

## ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА И ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Светлана Казмирчук, Андрей Гололобов*

*Один из этапов построения системы менеджмента информационной безопасности обеспечивается реализацией процесса анализа и оценивания рисков. Часто в процессе оценивания возникают ситуации, при которых эксперт не всегда четко может оценить ту или иную угрозу информационной безопасности. Для решения такого рода задач применяется известный детерминированный или нечеткий метод, на их основе были разработаны соответствующие системы. На практике иногда необходимо осуществить оценивание с комбинацией подходов интерпретирования суждений эксперта, как относительно его возможностей четко детерминировать значение получаемых оценочных параметров, так и при его неопределенности в однозначности своих приоритетов. В существующих системах не интегрированы указанные возможности оценивания. Для решения такой задачи и упрощения расчетов рисков в работе предлагается интегрированный метод анализа и оценивания рисков, который в отличие от известных позволяет оперировать одновременно четкими и нечеткими параметрами с возможностью трансформирования термов лингвистических переменных.*

**Ключевые слова:** *риск, анализ рисков, оценивание рисков, система анализа и оценивания рисков, параметры риска, нечеткая переменная, эталонные значения, трансформирование термов лингвистических переменных, интегрированный метод анализа и оценивания рисков.*

Процесс анализа и оценивания рисков (АОР) информационной безопасности (ИБ), согласно рекомендациям стандарта ISO/IEC 27001:2013, отражает один из этапов внедрения системы менеджмента информационной безопасности в организациях с любой формой собственности. Часто в процессе АОР возникают ситуации, при которых эксперт не всегда четко может оценить ту или иную угрозу ИБ.

Для решения такого рода задач применяются детерминированный или нечеткий методы АОР [1], на основе которых были разработаны соответствующие системы [2, 3]. Они применяются для АОР в различных условиях среды оценивания, например, в детерминированной среде используют Det-АОР систему [2], а в нечеткой – Fuz-АОР [3]. На практике бывают ситуации, когда необходимо провести оценивание с комбинацией подходов интерпретирования суждений эксперта, как относительно его возможностей четко детерминировать значения полученных оценочных параметров, так и при его неопределенности в однозначности своих приоритетов. В существующих системах [2, 3] не реализуется указанные интегрированные возможности.

В связи с этим, целью данной работы является разработка интегрированного метода АОР, который позволит реализовать оценивание в детерминированных и нечетких средах. В основу метода положены разработки, проведенные в работах [1-4] и возможности осуществления трансформирования эталонных терм-множеств [5]. Предлагаемый интегрированный метод содержит 10 шагов. Рассмотрим детально его работу.

### Шаг 1 (Определение множества угроз).

На первом шаге экспертами согласно идентифицированным информационным ресурсам (ИР) определяется множество их угроз. Для создания этого множества в качестве основы используем модель параметров интегрированного представления рисков [4], где  $A \in \{A_a\}$  ( $a = \overline{1, n}$ ) – множество действий элементы которых могут привести к множеству событий нарушения ИБ  $E \in \{E_e\}$  ( $e = \overline{1, 7}$ ) – например,  $E_7$  может отражаться значением  $E_7 = \langle \text{НКЦД} \rangle$ , а при  $n=5$  эксперты могут идентифицировать, следующие  $A \in \{A_a\}$  ( $a = \overline{1, 5}$ ):  $A_1 = \langle \text{Заражение вирусами} \rangle$ ;  $A_2 = \langle \text{Ошибки программирования} \rangle$ ;  $A_3 = \langle \text{Нарушение работы операционной системы} \rangle$ ;  $A_4 = \langle \text{Нарушение целостности системы безопасности} \rangle$ ;  $A_5 = \langle \text{Отказ в обслуживании} \rangle$ .

**Шаг 2 (Определение множества параметров для оценивания риска).** Для отображения общего результата АОР воспользуемся лингвистической переменной (ЛП) «СТЕПЕНЬ РИСКА» ( $DR$ ), которая определяется кортежем [1]  $\langle DR, T_{DR}, X_{DR} \rangle$ , где базовые терм-множества задаются  $m$  термами  $T_{DR} = \bigcup_{j=1}^m T_{DR_j}$  (например,

для  $m=5$  –  $\bigcup_{j=1}^5 T_{DR_j} = \{ \langle \text{Незначительный риск}$

нарушения ИБ  $\rangle$  (НР),  $\langle \text{Степень риска нарушения ИБ низкая} \rangle$  (РН),  $\langle \text{Степень риска нарушения ИБ средняя} \rangle$  (РС),  $\langle \text{Степень риска нарушения ИБ высокая} \rangle$  (РВ),  $\langle \text{Предельный риск нарушения ИБ} \rangle$

(ПР)}, которые могут быть отображены на универсальное множество  $X_{DR} \in \{0, \max_{DR}\}$ . Для каждого из термов  $T_{DR1}, \dots, T_{DRj}, \dots, T_{DRm}$  задается свой интервал значений  $[dr_{min}; dr_1[, \dots, [dr_j; dr_{j+1}[, \dots, [dr_m; dr_{max}]$  (например, при  $m=5$  для  $T_{DR1}, T_{DR2}, T_{DR3}, T_{DR4}, T_{DR5}$  определим интервалы с использованием модифицированной шкалы Харрингтона [1] т.е.  $[dr_{min}; dr_1[, [dr_2; dr_3[, [dr_4; dr_5[, [dr_6; dr_7[, [dr_8; dr_{max}]$  будут соответствовать значения  $[0; 20[, [20; 40[, [40; 60[, [60; 80[, [80; 100]$ ).

Далее для создания возможности эксперту при оценивании использовать более широкий спектр величин, воспользуемся вышеуказанной моделью параметров и зададим полное множество оценочных компонент  $EK_{3Fh} \in \{EK_i\} = \{P, F, L, D, S, V\}$  ( $i = \overline{1, g}$ ), где 3Fh – шестнадцатеричный код, бинарное значение которого следующим образом отражает порядковый номер оценочного компонента в множестве: P располагается в разряде  $2^5$ , F в  $2^4$ , L –  $2^3$ , D –  $2^2$ , S –  $2^1$ , V –  $2^0$  (например, если эксперты хотят воспользоваться P, F, L и D то  $g=4$  ( $i = \overline{1,4}$ ), а  $EK_{3Ch} \in \{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3, EK_4\} = \{P, F, L, D\}$ ).

