

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ ПОТЕРЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

В работе представлено два метода анализа и оценки риска, которые позволяют использовать широкий спектр параметров, дающих возможность создавать более гибкие средства оценивания, а также рассчитывать риски, как на основе статистических данных, так и на экспертных оценках, сделанных в неопределенной, слабоформализованной среде с учетом периода времени, отрасли, экономической и управленческой специфики предприятия и др. Кроме этого, разрабатываемые методы дадут возможность отражать результаты, как в числовой, так и в словесной форме, например, с использованием лингвистической переменной, часто применяемой для описания сложных систем, описываемых параметрами, представленными не только в количественном, но и в качественном виде.

Ключевые слова: риск, анализ риска, оценка риска, метод анализа и оценки риска информационной безопасности, управление риском, параметры риска.

Согласно требованиям Закона Украины “О защите информации в информационно-телекоммуникационных системах” необходимо создание комплексных систем защиты информации (КСЗИ) для обеспечения безопасности государственных информационных ресурсов (ГИР), под которыми понимается взаимосвязанная, упорядоченная, систематизированная, закреплённая на материальных носителях информация, созданная и собранная на законных основаниях органами государственной власти или другими субъектами за счет государственного бюджета [6]. Базовым этапом построения КСЗИ в автоматизированных системах (АС), является создание политики безопасности, методология создания которой включает в себя: разработку концепции безопасности информации в АС; анализ рисков; определение требований к мерам, методам и средствам защиты; выбор основных решений по обеспечению безопасности информации; организацию выполнения восстановительных работ и обеспечение непрерывного функционирования АС; документальное оформление политики безопасности.

В свою очередь для анализа рисков необходимо: определить компоненты и ресурсы АС, которые учитываются при анализе; идентифицировать угрозы объектам защиты; оценить риски и величину возможных убытков, связанных с реализацией угроз; определить варианты и затраты на построение КСЗИ [10]. На сегодняшний день существует множество средств анализа и оценки риска (АОР), при выборе которых эксперт сталкивается с множеством вопросов таких как, например, “Какие использовать параметры?”, “Какой применяется математический аппарат?”, “Как осуществить оценивание без статистических данных?”, “Как произвести АОР в неопределенной, слабоформализованной среде?” и т.д. Эти и другие факторы создают ряд трудностей при выборе соответствующих средств оценивания. В этой связи для АОР потери ГИР был проведен анализ и определено понятия риска с целью его интерпретации в области информационной безопасности (ИБ) [1]. На основании этого предложена модель представления параметров риска [2] в виде десятикомпонентного кортежа, а также осуществлен анализ определения его базовых понятий в сфере ИБ [4] и исследован широкий спектр инструментов АОР [4, 7] с определением их идентифицирующих и оценочных компонент, которые в дальнейшем можно использовать для анализа и сравнения соответствующих средств. Такое исследование показало, что в основном для АОР используются статистические данные об инцидентах и угрозах ИБ. Во многих странах (в том числе и в Украине) на государственном уровне подобная статистика не ведется [6], что ограничивает возможности существующих средств для национального использования. Также следует отметить, что исследуемый инструментарий устанавливает эксперту определенные ограничения (на используемый набор параметров) и не дает ему возможности применения АОР более широкого спектра величин.

В связи с этим, целью данной работы является разработка методов АОР, позволяющих использовать широкий спектр параметров, дающих возможность создавать более гибкие средства оценивания, а также рассчитывать риски, как на основе статистических данных, так и на экспертных оценках, сделанных в неопределенной,

слабоформализованной среде, с учетом периода времени, отрасли, экономической и управленческой специфики предприятия и др. Кроме этого, разрабатываемые методы дадут возможность отражать результаты, как в числовой, так и в словесной форме, например, с использованием лингвистической переменной (ЛП), часто применяемой для описания сложных систем, описываемых параметрами, представленными не только в количественном, но и в качественном виде. При этом ЛП позволяют поставить в соответствие качественным значениям определенный количественный эквивалент [3]. Для решения поставленной задачи предлагается использовать подход, основанный на суждениях экспертов. При этом будем учитывать первую ситуацию, когда эксперт имеет четкие (бинарные) предпочтения относительно значений оцениваемых параметров, так и вторую ситуацию – с зоной неуверенности, когда эксперт сомневается в однозначности своих приоритетов. В соответствие с этим предлагается два метода оценивания – детерминированный (DetM), основанный на бинарных оценках, и нечеткий (FuzM).

