c_2^{(5)} + 2c_3^{(5)} + c_4^{(5)}}{-a_1^{(5)} - 2a_2^{(5)} - a_3^{(5)} + c_3^{(5)} + 2c_4^{(5)} + c_5^{(5)}} c_{dr} = ((-0 - 22,22 - 33,33 + 44,44 + 133,32 + 88,88) / (-0 - 22,22 - 33,33 + 66,66 + 177,76 + 100)) * 100 = 73,07; b_{12}^{(3)} = \\ &= \frac{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{12}^{(5)} + 2b_{13}^{(5)} + b_{14}^{(5)}}{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{23}^{(5)} + 2b_{24}^{(5)} + b_{25}^{(5)}} b_{dr} = ((-0 - 44,44 - 44,44 + 22,22 + 88,88 + 66,66) / (-0 - 44,44 - 44,44 + 55,55 + 155,54 + 99,99)) * 100 = 40; b_{22}^{(3)} = \\ &= \frac{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{22}^{(5)} + 2b_{23}^{(5)} + b_{24}^{(5)}}{-b_{11}^{(5)} - 2b_{12}^{(5)} - b_{13}^{(5)} + b_{23}^{(5)} + 2b_{24}^{(5)} + b_{25}^{(5)}} b_{dr} = ((-0 - 44,44 - 44,44 + 33,33 + 111,1 + 77,77) / (-0 - 44,44 - 44,44 + 55,55 + 155,54 + 99,99)) * 100 = 60, \text{ а для } T_{DR_3} = (57,69; 80; 100; 100)_{LR}. \end{aligned}$$

Если провести сравнение этих результатов и приведенных в работе [3], (см. табл. 3), то можно сделать вывод о корректности реализованных преобразований по понижению порядка. Графическая интерпретация полученных эталонов равномерно распределенных НЧ приведена на рис. 1.

Аналогичным образом реализуем понижение порядка на 3, т.е. $n=3$, тогда формулу (7) представим в виде:

Аналогично, для реализации заданной функции воспользуемся аналитическими выражениями из работы [3] (см. формулы (3-5)). С учетом осуществления преобразований при $n=3$ эти выражения можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{АЛЯ } T_{DR_1}^{(m-3)} &- \\ a_1^{(m-3)} &= k_1^{(m-3)}(a_1^{(m-2)} + a_2^{(m-2)} - A^{(m-3)}) / 2, \\ c_1^{(m-3)} &= k_1^{(m-3)}(c_1^{(m-2)} + c_2^{(m-2)} - A^{(m-3)}) / 2, \\ b_{11}^{(m-3)} &= k_2^{(m-3)}(b_{11}^{(m-2)} + b_{12}^{(m-2)} - B^{(m-2)}) / 2, \\ b_{21}^{(m-3)} &= k_2^{(m-3)}(b_{21}^{(m-2)} + b_{22}^{(m-2)} - B^{(m-2)}) / 2; \end{aligned}$$

Для $T_{DR_j}^{(m-3)}$ –

$$\begin{aligned} a_j^{(m-3)} &= k_1^{(m-3)}(a_j^{(m-2)} + a_{j+1}^{(m-2)} - A^{(m-3)})/2, \\ c_j^{(m-3)} &= k_1^{(m-3)}(c_j^{(m-2)} + c_{j+1}^{(m-2)} - A^{(m-3)})/2, \quad (13) \\ b_{1j}^{(m-3)} &= k_2^{(m-3)}(b_{1j}^{(m-2)} + b_{1j+1}^{(m-2)} - B^{(m-3)})/2, \\ b_{2j}^{(m-3)} &= k_2^{(m-3)}(b_{2j}^{(m-2)} + b_{2j+1}^{(m-2)} - B^{(m-3)})/2; \end{aligned}$$