Также, на этом шаге производится описание набора используемых оценочных компонент, которые, по мнению эксперта-аналитика, с одной стороны, влияют на оценку риска ИБ, а с другой – оценивают его различные по природе стороны, например, учитывающие особенности организации (банк, архив, силовые ведомства, завод и др.). Для этого эксперт должен определить шестнадцатеричный код, по которому из  $\{EK_i\}$  выбираются значения соответствующих компонент, например, при коде 2Ch –  $g=3$ , а  $EK_{2Ch} \in \{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3\} = \{P, L, D\}$  ( $i = \overline{1,3}$ ) или

при коде 12h –  $g=2$ , а  $EK_{12h} \in \{EK_i\} = \{EK_1, EK_2\} = \{F, S\}$  ( $i = \overline{1,2}$ ).

Введем ЛП «УРОВЕНЬ ОЦЕНОЧНОГО КОМПОНЕНТА  $EK_i$ » ( $K_{EK_i}$ ), которая определяется кортежем  $[1] < K_{EK_i}, T_{K_{EK_i}}, X_{EK_i} >$ , где базовые терм-множества задаются  $m$  термами

$$T_{K_{EK_i}} = \bigcup_{j=1}^m T_{K_{EK_{ij}}} \quad (\text{например, при } m=5 - \bigcup_{j=1}^5 T_{K_{EK_{ij}}} = \{\text{«очень низкий» (ОН), «низкий» (Н), «средний» (С), «высокий» (В), «очень высокий» (ОВ)\},$$

которые в лингвистической форме характеризуют уровень оценочного компонента и могут быть отображены на универсальное множество  $X_{EK_i} \in \{0, \max_{K_{EK_i}}\}$ . Для  $T_{K_{EK_{i1}}}, \dots, T_{K_{EK_{ij}}}, \dots, T_{K_{EK_{im}}}$  соответственно задается свой интервал значений для каждого  $EK_i - [k_{EK_{i1}min}; k_{EK_{i1}}[, \dots, [k_{EK_{ij}}; k_{EK_{ij+1}}[, \dots, [k_{EK_{im}}; k_{EK_{imax}}]$  (например, при  $m=5$  для термов  $T_{K_{EK_{31}}}, T_{K_{EK_{32}}}, T_{K_{EK_{33}}}, T_{K_{EK_{34}}}, T_{K_{EK_{35}}}$  оценочного компонента  $EK_3 = \{L\}$  осуществим разбиения значения на интервалы  $[k_{EK_3min}; k_{EK_31}[, [k_{EK_32}; k_{EK_33}[, [k_{EK_34}; k_{EK_35}[, [k_{EK_36}; k_{EK_37}[, [k_{EK_38}; k_{EK_3max}]$ , которым будут соответствовать значения  $[0; 0,1[, [0,1; 0,2[, [0,2; 0,3[, [0,3; 0,4[, [0,4; 0,5]$ ). Для удобства отображения оценочных компонент через интервалы допустимых значений воспользуемся табл. 1. Оценка значимости  $EK_i$  осуществляется параметрами из множества  $LS \in \{LS_i\}$  ( $i = \overline{1, g}$ ), а оценка текущего значения оценочного компонента – с помощью множества  $ek \in \{ek_i\}$  ( $i = \overline{1, g}$ ).

Таблица 1

Отображение значений НЧ оценочных компонент

$EK_i$	НЧ $X_{K_{EK_{ij}}} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $T_{K_{EK_{i1}}} - T_{K_{EK_{im}}}$ ( $j = \overline{1, m}$ )				
	$T_{K_{EK_{i1}}}$	...	$T_{K_{EK_{ij}}}$	...	$T_{K_{EK_{im}}}$
$EK_1$	$(a_{1min}; b_{11min}; b_{121}; c_1)$	...	$(a_{1j}; b_{1j}; b_{1j+1}; c_{1j+1})$	...	$(a_{1m}; b_{1m}; b_{12max}; c_{1max})$
...	...	...	...	...	...
$EK_i$	$(a_{imin}; b_{i1min}; b_{i21}; c_i)$	...	$(a_{ij}; b_{ij}; b_{ij+1}; c_{ij+1})$	...	$(a_{im}; b_{im}; b_{i2max}; c_{imax})$
...	...	...	...	...	...
$EK_g$	$(a_{gmin}; b_{g1min}; b_{g21}; c_g)$	...	$(a_{gj}; b_{gj}; b_{gj+1}; c_{gj+1})$	...	$(a_{gm}; b_{gm}; b_{g2max}; c_{gmax})$

**Шаг 3 (Определение количества терм-множеств).** Для эквивалентного преобразования  $m$ -мерных термов нечетких чисел (НЧ) ЛП  $DR^{(m)}$  в  $DR^{(m-1)}$  [1] и  $EK_i^{(m)}$  в  $EK_i^{(m-1)}$  предлагается вос-

пользоваться методом трансформирования термов [5].

Пусть исходная ЛП  $DR^{(m)}$  имеет вид:

$DR^{(m)} \{ T_{DR1}^{(m)} = (a_1^{(m)}; b_{11}^{(m)}; b_{21}^{(m)}; c_1^{(m)})_{LR}, \dots, T_{DRj}^{(m)} = (a_j^{(m)}; b_{ij}^{(m)}; b_{ij}^{(m)}; c_j^{(m)})_{LR}, \dots, T_{DRm}^{(m)} = (a_m^{(m)}; b_{im}^{(m)}; b_{im}^{(m)}; c_m^{(m)})_{LR} \}$ , а преобразованная –

$DR^{(m-1)} \{ T_{DR1}^{(m-1)} = (a_1^{(m-1)}; b_{11}^{(m-1)}; b_{21}^{(m-1)}; c_1^{(m-1)})_{LR}, \dots, T_{DRj}^{(m-1)} = (a_j^{(m-1)}; b_{ij}^{(m-1)}; b_{ij}^{(m-1)}; c_j^{(m-1)})_{LR}, \dots, T_{DRm-1}^{(m-1)} = (a_{m-1}^{(m-1)}; b_{im-1}^{(m-1)}; b_{im-1}^{(m-1)}; c_{m-1}^{(m-1)})_{LR} \}$  ( $j = \overline{1, m}$ ),  $i = \overline{1, 2}$ ) и

$EK_i^{(m)} \{ T_{EK1}^{(m)} = (a_1^{(m)}; b_{11}^{(m)}; b_{21}^{(m)}; c_1^{(m)})_{LR}, \dots, T_{EKj}^{(m)} = (a_j^{(m)}; b_{ij}^{(m)}; b_{ij}^{(m)}; c_j^{(m)})_{LR}, \dots, T_{EKm}^{(m)} = (a_m^{(m)}; b_{im}^{(m)}; b_{im}^{(m)}; c_m^{(m)})_{LR} \}$ , а преобразованная –