Метод DetM

Шаг 1 (Определение множеств). На этом шаге определяются все используемые базовые множества параметров, которые будут задействованы в процессе АОР. Для определения множеств в качестве основы используем модель параметров интегрированного представления риска [2]: $E \in \{E_e\} (e = \overline{1,7})$ – событие нарушения ИБ (например, E может отражаться значением $E_7 = \text{“НКЦД”}$); $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,n})$ – действие, которое может привести к E (например, для $n=5$ эксперты могут идентифицировать, следующие $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$: $A_1 = \text{“Заражение вирусами”}$; $A_2 = \text{“Ошибки программирования”}$; $A_3 = \text{“Нарушение работы операционной системы”}$; $A_4 = \text{“Нарушение целостности системы безопасности”}$; $A_5 = \text{“Отказ в обслуживании”}$). Для отображения общего результата АОР воспользуемся ЛП “СТЕПЕНЬ РИСКА” (DR), которая определяется кортежем [3] $\langle DR, T_{DR}, X_{DR} \rangle$, где базовые терм-

множества задаются m термами $T_{DR} = \bigcup_{j=1}^m T_{DR_j}$ (например, для $m=5 - \bigcup_{j=1}^5 T_{DR_j} =$

{“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)}, которые могут быть отображены на универсальное множество $X_{DR} \in \{0, max_{DR}\}$). Для каждого из термов $T_{DR_1}, \dots, T_{DR_j}, \dots, T_{DR_m}$ задается свой интервал значений $[dr_{min}; dr_1[, \dots, [dr_j; dr_{j+1}[, \dots, [dr_m; dr_{max}]$ (например, при $m=5$ для $T_{DR_1}, T_{DR_2}, T_{DR_3}, T_{DR_4}, T_{DR_5}$ определим интервалы с использованием шкалы Харрингтона [9], которую модифицируем увеличением ее градуированных значений в два порядка, 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 $EK_{3Ch} \in \{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3, EK_4\} = \{P, F, L, D\}$). Введем ЛП “УРОВЕНЬ ОЦЕНОЧНОГО КОМПОНЕНТА EK_i ” (K_{EK_i}), которая определяется кортежем [3] $\langle K_{EK_i},$

$T_{K_{EK_i}}, X_{EK_i} \rangle$, где базовые терм-множества задаются m термами $T_{K_{EK_i}} = \bigcup_{j=1}^m T_{K_{EK_{ij}}}$

(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 $EK_i - [k_{EK_{i1} \min}; k_{EK_{i1}}[, \dots, [k_{EK_{ij}}; k_{EK_{ij+1}}[, \dots, [k_{EK_{im}}; k_{EK_{i \max}}]$ (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 $[k_{EK_{3 \min}}; k_{EK_{31}}[, [k_{EK_{32}}; k_{EK_{33}}[, [k_{EK_{34}}; k_{EK_{35}}[, [k_{EK_{36}}; k_{EK_{37}}[, [k_{EK_{38}}; k_{EK_{3 \max}}]$, 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 $ek \in \{ek_i\} (i = \overline{1, g})$.

Отображение значений оценочных компонент Таблица 1

EK_i	Интервалы значений K_{EK_i} для $T_{K_{EK_{i1}}} - T_{K_{EK_{im}}}$				
	$T_{K_{EK_{i1}}}$	...	$T_{K_{EK_{ij}}}$	...	$T_{K_{EK_{im}}}$
EK_1	$[k_{EK_{1 \min}}; k_{EK_{11}}[$	...	$[k_{EK_{1j}}; k_{EK_{1j+1}}[$	...	$[k_{EK_{1m}}; k_{EK_{1 \max}}]$
...
EK_i	$[k_{EK_{i \min}}; k_{EK_{i1}}[$	...	$[k_{EK_{ij}}; k_{EK_{ij+1}}[$	...	$[k_{EK_{im}}; k_{EK_{i \max}}]$
...
EK_g	$[k_{EK_{g \min}}; k_{EK_{g1}}[$	...	$[k_{EK_{gj}}; k_{EK_{gj+1}}[$	...	$[k_{EK_{gm}}; k_{EK_{g \max}}]$

Шаг 2 (Описание оценочных компонент).