Для $T_{DR_{m-3}}^{(m-3)}$ –

$$\begin{aligned} a_{m-3}^{(m-3)} &= k_1^{(m-3)}(a_{m-3}^{(m-2)} + a_{m-2}^{(m-2)} - A^{(m-3)})/2, \\ c_{m-3}^{(m-3)} &= k_1^{(m-3)}(c_{m-3}^{(m-2)} + c_{m-2}^{(m-2)} - A^{(m-3)})/2, \\ b_{1m-3}^{(m-3)} &= k_2^{(m-3)}(b_{1m-3}^{(m-2)} + b_{1m-2}^{(m-2)} - B^{(m-3)})/2, \\ b_{2m-3}^{(m-3)} &= k_2^{(m-3)}(b_{2m-3}^{(m-2)} + b_{2m-2}^{(m-2)} - B^{(m-3)})/2, \end{aligned}$$

Для $T_{DR_1}^{(m-3)}$ –

$$\begin{aligned} a_1^{(m-3)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + a_1^{(m)} + 3a_2^{(m)} + 3a_3^{(m)} + a_4^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ c_1^{(m-3)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_1^{(m)} + 3c_2^{(m)} + 3c_3^{(m)} + c_4^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ b_{11}^{(m-3)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{11}^{(m)} + 3b_{12}^{(m)} + 3b_{13}^{(m)} + b_{14}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}, \\ b_{21}^{(m-3)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{21}^{(m)} + 3b_{22}^{(m)} + 3b_{23}^{(m)} + b_{24}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}; \end{aligned}$$

$T_{DR_j}^{(m-3)}$ –

$$\begin{aligned} a_j^{(m-3)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + a_j^{(m)} + 3a_{j+1}^{(m)} + 3a_{j+2}^{(m)} + a_{j+3}^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ c_j^{(m-3)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_j^{(m)} + 3c_{j+1}^{(m)} + 3c_{j+2}^{(m)} + c_{j+3}^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ b_{1j}^{(m-3)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{1j}^{(m)} + 3b_{1j+1}^{(m)} + 3b_{1j+2}^{(m)} + b_{1j+3}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}, \\ b_{2j}^{(m-3)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2j}^{(m)} + 3b_{2j+1}^{(m)} + 3b_{2j+2}^{(m)} + b_{2j+3}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}; \end{aligned}$$

$T_{DR_{m-3}}^{(m-3)}$ –

$$\begin{aligned} a_{m-3}^{(m-3)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + a_{m-3}^{(m)} + 3a_{m-2}^{(m)} + 3a_{m-1}^{(m)} + a_m^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ c_{m-3}^{(m-3)} &= \frac{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}}{-a_1^{(m)} - 3a_2^{(m)} - 3a_3^{(m)} - a_4^{(m)} + c_{m-3}^{(m)} + 3c_{m-2}^{(m)} + 3c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)}} c_{dr}, \\ b_{1m-3}^{(m-3)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{1m-3}^{(m)} + 3b_{1m-2}^{(m)} + 3b_{1m-1}^{(m)} + b_{1m}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}, \\ b_{2m-3}^{(m-3)} &= \frac{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}}{-b_{11}^{(m)} - 3b_{12}^{(m)} - 3b_{13}^{(m)} - b_{14}^{(m)} + b_{2m-3}^{(m)} + 3b_{2m-2}^{(m)} + 3b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)}} b_{dr}. \end{aligned}$$

где $k_1^{(m-3)} = 2c_{dr} / (c_{m-3}^{(m-2)} + c_{m-2}^{(m-2)} - A^{(m-3)})$;
 $A^{(m-3)} = a_1^{(m-2)} + a_2^{(m-2)}$ ($c_{dr} = dr_{\max}$; $j = \overline{1, m}$, m – количество термов; a_j, c_j – абсциссы нижнего основания трапеции);
 $k_2^{(m-3)} = 2b_{dr} / (b_{2m-3}^{(m-2)} + b_{2m-2}^{(m-2)} - B^{(m-3)})$;
 $B^{(m-3)} = b_{11}^{(m-2)} + b_{12}^{(m-2)}$ ($b_{dr} = dr_{\max}$; b_{1j} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции, а $j = \overline{1, m}$, m – количество термов).

Для осуществления перехода от m термов к $m-3$ выполним соответствующую подстановку в выражении (13) значений $a_1^{(m-2)}, b_{11}^{(m-2)}, b_{21}^{(m-2)}, c_1^{(m-2)}$ и т.д. (см. формулу (11)). После несложных математических преобразований получим следующие аналитические выражения:

(14)

($c_{dr}=dr_{\max}$; $j=1, m$, m – кількість термов; a_j, c_j – абсциссы нижнего основания; $b_{dr}=dr_{\max}$; b_{lj} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции).