$EK_i^{(m-1)} \{ T_{EK1}^{(m-1)} = (a_1^{(m-1)}; b_{11}^{(m-1)}; b_{21}^{(m-1)}; c_1^{(m-1)})_{LR}, \dots, T_{EKj}^{(m-1)} = (a_j^{(m-1)}; b_{ij}^{(m-1)}; b_{ij}^{(m-1)}; c_j^{(m-1)})_{LR}, \dots, T_{EKm-1}^{(m-1)} = (a_{m-1}^{(m-1)}; b_{im-1}^{(m-1)}; b_{im-1}^{(m-1)}; c_{m-1}^{(m-1)})_{LR} \}$

( $j = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, 2}$ ), тогда функцию трансформирования ЛП на минус один порядок обозначим через  $FT^{-1}(LPI)$ . Так, например, понижение  $DR^{(m)}$  и  $EK_i^{(m)}$  на один порядок можно представить как:

$$\begin{aligned} DR^{(m-1)} &= FT^{-1}(DR^{(m)}), \\ EK_i^{(m-1)} &= FT^{-1}(EK_i^{(m)}). \end{aligned} \quad (1)$$

Заданная функция реализуется посредством следующих аналитических преобразований:

Для  $T_{DR1}^{(m-1)}$  –

и  $T_{EK1}^{(m-1)}$  –

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

Для  $T_{DRj}^{(m-1)}$  –

и  $T_{EKj}^{(m-1)}$  –

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

Для  $T_{DRm-1}^{(m-1)}$  –

и  $T_{EKm-1}^{(m-1)}$  –

$$\begin{aligned} a_{m-1}^{(m-1)} &= k_1^{(m-1)}(a_{m-1}^{(m)} + a_m^{(m)} - A^{(m-1)}) / 2; \\ c_{m-1}^{(m-1)} &= k_1^{(m-1)}(c_{m-1}^{(m)} + c_m^{(m)} - A^{(m-1)}) / 2; \\ b_{im-1}^{(m-1)} &= k_2^{(m-1)}(b_{im-1}^{(m)} + b_{im}^{(m)} - B^{(m-1)}) / 2, \end{aligned} \quad (4)$$

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);  $k_2^{(m-1)} = 2b_{dr} / (b_{2m-1}^{(m)} + b_{2m}^{(m)} - B^{(m-1)})$ ;  $B^{(m-1)} = b_{11}^{(m)} + b_{12}^{(m)}$  ( $b_{dr} = dr_{max}$ ; ( $i = \overline{1, 2}$ )  $b_{1j}$  и  $b_{2j}$  – абсциссы верхнего основания трапецевидного НЧ).

С помощью этого метода [5] после осуществления процесса трансформирования, посредством функции  $FT^{-1}(LPI)$ , образуется эквивалентная ЛП, отличающаяся от исходной количеством и значениями термов, но при этом сохраняется ее смысловое содержание, отражающее исходные суждения экспертов. Данный метод реализуется с различным типом распределения НЧ по оси  $dr$  [5].

**Шаг 4 (Оценка уровня значимости оценочных компонент).** На этом шаге каждому компоненту –  $EK_i$  ставится в соответствие уровень его значимости –  $LS_i$ . Отметим, что если для всех  $LS$  справедливо отношение порядка

$$LS_i \geq LS_{i+1}, \quad (5)$$

то значимость  $i$ -го компонента определяется по правилу Фишберна [1]:

$$LS_i = \frac{2(g-i+1)}{(g-1)g}. \quad (6)$$

Согласно этому правилу у эксперта отсутствует информация (кроме условия (5)) о значимости компонента и тогда (6) отображает максимум энтропии наличной информационной неопределенности об объекте исследования. Если же все компоненты обладают равной значимостью (равнопредпочтительны т.е.  $LS_i = LS_{i+1}$  или системы предпочтений нет), то:

$$LS_i = 1/g. \quad (7)$$

**Шаг 5 (Определение эталонных значений степени риска).** На этом шаге экспертами определяются эталонные значения для  $DR$ , т.е. задается количество термов в базовом терм-множестве ЛП и ставится им в соответствие заданный интервал значений, лежащий в диапазоне  $[dr_{min}; dr_{max}]$  (см. пример на шаге 2).

**Шаг 6 (Определение эталонных значений оценочных компонент).** Здесь экспертами производится определение эталонных значений для  $EK_i$ , т.е. задается количество термов в терм-множестве ЛП (см. пример на шаге 2 и табл. 2).

Для удобства отображения оценочных компонент через НЧ воспользуемся табл. 2. Приве-

дем пример такого определения для  $\{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3, EK_4\} = \{P, F, L, D\}$  с конкретными данными, отображенными в табл. 3. Также НЧ для  $K_{EK_i}$  можно отобразить относительно интервалов значений  $[b_{11}; b_{21}[$ ,  $[b_{21}; b_{12}[$ ,  $[b_{12}; b_{22}[$ , ...,

$[b_{2j-1}; b_{1j}[$ ,  $[b_{1j}; b_{2j}[$ , ...,  $[b_{2m-1}; b_{1m}[$ ,  $[b_{1m}; b_{2m}[$  ( $j = \overline{1, m}$ ) и ФП  $\mu_j(k_{EK_i})$ . Конкретные данные для рассматриваемого примера при  $m = 5$  (интервалы значений и ФП заданных термов) занесены в табл. 4.

Таблица 2

Отображение значений НЧ оценочных компонент

$EK_i$	НЧ $\underline{X}_{K_{EK_i j}} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $T_{K_{EK_i 1}} - T_{K_{EK_i m}}$ ( $j = \overline{1, m}$ )				
	$T_{K_{EK_i 1}}$	...	$T_{K_{EK_i j}}$	...	$T_{K_{EK_i m}}$
$EK_1$	$(a_{1min}; b_{11min}; b_{121}; c_1)$	...	$(a_{1j}; b_{1j}; b_{12j+1}; c_{j+1})$	...	$(a_{1m}; b_{1m}; b_{12max}; c_{1max})$
...	...	...	...	...	...
$EK_i$	$(a_{imin}; b_{i1min}; b_{i21}; c_i)$	...	$(a_{ij}; b_{ij}; b_{i2j+1}; c_{j+1})$	...	$(a_{im}; b_{im}; b_{i2max}; c_{imax})$
...	...	...	...	...	...
$EK_g$	$(a_{gmin}; b_{g1min}; b_{g21}; c_g)$	...	$(a_{gj}; b_{gj}; b_{g2j+1}; c_{g,j+1})$	...	$(a_{gm}; b_{gm}; b_{g2max}; c_{gmax})$