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

Шаг 3 (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

$$LS_i \geq LS_{i+1}, \tag{1}$$

то значимость i -го компонента определяется по правилу Фишберна [8]:

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

Согласно этому правилу у эксперта отсутствует информация (кроме условия (1)) о значимости компонента и тогда (2) 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:

$$LS_i = 1/g. \tag{3}$$

Шаг 4 (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 свой интервал значений, лежащий в диапазоне $[dr_{\min}; dr_{\max}]$ (см. пример на шаге 1).

Шаг 5 (Определение эталонных значений оценочных компонент). Здесь экспертами производится определение эталонных значений для K_{EK_i} , т.е. задается количество термов в терм-множестве ЛП (см. пример на шаге 1 и табл. 2).

оценочных компонент

Таблица 2

EK_i	Интервалы значений K_{EK_i} для $T_{K_{EK_i1}} - T_{K_{EK_i5}}$				
	$T_{K_{EK_i1}}$	$T_{K_{EK_i2}}$	$T_{K_{EK_i3}}$	$T_{K_{EK_i4}}$	$T_{K_{EK_i5}}$
$EK_1=P$	$T_{K_{P1}} \in [0; 20[$	$[20; 40[$	$[40; 60[$	$[60; 80[$	$T_{K_{P5}} \in [80; 100]$
$EK_2=F$	$T_{K_{F1}} \in [0; 0,2[$	$[0,2; 0,4[$	$[0,4; 0,6[$	$[0,6; 0,8[$	$T_{K_{F5}} \in [0,8; 1]$
$EK_3=L$	$T_{K_{L1}} \in [0; 0,1[$	$[0,1; 0,2[$	$[0,2; 0,3[$	$[0,3; 0,4[$	$T_{K_{L5}} \in [0,4; 0,5]$
$EK_4=D$	$T_{K_{D1}} \in [0; 2[$	$[2; 4[$	$[4; 6[$	$[6; 8[$	$T_{K_{D5}} \in [8; 9]$

Шаг 6 (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. $\{ek_i^A\} = \{ek_P^A, ek_F^A, ek_L^A, ek_D^A, ek_S^A, ek_V^A\}$. Значения выставляются на основании предпочтений экспертов, статистической информации и др. данных. В табл. 3 показан пример определения текущих значений для $A \in \{A_a\}$ ($a = \overline{1, 5}$), описанных на шаге 1 при $g=4$, а $EK_{3Ch} \in \{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3, EK_4\} = \{P, F, L, D\}$ ($i = \overline{1, 4}$).

Пример 1 – определение текущих значений оценочных компонент

Таблица 3

EK_i	ek_i^{A1}	$T_{K_{EK_i}}$	ek_i^{A2}	$T_{K_{EK_i}}$	ek_i^{A3}	$T_{K_{EK_i}}$	ek_i^{A4}	$T_{K_{EK_i}}$	ek_i^{A5}	$T_{K_{EK_i}}$
P , ($i=1$)	72	B	58	C	64	C	70	B	66	C
F , ($i=2$)	0,72	B	0,58	C	0,64	C	0,7	B	0,66	C
L , ($i=3$)	0,23	C	0,33	C	0,12	H	0,4	B	0,24	H
D , ($i=4$)	5,4	C	6	C	2,2	OH	9	OB	5,5	C

Шаг 7 (Классификация текущих значений). При прохождении этого шага определяется принадлежность ek_i^A заданному диапазону, по которому формируется бинарное значение λ :

$$\lambda_{ij}^{(A_a)} = \begin{cases} 1, \text{ при } ek_i^{A_a} \in [k_{EK_i(j-1)}; k_{EK_i j}] \\ 0, \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [k_{EK_i(j-1)}; k_{EK_i j}] \end{cases}, \quad (4)$$

Классификация текущих значений оценочных компонент Таблица 4

EK_i	$\lambda_{ij}^{(A_a)}$ для $T_{K_{EK_i j}}$ ($i = \overline{1, g}, j = \overline{1, m}$)				
	$T_{K_{EK_i1}}$	...	$T_{K_{EK_i j}}$	...	$T_{K_{EK_i m}}$
EK_1	λ_{11}	...	λ_{1j}	...	λ_{1m}
...
EK_i	λ_{i1}	...	λ_{ij}	...	λ_{im}
...
EK_g	λ_{g1}	...	λ_{gi}	...	λ_{gm}

отражающее предпочтение эксперта относительно значений оценочных параметров, а результаты вычислений для удобства заносятся в табл. 4.