Воспользуемся исходными данными из предыдущего примера и выполним, в соответствии с выражением (12), преобразование (14). В результате понижения количества термов ЛП на 3 порядка, получим, например, для $DR^{(2)}$ следующие значения: $T_{DR}^{(2)} = \bigcup_{j=1}^2 T_{DR_j} = \{ \text{«Степень риска нарушения ИБ низкая» (РН), «Степень риска нарушения ИБ высокая» (РВ)} \}$, числовые эквиваленты, которых интерпретируются как: для $T_{DR_1} - a_1^{(2)} = \frac{-a_1^{(5)} - 3a_2^{(5)} - 3a_3^{(5)} - a_4^{(5)} + a_1^{(5)} + 3a_2^{(5)} + 3a_3^{(5)} + a_4^{(5)}}{-a_1^{(5)} - 3a_2^{(5)} - 3a_3^{(5)} - a_4^{(5)} + c_2^{(5)} + 3c_3^{(5)} + 3c_4^{(5)} + c_5^{(5)}} c_{dr} = ((-0 - 33,33 - 99,99 - 55,55 + 0 + 33,33 + 99,99 + 55,55) / (-0 - 33,33 - 99,99 - 55,55 + 44,44 + 199,98 + 266,64 + 100)) * 100 = 0$;

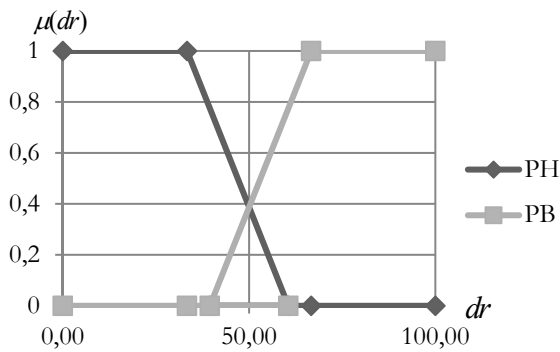


Рис. 2. Термы эталонных значений равномерно распределенных НЧ для ЛП DR при $T_{DR}^{(2)}$

Пример 2 – неравномерный тип распределения. Рассмотрим работу метода на примере неравномерно распределенных по оси dr НЧ со следующими значениями: $T_{DR_1} = (0; 0; 0; 20)_{LR}$, $T_{DR_2} = (30; 30; 50; 50)_{LR}$, $T_{DR_3} = (60; 60; 65; 65)_{LR}$, $T_{DR_4} = (75; 75; 85; 85)_{LR}$, $T_{DR_5} = (95; 97; 100; 100)_{LR}$ (см. табл. 1 в [3]). Для этого в соответствии с выражением (9) выполним преобразование (11).

В результате для $DR^{(3)}$ получим значения термов, числовые эквиваленты которых интерпретируются как: для $T_{DR_1} - a_1^{(3)} = 0$; $c_1^{(3)} = 30,29$; $b_{11}^{(3)} = 0$; $b_{21}^{(3)} = 20,93$, а для $T_{DR_2} = (48,84; 48,84; 67,44; 67,44)_{LR}$, $T_{DR_3} = (86,05; 86,98; 100; 100)_{LR}$. Графическая интерпретация полученных эталонов неравномерно распределенных НЧ приведена на рис. 3.

$$c_1^{(2)} = \frac{-a_1^{(5)} - 3a_2^{(5)} - 3a_3^{(5)} - a_4^{(5)} + c_1^{(5)} + 3c_2^{(5)} + 3c_3^{(5)} + c_4^{(5)}}{-a_1^{(5)} - 3a_2^{(5)} - 3a_3^{(5)} - a_4^{(5)} + c_2^{(5)} + 3c_3^{(5)} + 3c_4^{(5)} + c_5^{(5)}} c_{dr} = ((-0 - 33,33 - 99,99 - 55,55 + 22,22 + 133,32 + 199,98 + 88,88) / (-0 - 33,33 - 99,99 - 55,55 + 44,44 + 199,98 + 266,64 + 100)) * 100 = 60,52$$