Таблица 3

Пример определения эталонных значений НЧ оценочных компонент

$EK_i$	НЧ $\underline{X}_{DR_j} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $T_{K_{EK_i 1}} - T_{K_{EK_i 5}}$ ( $j = \overline{1, 5}$ )				
	$T_{K_{EK_i 1}}$	$T_{K_{EK_i 2}}$	$T_{K_{EK_i 3}}$	$T_{K_{EK_i 4}}$	$T_{K_{EK_i 5}}$
	$(a_1; b_{11}; b_{21}; c_1)$	$(a_2; b_{12}; b_{22}; c_2)$	$(a_3; b_{13}; b_{23}; c_3)$	$(a_4; b_{14}; b_{24}; c_4)$	$(a_5; b_{15}; b_{25}; c_5)$
$EK_1=P$	(0;0;10;20)	(10;20;30;40)	(30;40;50;60)	(50;60;70;80)	(70;80;100;100)
$EK_2=F$	(0;0;0,1;0,2)	(0,1;0,2;0,3;0,4)	(0,3;0,4;0,5;0,6)	(0,5;0,6;0,7;0,8)	(0,7;0,8;1;1)
$EK_3=L$	(0;0;0,1;0,15)	(0,1;0,15;0,2;0,25)	(0,2;0,25;0,3;0,35)	(0,3;0,35;0,4;0,45)	(0,4;0,45;0,5;0,5)
$EK_4=D$	(0;0;1;2)	(1;2;3;4)	(3;4;5;6)	(5;6;7;8)	(7;8;10;10)

**Шаг 7 (Оценка текущих значений компонент).** На этом шаге по каждому оценочному компоненту  $\{EK_i\} = \{P, F, L, D, S, V\}$  ( $i = \overline{1, g}$ ) эксперты соответствующей предметной области определяют  $ek$  для всех  $A$  при ( $a = \overline{1, n}$ ) т.е.  $\{ek_i^{A_a}\} = \{ek_P^{A_a}, ek_F^{A_a}, ek_L^{A_a}, ek_D^{A_a}, ek_S^{A_a}, ek_V^{A_a}\}$ . Значения выставляются на основании предпочтений экспертов, статистической информации и других данных.

**Шаг 8 (Классификация текущих значений).** На этом шаге с помощью эталонных значений, сформулированных экспертами, осуществляется определение принадлежности  $ek_i^{A_a}$  заданному НЧ, по которому формируется значение  $\lambda$  с помощью выражения (8).

Результаты проведенного вычисления для удобства заносятся в табл. 5, где  $\lambda_{ij}^{(A_a)}$  – уровень принадлежности носителя  $ek_i^{A_a}$  нечеткому подмножеству  $k_{EK_i j}$ .

$$\lambda_{i1}^{(A_a)} = \begin{cases} 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [b_{i1}, b_{i2}[ \\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [b_{i1}, c_{i1}[ \\ \mu_1(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [b_{i2}, c_{i1}[ \end{cases},$$

$$\dots$$

$$\lambda_{ij}^{(A_a)} = \begin{cases} \mu_j(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [a_j, b_{ij}[ \\ 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [b_{ij}, b_{i,j+1}[ \\ \mu_j(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [b_{i,j+1}, c_{ij}[ \\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [a_j, c_{ij}[ \end{cases}, \quad (8)$$

$$\dots$$

$$\lambda_{im}^{(A_a)} = \begin{cases} \mu_m(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [a_m, b_{im}[ \\ 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [b_{im}, b_{i,2m}[ \\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [a_m, b_{i,2m}[ \end{cases},$$

$$(j = \overline{2, m-1}).$$

Аналогичные преобразования производятся для всех  $A$ , например, для тех, которые определены на шаге 1 все вычисленные значения  $\lambda_{ij}^{(A_1)}, \lambda_{ij}^{(A_2)} \dots \lambda_{ij}^{(A_5)}$  занесем в табл. 5.

Пример значений интервалов и  $\mu_j(ek_i^{A_a})$  ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$ )

Интервалы для $EK_i$				Термы	$\mu_j(ek_i^{A_a})$			
$P$	$F$	$L$	$D$	$T_{KEK_i,j}$	$\mu_j(ek_1^{A_a})$	$\mu_j(ek_2^{A_a})$	$\mu_j(ek_3^{A_a})$	$\mu_j(ek_4^{A_a})$
[0;10[	[0;0,1[	[0;0,1[	[0;1[	$T_{KEK_1,1}$	$\mu_1(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_1(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_1(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_1(ek_4^{A_a}) = 1$
[10;20[	[0,1;0,2[	[0,1;0,15[	[1;2[	$T_{KEK_1,1}$	$\mu_1(ek_1^{A_a}) = (20 - ek_1^{A_a}) / 10$	$\mu_1(ek_2^{A_a}) = (0,2 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_1(ek_3^{A_a}) = (0,15 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_1(ek_4^{A_a}) = (2 - ek_4^{A_a})$
				$T_{KEK_1,2}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_1^{A_a})$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_2^{A_a})$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_3^{A_a})$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_4^{A_a})$
[20;30[	[0,2;0,3[	[0,15;0,2[	[2;3[	$T_{KEK_2,2}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = 1$
[30;40[	[0,3;0,4[	[0,2;0,25[	[3;4[	$T_{KEK_2,2}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = (40 - ek_1^{A_a}) / 10$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = (0,4 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = (0,25 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = (4 - ek_4^{A_a})$
				$T_{KEK_2,3}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_1^{A_a})$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_2^{A_a})$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_3^{A_a})$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_4^{A_a})$
[40;50[	[0,4;0,5[	[0,25;0,3[	[4;5[	$T_{KEK_3,3}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = 1$
[50;60[	[0,5;0,6[	[0,3;0,35[	[5;6[	$T_{KEK_3,3}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = (60 - ek_1^{A_a}) / 10$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = (0,6 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = (0,35 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = (6 - ek_4^{A_a})$
				$T_{KEK_3,4}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_1^{A_a})$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_2^{A_a})$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_3^{A_a})$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_4^{A_a})$
[60;70[	[0,6;0,7[	[0,35;0,4[	[6;7[	$T_{KEK_4,4}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1$
[70;80[	[0,7;0,8[	[0,4;0,45[	[7;8[	$T_{KEK_4,4}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = (80 - ek_1^{A_a}) / 10$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = (0,8 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = (0,45 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = (8 - ek_4^{A_a})$
				$T_{KEK_4,5}$	$\mu_5(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_1^{A_a})$	$\mu_5(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_2^{A_a})$	$\mu_5(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_3^{A_a})$	$\mu_5(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_4^{A_a})$
[80;100[	[0,8;1[	[0,45;0,5[	[8;10[	$T_{KEK_5,5}$	$\mu_5(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_5(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_5(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_5(ek_4^{A_a}) = 1$