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.

Шаг 8 (Оценка степени риска). На этом шаге производится вычисление показателя степени

риска нарушения ИБ $dr^{(A_a)}$ по формуле:

$$dr^{(A_a)} = \sum_{j=1}^m \left(dr_j \sum_{i=1}^g LS_i \lambda_{ij}^{(A_a)} \right), \quad (5)$$

где $dr_j = 90 - 20(j-1)$ $\lambda_{ij}^{(A_a)}$ определяется по формуле (4) для каждой A_a ($a = \overline{1, n}$), а LS_i ($i = \overline{1, g}$) – по формуле (2) или (3) ($j = \overline{1, m}$).

Пример 1 – классификация текущих значений компонент

Таблица 5

EK_i	Значение λ для $A \in \{A_a\}$ ($a = \overline{1, 5}$)
--------	--

	$\lambda_{ij}^{(A_1)}$ для $T_{KEK_{im}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_2)}$ для $T_{KEK_{im}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_3)}$ для $T_{KEK_{im}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_4)}$ для $T_{KEK_{im}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_5)}$ для $T_{KEK_{im}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$				
<i>P</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>F</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>L</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>D</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Шаг 9 (Лингвистическое распознавание). На завершающем шаге осуществляется лингвистическое распознавание полученного значения $dr^{(A_a)}$ посредством терм-множеств **DR**, например, по формуле при $m=5$:

$$T_{DR} = \begin{cases} HP, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [dr_{\min}; dr_1[\\ PH, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [dr_2; dr_3[\\ PC, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [dr_4; dr_5[\\ PB, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [dr_6; dr_7[\\ PP, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [dr_8; dr_{\max}] \end{cases} \quad (6)$$

где DR отображает вычисленное $dr^{(A_a)}$ с помощью значений терм-множеств ЛП “СТЕПЕНЬ РИСКА”. Также по выражению (7) можно вычислить среднее значение $dr^{(cp)}$ по оцениваемому ресурсу:

$$dr^{(cp)} = \left(\sum_{a=1}^m dr^{(A_a)} \right) / m. \quad (7)$$

Рассмотрим пример АОР на основе использования такого ресурса (актива) информационной системы, как почтовый сервер, воспользовавшись при этом примером для параметров *E* и *A*, определенных на шаге 1. Их идентификацию наиболее часто осуществляют на основе суждений экспертов или с помощью запросов посредством составленных экспертами опросников [3]. Приведем пример запросов в соответствие стандарта ISO/IEC 27002:

1) Существует ли в организации определенная, внедренная и утвержденная процедура получения разрешения относительно использования новых средств обработки информации? (пункт 6.1.4 стандарта) [11]. Для ответа на данный запрос предлагается выбрать ответ ДА или НЕТ. Если эксперт отвечает ДА, тогда происходит уточнение, как эта процедура организована на предприятии. 1.1) Одобрены ли новые средства обработки информации со стороны: а) руководства пользователей; если ответ ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы все $A_a (a = \overline{1,5})$; б) администраторов средств управления; если ответ ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы A_3-A_5 ; в) менеджером локальной информационной системы. Если эксперт ответил ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы A_2-A_5 ; 1.2) Проверена ли совместимость с другими компонентами системы? Если ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы A_3-A_5 ; 1.3) Используются ли средства обработки информации личной или частной собственности: портативные компьютеры, домашние компьютеры или приборы, для обработки деловой информации и определены, внедрены ли необходимые меры контроля? Если ответ ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы все A_a . В случае если экспертом был дан ответ НЕТ на запрос 1 то это может привести к E_7 и ко всем *A*. Проведём опрос по данному запросу и обработаем варианты ответов. Предположим, что на запрос 1 эксперт дал положительный ответ, следовательно, перешел к уточнению данных, на что дал следующие ответы: 1.1а – ДА; 1.1б – ДА; 1.1в – НЕТ; 1.2 ДА; 1.3 НЕТ.