$$b_{11}^{(2)} = \frac{-b_{11}^{(5)} - 3b_{12}^{(5)} - 3b_{13}^{(5)} - b_{14}^{(5)} + b_{11}^{(5)} + 3b_{12}^{(5)} + 3b_{13}^{(5)} + b_{14}^{(5)}}{-b_{11}^{(5)} - 3b_{12}^{(5)} - 3b_{13}^{(5)} - b_{14}^{(5)} + b_{22}^{(5)} + 3b_{23}^{(5)} + 3b_{24}^{(5)} + b_{25}^{(5)}} b_{dr} = ((-0 - 66,66 - 133,32 - 66,66 + 0 + 66,66 + 133,32 + 66,66) / (-0 - 66,66 - 133,32 - 66,66 + 33,33 + 166,65 + 233,31 + 100)) * 100 = 0$$

$$b_{21}^{(2)} = \frac{-b_{11}^{(5)} - 3b_{12}^{(5)} - 3b_{13}^{(5)} - b_{14}^{(5)} + b_{21}^{(5)} + 3b_{22}^{(5)} + 3b_{23}^{(5)} + b_{24}^{(5)}}{-b_{11}^{(5)} - 3b_{12}^{(5)} - 3b_{13}^{(5)} - b_{14}^{(5)} + b_{22}^{(5)} + 3b_{23}^{(5)} + 3b_{24}^{(5)} + b_{25}^{(5)}} b_{dr} = ((-0 - 66,66 - 133,32 - 66,66 + 11,11 + 99,99 + 166,65 + 88,88) / (-0 - 66,66 - 133,32 - 66,66 + 33,33 + 166,65 + 233,31 + 100)) * 100 = 33,33$$

а для $T_{DR_2} = (39,47; 66,67; 100; 100)_{LR}$. Графическая интерпретация полученных эталонов НЧ приведена на рис. 2.

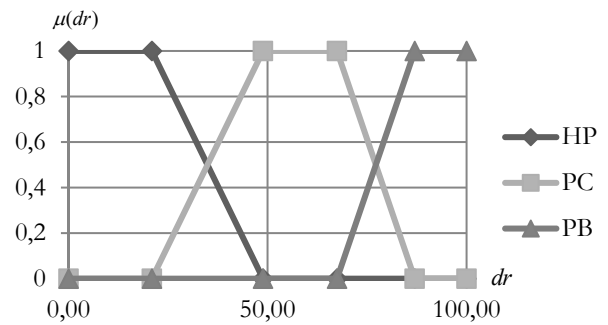


Рис. 3. Термы эталонных значений неравномерно распределенных НЧ для ЛП DR при $T_{DR}^{(3)}$

При сравнении полученных результатов и приведенных в работе [3] (см. табл. 3) видно их полное совпадение. Исходя из этого следует, что реализованные преобразования по понижению порядка являются корректными.

Пример 3 – возрастающий тип распределения. Покажем работу представленного метода для НЧ, которые имеют возрастающий тип распределения по оси dr со следующими значениями: $T_{DR_1} = (0; 0; 3; 8)_{LR}$, $T_{DR_2} = (3; 8; 15; 24)_{LR}$, $T_{DR_3} = (15; 24; 35; 48)_{LR}$, $T_{DR_4} = (35; 48; 63; 80)_{LR}$, $T_{DR_5} = (63; 80; 100; 100)_{LR}$ (см. табл. 1 в [3]). Для этого выполним (в соответствии с выражением (9)) преобразование (11), в результате чего получим следующие значения НЧ с числовыми эквивалентами: $T_{DR_1} = (0; 0; 12,67; 28,92)_{LR}$, $T_{DR_2} = (16,38; 28,96; 48,87; 62,37)_{LR}$, $T_{DR_3} = (44,25; 72,4; 100; 100)_{LR}$. Графиче-

ская інтерпретація отриманих еталонів з зростаючим типом розподілення НЧ приведена на рис. 4.