Таблиця 5

Классификация текущих значений оценочных компонент

$EK_i$	$\lambda_{ij}^{(A_a)}$ для $T_{KEK_i,j}$ ( $i = \overline{1, g}, j = \overline{1, m}$ )				
	$T_{KEK_i,1}$	...	$T_{KEK_i,j}$	...	$T_{KEK_i,m}$
$EK_1$	$\lambda_{11}$	...	$\lambda_{1j}$	...	$\lambda_{1m}$
...	...	...	...	...	...
$EK_i$	$\lambda_{i1}$	...	$\lambda_{ij}$	...	$\lambda_{im}$
...	...	...	...	...	...
$EK_g$	$\lambda_{g1}$	...	$\lambda_{gj}$	...	$\lambda_{gm}$

**Шаг 9 (Оценка степени риска).** На этом шаге производится вычисление показателя степени риска нарушения ИБ  $dr^{(A_a)}$  по формуле:

$$SP^{(A_a)} = \begin{cases} (dr^{(A_a)}; T_{DR_j}) \text{ при } \mu_j(dr) = 1 \\ (dr^{(A_a)}; T_{DR_j}(\mu_j(dr)); T_{DR_{j+1}}(\mu_{j+1}(dr))) \text{ при } \mu_j(dr), \mu_{j+1}(dr) \neq 1 \end{cases}, \quad (10)$$

$$dr^{(A_a)} = \sum_{j=1}^m \left( dr_j \sum_{i=1}^g LS_i \lambda_{ij}^{(A_a)} \right), \quad (9)$$

где  $dr_j = 90 - 20(j-1)$   $\lambda_{ij}^{(A_a)}$  определяется по выражению (4) для каждой  $A_a$  ( $a = \overline{1, n}$ ), а  $LS_i$  ( $i = \overline{1, g}$ ) – по формуле (6) или (7) ( $j = \overline{1, m}$ ).

**Шаг 10 (Формирование структурированного параметра риска).** На основании вычисленного значения  $dr^{(A_a)}$  и построенных эталонов формируем структурированный параметр степени риска  $SP$  по выражению (10):

где  $(dr^{(A_a)}; T_{DR_j})$  словесно интерпретируется, как – степень риска  $T_{DR_j}$  с числовым эквивалентом  $dr^{(A_a)}$ , а  $(dr^{(A_a)}; T_{DR_j}(\mu_j(dr)); T_{DR_{j+1}}(\mu_{j+1}(dr)))$ , как – степень риска с числовым эквивалентом  $dr^{(A_a)}$  граничит между  $T_{DR_j}$  и  $T_{DR_{j+1}}$  с уверенностью эксперта по границе  $T_{DR_j} - \mu_j(dr)$  и  $T_{DR_{j+1}} - \mu_{j+1}(dr)$ .

С помощью  $SP$  можно получить как числовое значение степени риска, так и лингвистическую интерпретацию, учитывающую неуверенность эксперта при формировании текущих значений оценочных компонент с дальнейшей классификацией посредством параметра  $\lambda_{ij}^{(A_a)}$ .

Также по выражению (11) можно вычислить среднее значение  $dr^{(cp)}$  по оцениваемому ресурсу:

$$dr^{(cp)} = (\sum_{a=1}^m dr^{(A_a)}) / m. \quad (11)$$

Рассмотрим на конкретном примере работу предложенного метода. Пусть эксперты определили ИР для АОР  $IP_1 =$  «Файловый сервер».

Шаг 1. Относительно этого ресурса были идентифицированы угрозы  $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$ :  $A_1 =$  «Заражение вирусами»;  $A_2 =$  «Ошибки программирования»;  $A_3 =$  «Нарушение работы операционной системы»;  $A_4 =$  «Нарушение целостности системы безопасности»;  $A_5 =$  «Отказ в обслуживании» и т.д.

Шаг 2. Для оценивания риска определены следующие множества:  $DR, EK_i$ , воспользуемся множеством оценочных компонент с шестнадцатеричным кодом 3Ch, тогда  $EK_{3Ch} \in \{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3, EK_4\} = \{P, F, L, D\}$ .

Шаг 3. Определим количества необходимых терм-множеств для АОР, пусть  $m=5$ .

Шаг 4. Оценку  $LS$  осуществим по формуле (7) т.е.  $LS_i = 1/g = 0,25 (i = \overline{1,4})$ .

Шаг 5 и 6. Рассмотрим случай, когда эксперты определили для оценивания базовые терм-

множества для  $m=5 - \bigcup_{j=1}^5 T_{DR_j} = \{$ «Незначительный риск нарушения ИБ» (НР), «Степень риска нарушения ИБ низкая» (РН), «Степень риска нарушения ИБ средняя» (РС), «Степень риска нарушения ИБ высокая» (РВ), «Предельный риск нарушения ИБ» (ПР) $\}$  (см. табл. 6), и  $\bigcup_{j=1}^5 T_{K_{EK_{ij}}} = \{$ «очень низкий» (ОН), «низкий» (Н), «средний» (С), «высокий» (В), «очень высокий» (ОВ) $\}$  (см. табл. 3 и 4).

Таблица 6

Пример значений интервалов и  $\mu_j(dr)$  при  $m=5$

Интервалы	Термы	$\mu_j(dr)$
[0; 10[	$T_{DR1}$	1
[10; 20[	$T_{DR1}$	$\mu_1(dr) = (20-dr)/10$
	$T_{DR2}$	$\mu_2(dr) = 1 - \mu_1(dr)$
[20; 30[	$T_{DR2}$	1
[30; 40[	$T_{DR2}$	$\mu_2(dr) = (40-dr)/10$
	$T_{DR3}$	$\mu_3(dr) = 1 - \mu_2(dr)$
[40; 50[	$T_{DR3}$	1
[50; 60[	$T_{DR3}$	$\mu_3(dr) = (60-dr)/10$
	$T_{DR4}$	$\mu_4(dr) = 1 - \mu_3(dr)$
[60; 70[	$T_{DR4}$	1
[70; 80[	$T_{DR4}$	$\mu_4(dr) = (80-dr)/10$
	$T_{DR5}$	$\mu_5(dr) = 1 - \mu_4(dr)$
[80; 100]	$T_{DR5}$	1

Шаг 7. Текущее состояние ИБ ИР<sub>1</sub> характеризуется значениями оценочных компонент  $ek$  по каждому  $A$ , которые определяются на основе экспертных суждений. Для осуществления дальнейших расчетов будут использоваться данные представленные в табл. 7.