Шаг 1. Произведем обработку ответов и определение идентифицирующих компонент. И так, относительно данного актива могут быть направлены все A_a ($a = \overline{1,5}$), при реализации которых возможно наступления определенных E , что описывается связками: $A_1 \Rightarrow E_5 = \text{“НЦД”}$; $A_2 \Rightarrow E_7 = \text{“НКЦД”}$; $A_3 \Rightarrow E_5 = \text{“НЦД”}$; $A_4 \Rightarrow E_7 = \text{“НКЦД”}$; $A_5 \Rightarrow E_3 = \text{“НД”}$ (например, последняя связка интерпретируется так: относительно почтового сервера может быть реализовано действие (реализация потенциальных угроз) приводящее к отказу в обслуживании и иницирующее событие нарушения доступности ресурса). Таким образом, множество E для данного актива $E = \{E_3, E_5, E_7\}$. При оценки степени риска используем соответствующую ЛП с терм-множеством и интервалами значений, которые в качестве примера, рассмотрены на шаге 1. Шаг 2. Воспользуемся оценочными компонентами определенными в примере шага 1 при $g=4$, $EK_{3Ch} \in \{EK_i\} = \{EK_1 - \text{вероятность } (P), EK_2 - \text{частота } (F), EK_3 - \text{затраты и потери } (L), EK_4 - \text{опасность } (D)\}$. Шаг 3. Оценку LS осуществим по формуле (3) $LS_i = 1/g = 0,25$ ($i = \overline{1,4}$) Шаг 4. Для определения эталонных значений степени риска воспользуемся примером, описанным на шаге 1 где $[dr_{min}; dr_{max}]$ соответствует $[0; 100]$. Шаг 5. На основе предварительного экспертного анализа получаем эталонные значения K_{EK_i} с заданными интервалами. Для этого воспользуемся данными из примера на шаге 1 и табл. 2, где разбиение на интервалы компонента F основывается на шкале Харрингтона [9], а P – на ее модификации путем увеличения в два порядка градуированных значений. Диапазон значений L и D определяется по усмотрению экспертов. Шаг 6. Текущее состояние ИБ актива характеризуется значениями оценочных компонент ek по каждому A (табл. 3), которые определяются на основе экспертных суждений. Для осуществления дальнейших расчетов будут использоваться данные представленные в табл. 3. Шаг 7. Для каждого A_a ($a = \overline{1,5}$) на основании выражения (4) относительно заданных диапазонов (см. табл. 2) осуществляется классификация текущих значений ek_i^A (см. табл. 4) с помощью бинарной переменной $\lambda_{ij}^{(A_a)}$, конкретные значения которой занесены в табл. 5. Шаг 8. Произведем вычисления показателя степени риска нарушения ИБ по формуле (5), где $m = 5$, $j = \overline{1,5}$, $i = \overline{1,4}$, $a = \overline{1,5}$, $dr_1=10$, $dr_2=30$, $dr_3=50$, $dr_4=70$, $dr_5=90$, тогда $dr^{(A_1)} = 0+35+25+0+0=60$, $dr^{(A_2)}=60$, $dr^{(A_3)}=50$, $dr^{(A_4)}=80$, $dr^{(A_5)}=50$. Шаг 9. Для лингвистического распознавания полученного значения $dr^{(A_a)}$ воспользуемся формулой (6), где $[dr_{min}; dr_{max}]$ соответствует $[0; 100]$, а

$$T_{DR} = \begin{cases} HP, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [0; 20[\\ PH, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [20; 40[\\ PC, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [40; 60[\\ PB, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [60; 80[\\ PP, \text{ при } dr^{(A_a)} \in [80; 100] \end{cases} .$$

Тогда показателям $dr^{(A_1)}$, $dr^{(A_2)}$, $dr^{(A_3)}$, $dr^{(A_4)}$, $dr^{(A_5)}$ соответственно определены значения ЛП: “PB”, “PB”, “PC”, “PP”, “PC”. Также для данного актива по выражению (7) вычисляется среднее значение степени риска $dr^{(cp)} = (\sum_{a=1}^5 dr^{(A_a)})/5 = (60+60+50+80+50)/5=60$ и далее, по формуле (6) определяется его лингвистический эквивалент – “PB”. В целях верификации метода выполним аналогичные вычисления при среде окружения заданного ресурса с повышенным уровнем риска, то есть экспертами было

оценено текущее значения ek_i^A для всех A_a на уровне $T_{K_{EK_i4}}=\{\text{“В”}\}$ и $T_{K_{EK_i5}}=\{\text{“ОВ”}\}$ (см. пример шага 1). Результаты вычислений (по аналогии с табл. 3) занесем в табл. 6.