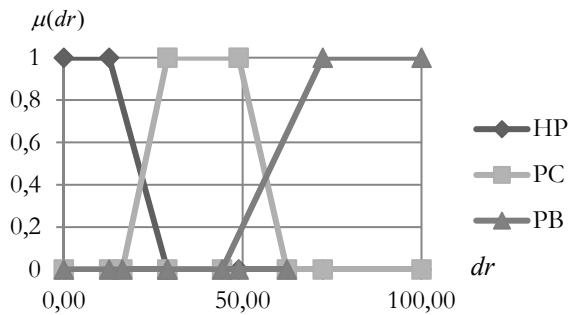


Рис. 4. Терми еталонних значень з зростаючим розподіленням НЧ для ЛП **DR** при $T_{DR}^{(3)}$

Приклад 4 – убывающий тип распределения. Реализуем преобразования НЧ, которые имеют убывающий тип распределения по оси dr со следующими значениями: $T_{DR_1} = (0; 0; 20; 37)_{LR}$, $T_{DR_2} = (20; 37; 52; 65)_{LR}$, $T_{DR_3} = (52; 65; 76; 85)_{LR}$, $T_{DR_4} = (76; 85; 92; 97)_{LR}$, $T_{DR_5} = (92; 97; 100; 100)_{LR}$ (см. табл. 1 в [3]). Для этого выполним преобразование (11) в соответствии с выражением (9). В результате получим следующие значения НЧ с числовыми эквивалентами: $T_{DR_1} = (0; 0; 27,6; 55,75)_{LR}$, $T_{DR_2} = (37,63; 51,13; 71,04; 83,62)_{LR}$, $T_{DR_3} = (71,08; 87,33; 100; 100)_{LR}$. Графическая интерпретация полученных эталонів з убывающим типом розподілення НЧ приведена на рис. 5.

Таким образом, с целью повышения эффективности работы системы анализа и оценивания рисков ИБ, предложен метод n-кратного понижения числа термов, в котором за счет модификации n-кратным расширением функции понижения термов на один порядок, позволяет формализовать процесс эквивалентного трансформирования числа эталонных термов ЛП на -n порядков без привлечения экспертов соответствующей предметной области.

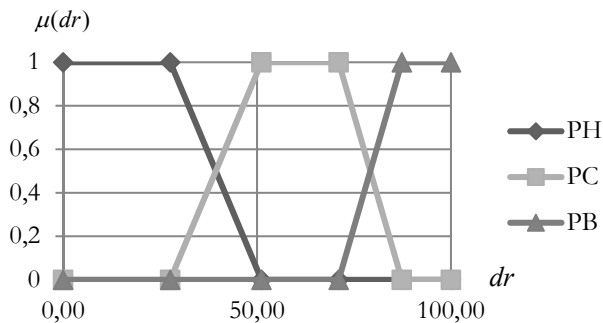


Рис. 5. Терми еталонных значень з убывающим розподіленням НЧ для ЛП **DR** при $T_{DR}^{(3)}$

Для совершенствования систем анализа и оценки рисков следует рассмотреть возможности частного расширения базы, например, для треугольных НЧ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Корченко А.Г. Анализ и оценивание рисков информационной безопасности / А.Г. Корченко, А.Е. Архипов, С.В. Казмирчук // Монография. – К.: ООО «Лазурит-Полиграф», 2013. – 275 с.
 [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] 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.
 [4] Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения / А.Г. Корченко – К. : «МК-Пресс», 2006. – 320 с.

REFERENCES

[1] Korchenko A.G., Arkhipov A.E., Kazmirchuk S.V. Analysis and assessment of information security risks, Monograph, K : LLC «Lazurit-Polygraph», 2013., 275 p.
 [2] Kazmirchuk S.V. Risk analysis and assessment of information resources in fuzzy conditions, Zahist informacii, 2013, VOL. 15 №2, pp. 133-140.
 [3] Kazmirchuk S.V. The method of terms transformation of linguistic variables in decision-making analysis and information security risk assessment, Zahist informacii, 2013, VOL. 15 №3, pp. 268-276.
 [4] Korchenko A.G. The construction of security systems on the fuzzy sets. Theory and practical solutions, 2006, 320 p.