Таблица 7

Определение текущих значений оценочных компонент

$EK_i$	$ek_i^{A_1}$	$ek_i^{A_2}$	$ek_i^{A_3}$	$ek_i^{A_4}$	$ek_i^{A_5}$
<b>P</b> , (i=1)	76	59	66	75	62
<b>F</b> , (i=2)	0,76	0,59	0,66	0,75	0,62
<b>L</b> , (i=3)	0,23	0,33	0,12	0,4	0,2
<b>D</b> , (i=4)	5,4	6	2,2	9	5,5

Шаг 8. Далее проводится классификация текущих значений  $ek_i^A$  по формуле (8), а результаты заносятся в табл. 8.

Таблица 8

Классификация текущих значений компонент

$EK_i$	Значение $\lambda$ для $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$																								
	$\lambda_{ij}^{(A_1)}$ для $T_{K_{EK_{jm}}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$ )					$\lambda_{ij}^{(A_2)}$ для $T_{K_{EK_{jm}}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$ )					$\lambda_{ij}^{(A_3)}$ для $T_{K_{EK_{jm}}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$ )					$\lambda_{ij}^{(A_4)}$ для $T_{K_{EK_{jm}}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$ )					$\lambda_{ij}^{(A_5)}$ для $T_{K_{EK_{jm}}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$ )				
	0	0	0	0,4	0,6	0	0	0,1	0,9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1	0
<b>P</b>	0	0	0	0,4	0,6	0	0	0,1	0,9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1	0
<b>F</b>	0	0	0	0,4	0,6	0	0	0,1	0,9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	1	0
<b>L</b>	0	0,4	0,6	0	0	0	0	0,4	0,6	0	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<b>D</b>	0	0	0,6	0,4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,5	0,5	0

Шаг 9. Произведем вычисления показателя степени риска нарушения ИБ по формуле (9), где  $m = 5, j=1,5, i=1,4, a=1,5, dr_1=10, dr_2=30, dr_3=50, dr_4=70, dr_5=90$ , тогда  $dr^{(A_1)} = 66, dr^{(A_2)} = 67, dr^{(A_3)} = 47, dr^{(A_4)} = 80, dr^{(A_5)} = 57,5$ .

Шаг 10. С помощью (10) формируются  $SP^{(A_a)}$ :  $SP^{(A_1)} = (dr^{(A_1)}; T_{DR_4}) = (66; PB), SP^{(A_2)} = (dr^{(A_2)}; T_{DR_4}) = (67; PB), SP^{(A_3)} = (47; PC), SP^{(A_4)} = (80; PP), SP^{(A_5)} = (dr^{(A_5)}; T_{DR_3}(\mu_3(dr); T_{DR_4}(\mu_4(dr)))) = (57,5; PC(0,25); PB(0,75))$ , где, например, (66; PB) словесно интерпретируется, как – степень риска высокая с числовым эквивалентом 66, а (57,5; PC(0,25); PB(0,75)), как – степень риска с числовым эквивалентом 57,5 граничит между средним риском и высоким риском с уверенностью эксперта по границе PC – 0,25 и PB – 0,75.

Также для данного ИР на основе выражения (11), можно вычислить среднее значение степени риска:  $dr^{(cp)} = (66+67+47+80+57,5)/5 = 63,5$  и сформировать для него  $SP^{(cp)} = (63,5; PB)$ .

Аналогично (в целях верификации метода) выполним вычисления при  $m=4$  НЧ, для этого выполним, в соответствие с выражениями (2)-(4), преобразование (1) т.е.  $DR^{(4)} = FT^{-1}(DR^{(5)})$  и  $EK_i^{(4)} = FT^{-1}(EK_i^{(5)})$ .

В результате трансформирования термов ЛП, получим, например, для  $DR^{(4)}$  следующие значения:  $T_{DR}^{(4)} = \bigcup_{j=1}^4 T_{DR_j} = \{ \text{«Незначительный риск нарушения ИБ» (НР), «Степень риска нарушения ИБ средняя» (РС), «Степень риска нарушения ИБ высокая» (РВ), «Предельный риск нарушения ИБ» (ПР)} \}$ , числовые эквиваленты, которых приведены в табл. 9.

А для  $EK_i^{(4)}$  в результате трансформирования термов ЛП, получим, например, следующие значения:  $\bigcup_{j=1}^4 T_{K_{EK_i j}} = \{ \text{«очень низкий» (ОН), «средний» (С), «высокий» (В), «очень высокий» (ОВ)} \}$ , числовые эквиваленты, которых приведены в табл. 10.

Таблица 9

Пример эталонных трапециевидных НЧ при  $m=4$

НЧ ИР ЛП	НЧ $T_{DR_j} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR} (j=1,4)$ и $T_{K_{EK_i j}} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR} (j=1,4)$			
	$T_{DR_1}$	$T_{DR_2}$	$T_{DR_3}$	$T_{DR_4}$
<b>DR</b>	$(0; 0; 13,33; 29,41)_{LR}$	$(17,65; 26,67; 40; 52,94)_{LR}$	$(41,18; 53,33; 66,67; 76,47)_{LR}$	$(64,71; 80; 100; 100)_{LR}$
<b>P</b>	$(0; 0; 13,33; 29,41)_{LR}$	$(17,65; 26,67; 40; 52,94)_{LR}$	$(41,18; 53,33; 66,67; 76,47)_{LR}$	$(64,71; 80; 100; 100)_{LR}$
<b>F</b>	$(0; 0; 0,13; 0,29)_{LR}$	$(0,18; 0,27; 0,4; 0,53)_{LR}$	$(0,41; 0,53; 0,67; 0,76)_{LR}$	$(0,65; 0,8; 1; 1)_{LR}$
<b>L</b>	$(0; 0; 0,1; 0,18)_{LR}$	$(0,12; 0,17; 0,23; 0,29)_{LR}$	$(0,24; 0,3; 0,37; 0,41)_{LR}$	$(0,35; 0,43; 0,5; 0,5)_{LR}$
<b>D</b>	$(0; 0; 1,33; 2,94)_{LR}$	$(1,76; 2,67; 4; 5,29)_{LR}$	$(4,12; 5,33; 6,67; 7,65)_{LR}$	$(6,47; 8; 10; 10)_{LR}$

На основе полученных данных после трансформации реализуем АОР. Воспользуемся аналогичным ИР и идентифицированными угрозами. Сформируем интервалы значений и  $\mu_j$  при  $m=4$  для  $DR$  и  $EK_i$ , а результаты отразим в табл. 10 и 11 соответственно.