Пример 2 – определение текущих значений оценочных компонент

Таблица 6

EK_i	$ek_i^{A_1}$	$T_{K_{EK_i}}$	$ek_i^{A_2}$	$T_{K_{EK_i}}$	$ek_i^{A_3}$	$T_{K_{EK_i}}$	$ek_i^{A_4}$	$T_{K_{EK_i}}$	$ek_i^{A_5}$	$T_{K_{EK_i}}$
$P, (i=1)$	80	В	79	В	95	ОВ	86	ОВ	71	В
$F, (i=2)$	0,92	ОВ	0,83	В	0,9	ОВ	0,61	В	0,82	В
$L, (i=3)$	0,44	ОВ	0,39	В	0,45	ОВ	0,48	В	0,43	ОВ
$D, (i=4)$	8,4	В	9	ОВ	7	В	8,3	ОВ	9	ОВ

Далее проводится классификация текущих значений ek_i^A по формуле (4), а результаты занесутся в табл. 7.

Пример 2 – классификация текущих значений компонент

Таблица 7

EK_i	Значение λ для $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$																													
	$\lambda_{ij}^{(A_1)}$ для $T_{K_{EK_{im}}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_2)}$ для $T_{K_{EK_{im}}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_3)}$ для $T_{K_{EK_{im}}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_4)}$ для $T_{K_{EK_{im}}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$					$\lambda_{ij}^{(A_5)}$ для $T_{K_{EK_{im}}} (i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5})$									
	P	F	L	D		P	F	L	D		P	F	L	D		P	F	L	D		P	F	L	D						
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Осуществим вычисления показателя степени риска по формуле (5) $dr^{(A_1)}=85, dr^{(A_2)}=80, dr^{(A_3)}=85, dr^{(A_4)}=80, dr^{(A_5)}=85$ и для лингвистического распознавания полученных результатов воспользуемся формулой (6), тогда всем показателям $dr^{(A_1)}, dr^{(A_2)}, dr^{(A_3)}, dr^{(A_4)}, dr^{(A_5)}$ соответствует значения ЛП: “ПР”. Далее вычисляется среднее значение степени риска $dr^{(cp)}=(85+80+85+80+85)/5=83$ и по формуле (6) определяется его лингвистический эквивалент – “ПР”. Как видно, при увеличении агрессивности среды окружения соответственно увеличился, как средний риск, так и отдельные значения по $A_a (a = \overline{1,5})$. Теперь рассмотрим возможности оценивания степени риска при условии, что эксперт не всегда может однозначно определить предпочтения в отношении оцениваемых параметров. Предлагается решать эту задачу с помощью нечеткого метода АОР. Нечеткие описания в структуре метода появляются в связи с сомнением эксперта, которое возникает в ходе различного рода классификаций, например, эксперт не проводит четкую границу между понятиями “В” и “ОВ” для P . Для интерпретации нечетких описаний воспользуемся ЛП “СТЕПЕНЬ РИСКА”, где $T_{DR1}, \dots, T_{DRj}, \dots, T_{DRm}$ представляются трапециевидными нечеткими числами (НЧ) с функциями принадлежности (ФП) соответственно $\mu_1(dr), \dots, \mu_j(dr), \dots, \mu_m(dr)$, которые вычисляются по выражению (8) [3]:

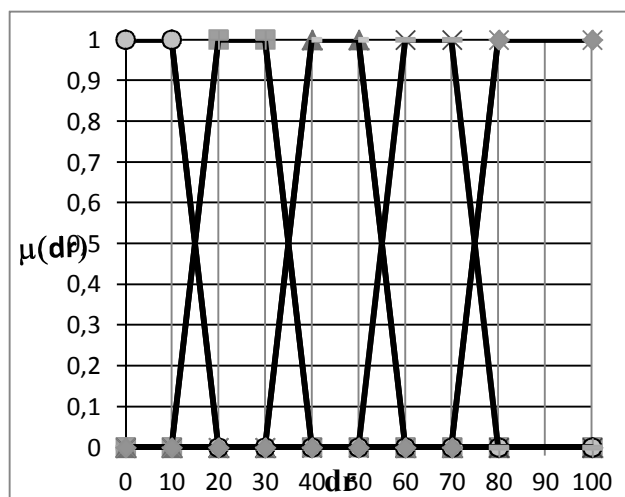


Рис. 1. Эталонны значений для ЛП DR

$$\mu_j(dr) = \begin{cases} L\left(\frac{b_{1j} - dr}{b_{1j} - a_j}\right), & dr \in [a_j, b_{1j}]; \\ 1, & dr \in [b_{1j}, b_{2j}]; \\ R\left(\frac{dr - b_{2j}}{c_j - b_{2j}}\right), & dr \in [b_{2j}, c_j]; \end{cases} \quad (8)$$