МЕТОД n-КРАТНОГО ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕРМІВ ЛІНГВІСТИЧНИХ ЗМІННИХ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ І ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ

При вирішенні задач аналізу і оцінювання ризиків інформаційної безпеки найчастіше необхідно виконувати, обробку даних в нечітких умовах. Для реалізації такого процесу, використовують систему, в якій оцінювання здійснюється на основі лінгвістичних змінних, які базуються на еталонних параметричних трапецієподібних нечітких числах із заданою кількістю термів. Формування еталонів є досить складною процедурою, яка реалізується із залученням експертів відповідної предметної області. При практичному використанні зазначеної системи виникає необхідність в оперативному варіюванні кількістю термів, наприклад, для їх приведення до одного порядку. В існуючих системах відсутні зазначені можливості варіювання. Для вирішення

такого завдання і підвищення ефективності систем оцінювання ризиків пропонується метод n -кратного зниження числа термів лінгвістичної змінної, який дозволяє здійснювати еквівалентне перевизначення числа термів лінгвістичних змінних без залучення експертів.

Ключові слова: ризик, аналіз ризиків, оцінювання ризиків, система аналізу і оцінювання ризиків, параметри ризику, нечітка змінна, трансформування термів лінгвістичних змінних, n -кратне зниження числа термів.

THE n -FOLD DECREASE METHOD OF TERMS NUMBER OF LINGUISTIC VARIABLES IN RISK ASSESSMENT AND TASK ANALYSIS

Addressing to the problems of analysis and information security risks assessment there is a common need to perform the data processing in fuzzy environments. To implement this process, the system where an assessment is based on linguistic variables, based on the standard parametric trapezoidal fuzzy numbers with a specified number of terms is used. The formation of standards is a complex procedure that is implemented with the experts assistance in corresponding subject area. In the practical use of mentioned system, there is a need for a rapid change of terms, for example, to bring them to a single point. There is a lack of described capabilities to vary in existing systems. To address such challenge and enhance the effectiveness of risk assessment the n -fold decrease method of terms numbers of linguistic variables is proposed. This method allows to override the number of terms of linguistic variables without experts assistance.

Index terms: risk, risk analysis, risk assessment, risk assessment and analysis, risk parameters, fuzzy variable, terms of linguistic variables transformation, n -fold decrease of terms number.

Корченко Александр Григорьевич, доктор технічних наук, професор, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, заведующий кафедрой безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.

E-mail: icaocentre@nau.edu.ua

Корченко Александр Григорович, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувач кафедрою безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

Korchenko Oleksandr, Dr Eng (Information security), professor, laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, Head of IT-Security Academic Department, National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

Ахметов Бахытжан Сражатдинович, доктор технічних наук, професор, директор Інституту інформаційних та телекомунікаційних технологій Казахського національного технічного університету ім. К.І. Сатпаєва (Алмати, Казахстан).

E-mail: seilova_na@mail.ru

Ахметов Бахитжан Сражатдинович, доктор технічних наук, професор, директор Інституту інформаційних та телекомунікаційних технологій Казахського національного технічного університету ім. К.І. Сатпаєва (Алмати, Казахстан).

Akhmetov Bakhytzhana, Dr Eng, professor, Head of Information&telecommunication institute, Kazakh National Technical University named after K. Satpayev (Almaty, Republic of Kazakhstan).

Казмирчук Светлана Владимировна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

E-mail: sv.kazmirchuk@gmail.com

Казмірчук Світлана Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

Kazmirchuk Svitlana PhD in Eng., Associate Professor of IT-Security Academic Department, National Aviation University.

Гололобов Андрей Юрьевич, аспірант кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

E-mail: burn2dust@gmail.com

Гололобов Андрій Юрійович, аспірант кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

Gololobov Andrew, postgraduate student of IT-Security Academic Department, National Aviation University.

Сейлова Нургуль Абадуллаевна, кандидат технічних наук, доцент, завідувача кафедрою "Інформаційна безпека" Казахського національного технічного університету ім. К.І. Сатпаєва (Алмати, Казахстан).

E-mail: seilova_na@mail.ru

Сейлова Нургуль Абадуллаевна, кандидат технічних наук, доцент, завідувача кафедрою "Інформаційна безпека" Казахського національного технічного університету ім. К.І. Сатпаєва (Алмати, Казахстан).

Seilova Nurgul, PhD in Eng., Head of Information Security Academic Department, Kazakh National Technical University named after K. Satpayev (Almaty, Republic of Kazakhstan).