Таблица 10

Пример значений интервалов и  $\mu_j(dr)$  при  $m=4$

Интервалы	Термы	$\mu_j(dr)$
[0; 13,33[	$T_{DR1}$	1
[13,33; 26,67[	$T_{DR1}$	$\mu_1(dr) = (26,67 - dr)/10$
	$T_{DR2}$	$\mu_2(dr) = 1 - \mu_1(dr)$
[26,67; 40[	$T_{DR2}$	1
[40; 53,33[	$T_{DR2}$	$\mu_2(dr) = (53,33 - dr)/10$
	$T_{DR3}$	$\mu_3(dr) = 1 - \mu_2(dr)$
[53,33; 66,67[	$T_{DR3}$	1
[66,67; 80[	$T_{DR3}$	$\mu_3(dr) = (80 - dr)/10$
	$T_{DR4}$	$\mu_4(dr) = 1 - \mu_3(dr)$
[80; 100[	$T_{DR4}$	1

Для определения текущих значений оценочных компонент воспользуемся табл. 8.

Таблица 11

Пример значений интервалов и  $\mu_j(ek_i^{A_a}) (i=1,4, j=1,4)$

Интервалы для $EK_i$				Термы	$\mu_j(ek_i^{A_a})$			
<b>P</b>	<b>F</b>	<b>L</b>	<b>D</b>	$T_{K_{EK_i j}}$	$\mu_1(ek_1^{A_a})$	$\mu_2(ek_2^{A_a})$	$\mu_3(ek_3^{A_a})$	$\mu_4(ek_4^{A_a})$
[0;13,33[	[0;0,13[	[0;0,1[	[0;1,33[	$T_{K_{EK_1 1}}$	$\mu_1(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1$
[13,33;26,67[	[0,13;0,27[	[0,1;0,17[	[1,33;2,67[	$T_{K_{EK_1 1}}$	$\mu_1(ek_1^{A_a}) = (29,41 - ek_1^{A_a})/10$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = (0,27 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = (0,17 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = (2,67 - ek_4^{A_a})$
				$T_{K_{EK_1 2}}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_1^{A_a})$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_2^{A_a})$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_3^{A_a})$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_4^{A_a})$
[26,67;40[	[0,27;0,4[	[0,17;0,23[	[2,67;4[	$T_{K_{EK_1 2}}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = 1$

Продолжение табл. 11

<i>P</i>	<i>F</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	$T_{KEK_{ij}}$	$\mu_j(ek_1^{A_a})$	$\mu_j(ek_2^{A_a})$	$\mu_j(ek_3^{A_a})$	$\mu_j(ek_4^{A_a})$
[40;53;33[	[0,4;0,53[	[0,23;0,3[	[4;5,33[	$T_{KEK_{i2}}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = (53,33 - ek_1^{A_a}) / 10$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = (0,53 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = (0,3 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = (5,33 - ek_4^{A_a})$
				$T_{KEK_{i3}}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_1^{A_a})$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_2^{A_a})$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_3^{A_a})$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_4^{A_a})$
[53,33;66,67[	[0,53;0,67[	[0,3;0,37[	[5,33;6,67[	$T_{KEK_{i3}}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = 1$
[66,67;80[	[0,67;0,8[	[0,37;0,43[	[6,67;8[	$T_{KEK_{i3}}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = (80 - ek_1^{A_a}) / 10$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = (0,8 - ek_2^{A_a}) * 10$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = (0,43 - ek_3^{A_a}) * 20$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = (8 - ek_4^{A_a})$
				$T_{KEK_{i4}}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_1^{A_a})$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_2^{A_a})$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_3^{A_a})$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_4^{A_a})$
[80;100[	[0,8;1[	[0,43;0,5[	[8;10[	$T_{KEK_{i4}}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1$

Произведем классификацию текущих значений по формуле (7), а полученные результаты занесем в таблицу 12.

Таблица 12

Классификация текущих значений компонент

$EK_i$	Значение $\lambda$ для $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$																			
	$\lambda_{ij}^{(A_1)}$ для $T_{KEK_{jm}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$ )				$\lambda_{ij}^{(A_2)}$ для $T_{KEK_{jm}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$ )				$\lambda_{ij}^{(A_3)}$ для $T_{KEK_{jm}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$ )				$\lambda_{ij}^{(A_4)}$ для $T_{KEK_{jm}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$ )				$\lambda_{ij}^{(A_5)}$ для $T_{KEK_{jm}}$ ( $i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$ )			
<i>P</i>	0	0	0,4	0,6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0,5	0	0	1	0
<i>F</i>	0	0	0,4	0,6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0,5	0,5	0	0	1	0
<i>L</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,6	0,4	0	1	0	0
<i>D</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0,47	0,53	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

Реализуем вычисления показателя степени риска нарушения ИБ по формуле (9), где  $m = 4, j = \overline{1,4}, i = \overline{1,4}, a = \overline{1,5}, dr_1=10, dr_2=37, dr_3=63, dr_4=90$ , тогда  $dr^{(A_1)} = 64,7, dr^{(A_2)} = 63,3, dr^{(A_3)} = 40,2, dr^{(A_4)} = 79,3, dr^{(A_5)} = 56,7$ .

С помощью (10) формируются  $SP^{(A_a)}$ :  $SP^{(A_1)} = (dr^{(A_1)}; T_{DR_3}) = (64,7; PB), SP^{(A_2)} =$

$(dr^{(A_2)}; T_{DR_3}) = (63,3; PB), SP^{(A_3)} = (dr^{(A_3)}; T_{DR_2}) = (40,2; PC), SP^{(A_4)} = (79,3; ПР), SP^{(A_5)} = (56,7; PB)$ .

Также для данного ИР на основе выражения (11), можно вычислить среднее значение степени риска:  $dr^{(cp)} = (64,7 + 63,3 + 40,2 + 79,3 + 56,7) / 5 = 60,84$  и сформировать для него  $SP^{(cp)} = (60,84; PB)$ .