где $a_j < b_{1j} \leq b_{2j} < c_j$, при $j = \overline{1, m}$, $\{a_1, c_m\} = \{\emptyset\}$, а $L(dr)$, $R(dr)$ – функции (невозрастающие на множестве не положительных чисел), которые удовлетворяют свойствам: $L(-dr) = L(dr)$, $R(-dr) = R(dr)$, $L(0) = R(0) = 1$. Для целей компактного описания трапецевидные ФП

$\mu_j(dr)$ удобно описывать трапецевидными НЧ вида $\underline{X}_{DRj} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$, где a_j и c_j – абсциссы нижнего основания, а b_{1j} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции (рис. 1), задающей $\mu_j(dr)$ в области с ненулевой принадлежностью носителя dr соответствующему нечеткому подмножеству. После определения ЛП эксперт может использовать ее как математический объект в соответствующих операциях и методах. Продемонстрируем это на примере FuzM.

Метод FuzM

Шаг 1 (Определение лингвистических переменных и нечетких подмножеств). На этом шаге будут использованы все компоненты, которые были определены на шаге 1 DetM. Отметим, что для ЛП DR – “СТЕПЕНЬ РИСКА” ($DR \in \{DR_j\}$) в качестве примера будем использовать $m = 5$ термов $T_{DR1}, T_{DR2}, T_{DR3}, T_{DR4}, T_{DR5}$.

Шаг 2 и Шаг 3 совпадают соответственно с шагами 2 и 3 DetM.

Шаг 4 (Определение эталонных значений степени риска). Здесь экспертами, на основе выражения (8) и собственных приоритетов, определяются эталонные НЧ для DR относительно интервалов значений, количество которых зависит от числа используемых термов, например, если для DR их m , то количество интервалов будет $G=2m-1$, с общим видом $[b_{11}; b_{21}[, [b_{21}; b_{12}[, [b_{12}; b_{22}[, \dots, [b_{2j-1}; b_{1j}[, [b_{1j}; b_{2j}[, \dots, [b_{2m-1}; b_{1m}[, [b_{1m}; b_{2m}[$ ($j = \overline{1, m}$) и ФП $\mu_j(dr)$. Допустим $m = 5$, тогда $G=9$, а интервалам $[b_{11}; b_{21}[, [b_{21}; b_{12}[, [b_{12}; b_{22}[, [b_{22}; b_{13}[, [b_{13}; b_{23}[, [b_{23}; b_{14}[, [b_{14}; b_{24}[, [b_{24}; b_{15}[, [b_{15}; b_{25}[$ с учетом (8) соответствуют $[b_{11}; b_{21}[, [a_2, c_1[, [b_{12}; b_{22}[, [a_3; c_2[, [b_{13}; b_{23}[, [a_4; c_3[, [b_{14}; b_{24}[, [a_5; c_4[, [b_{15}; b_{25}[$, а конкретные данные (интервалы значений и ФП заданных термов), для рассматриваемого примера, занесены в табл. 8.

Пример значений интервалов и $\mu_j(dr)$ Таблица 8

Интервалы	Термы	$\mu_j(dr)$
$[b_{11}; b_{21}[= [0; 10[$	T_{DR1}	1
$[b_{21}; b_{12}[= [10; 20[$	T_{DR1}	$\mu_1(dr) = (20 - dr)/10$
	T_{DR2}	$\mu_2(dr) = 1 - \mu_1(dr)$
$[b_{12}; b_{22}[= [20; 30[$	T_{DR2}	1
$[b_{22}; b_{13}[= [30; 40[$	T_{DR2}	$\mu_2(dr) = (40 - dr) / 10$
	T_{DR3}	$\mu_3(dr) = 1 - \mu_2(dr)$
$[b_{13}; b_{23}[= [40; 50[$	T_{DR3}	1
$[b_{23}; b_{14}[= [50; 60[$	T_{DR3}	$\mu_3(dr) = (60 - dr) / 10$
	T_{DR4}	$\mu_4(dr) = 1 - \mu_3(dr)$
$[b_{14}; b_{24}[= [60; 70[$	T_{DR4}	1
$[b_{24}; b_{15}[= [70; 80[$	T_{DR4}	$\mu_4(dr) = (80 - dr) / 10$
	T_{DR5}	$\mu_5(dr) = 1 - \mu_4(dr)$