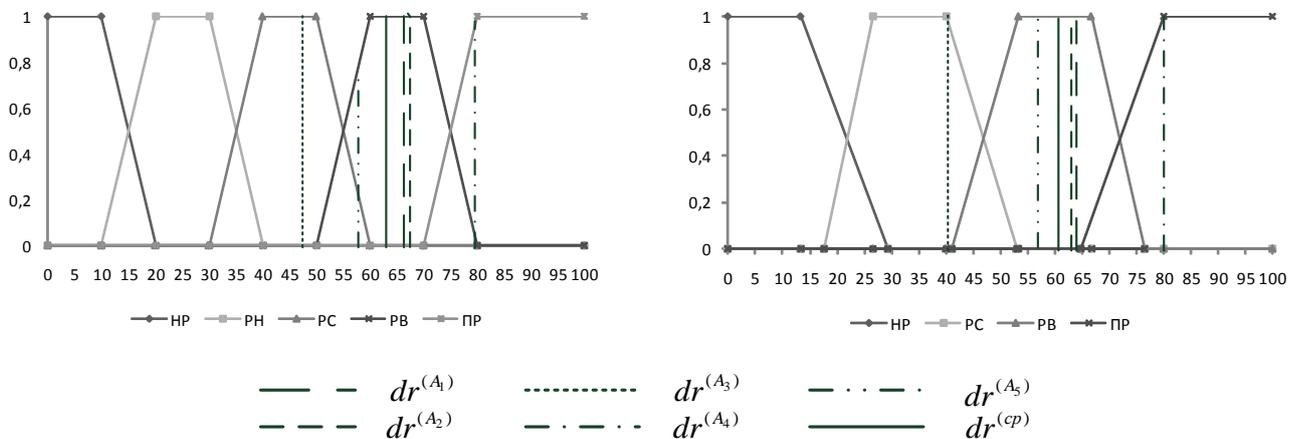


Рис. Сравнение результатов АОР при  $m = 5$  и  $m = 4$

Как видно на рис. при изменении количества терм-множеств  $m = 5$  на  $m = 4$  среднее значение степени риска остается на уровне «РВ», это дает возможность сделать вывод, что трансформирование терм-множеств не влияет на конечный результат и при тех же входящих параметрах он остается адекватным.

Таким образом, предложенный метод в отличие от известных [1] предоставляет возможность оперировать одновременно четкими и нечеткими параметрами с выбором необходимого количества терм-множеств (см. рис.), что упрощает процесс АОР.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Корченко А.Г. Методы анализа и оценки рисков потерь государственных информационных ресурсов / А.Г. Корченко, В.П. Щербина, С.В. Казмирчук // Защита информации – 2012. – №1. – С. 126-139.
- [2]. Казмирчук С.В. Анализ и оценивание рисков информационных ресурсов / С.В. Казмирчук // Защита информации – 2013. – Том 15 №1 (58). – С. 37-46.
- [3]. Казмирчук С.В. Анализа и оценивания рисков информационных ресурсов в нечетких условиях / С.В. Казмирчук // Защита информации – 2013. – Том 15 №2 (59). – С. 133-140.
- [4]. Корченко А.Г. Интегрированное представление параметров риска / Корченко А.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации – 2011. – №1 (50). – С. 96 – 101.
- [5]. 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.

## REFERENCES

- [1]. Korchenko A.G., Sherbina V.P., Kazmirchuk S.V. Risk analysis and assessment methods of government information resources losses, *Zahist informacii*, 2012, №1, pp. 126-139.
- [2]. Kazmirchuk S.V. Risk analysis and assessment of information resources, *Zahist informacii*, 2013, VOL. 15 №1, pp. 31-38.
- [3]. Kazmirchuk S.V. Risk analysis and assessment of information resources in fuzzy conditions, *Zahist informacii*, 2013, VOL. 15 №2, pp. 133-140.
- [4]. Korchenko A.G., Ivanchenko Ye.V., Kazmirchuk S.V. Integrated view of risk characteristic, *Zahist informacii*, 2011, №1 (50), pp. 96-101.
- [5]. Kazmirchuk S.V. The method of terms transformation of linguistic variables in decision-making analy-

sis and information security risk assessment, *Zahist informacii*, 2013, VOL. 15 №3, pp. 268-276.

## ІНТЕГРОВАНІЙ МЕТОД АНАЛІЗУ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Один з етапів побудови системи менеджменту інформаційної безпеки забезпечується реалізацією процесу аналізу та оцінювання ризиків. Часто в процесі оцінювання виникають ситуації, при яких експерт не завжди чітко може оцінити ту чи іншу загрозу інформаційної безпеки. Для вирішення такого роду завдань застосовується відомий детермінований або нечіткий метод, на їх основі були розроблені відповідні системи. На практиці іноді необхідно здійснити оцінювання з комбінацією підходів інтерпретування суджень експерта, як відносно його можливостей чітко детермінувати значення одержуваних оціночних параметрів, так і при його невизначеності в однозначності своїх пріоритетів. В існуючих системах не інтегровані зазначені можливості оцінювання. Для вирішення такого завдання і спрощення розрахунків ризиків в роботі пропонується інтегрований метод аналізу та оцінювання ризиків, який на відміну від відомих дозволяє оперувати одночасно чіткими і нечіткими параметрами з можливістю трансформування термів лінгвістичних змінних.

**Ключові слова:** ризик, аналіз ризиків, оцінювання ризиків, система аналізу та оцінювання ризиків, параметри ризику, нечітка змінна, еталонні значення, трансформування термів лінгвістичних змінних, інтегрований метод аналізу та оцінювання ризиків.

## THE INTEGRATED RISK ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT METHOD OF INFORMATION SECURITY

One of the stages of information security management system construction is provided with the realization of risk analysis and risk assessment process. Often in the assessment process there are some situations when the expert can't always clearly assess the information security threat. To solve these tasks the known determined or fuzzy methods are applied. According to these methods the corresponding systems have been developed. Practically, in some cases, it is necessary to carry out a risk assessment with a combination of approaches of the experts interpretation judgments both regarding their capabilities to determine the meaning of received assessed parameters, and their uncertainty in the accuracy of priorities. The specified assessment possibilities are not integrated in the existing systems. To address a challenge and simplify the risks assessment the integrated risk analysis and risk assessment method is provided, which, in contrast to the well-known, enables to operate simultaneously

the clear and fuzzy sets with the ability to transform the terms of linguistic variables.

**Keywords:** risk, risk analysis, risk assessment, risk analysis and risk assessment system, risk parameters, the fuzzy variable, standard values, the terms transformation of linguistic variables, the integrated risk analysis and risk assessment method.

**Казмирчук Светлана Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.

E-mail: sv.kazmirchuk@gmail.com

**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.

**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.