$[b_{15}; b_{25}] = [80; 100]$	T_{DR5}	1
--------------------------------	-----------	---

Шаг 5 (Определение эталонных значений оценочных компонент). На этом

шаге экспертами производится определение эталонных значений для K_{EK_i} , аналогично шагу 5 DetM (см. табл. 2) с тем отличием, что здесь осуществляется разбиение полного множества указанных значений на нечеткие подмножества. Для удобства отображения оценочных компонент через НЧ воспользуемся табл. 9. Приведем пример такого определения для $\{EK_i\} = \{EK_1, EK_2, EK_3, EK_4\} = \{P, F, L, D\}$ с конкретными данными, отображенными в табл. 10. При этом значения НЧ для P, F, L и D соответственно представлены на рис. 2. 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. 11.

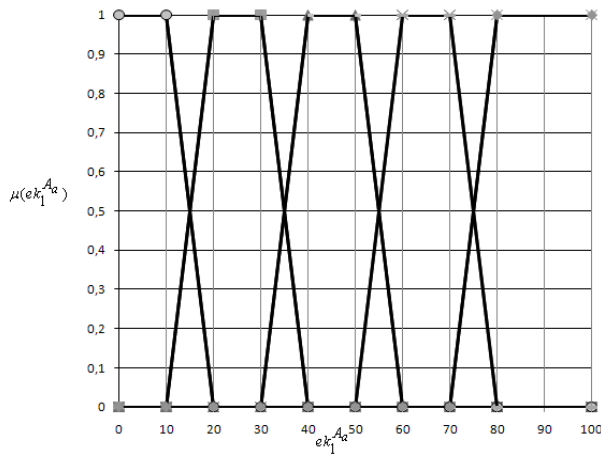
Отображение значений НЧ оценочных компонент

Таблица 9

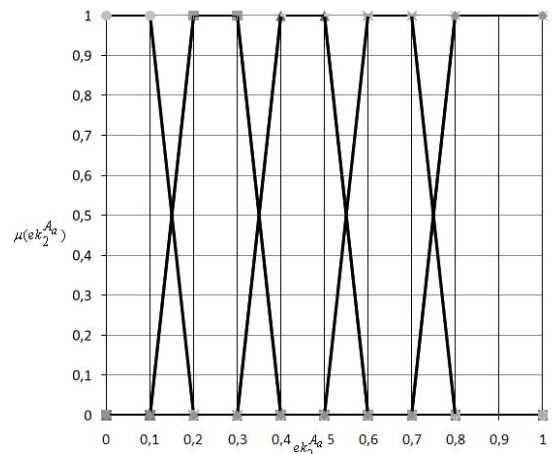
EK_i	НЧ $\tilde{X}_{K_{EK_i j}} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $T_{K_{EK_i 1}} - T_{K_{EK_i m}}$ ($j = \overline{1, m}$)				
	$T_{K_{EK_i 1}}$	...	$T_{K_{EK_i j}}$	...	$T_{K_{EK_i m}}$
EK_1	$(a_{1min}; b_{11min}; b_{121}; c_1)$	...	$(a_{1j}; b_{11j}; b_{12j+1}; c_{j+1})$	...	$(a_{1m}; b_{11m}; b_{12max}; c_{1max})$
...
EK_i	$(a_{imin}; b_{i1min}; b_{i21}; c_i)$	...	$(a_{ij}; b_{i1j}; b_{i2j+1}; c_{j+1})$	...	$(a_{im}; b_{i1m}; b_{i2max}; c_{imax})$
...
EK_g	$(a_{gmin}; b_{g1min}; b_{g21}; c_g)$	...	$(a_{gj}; b_{g1j}; b_{g2j+1}; c_{j+1})$	...	$(a_{gm}; b_{g1m}; b_{g2max}; c_{gmax})$

Шаг 6 (Оценка текущих значений компонент). Совпадает с шагом 6 DetM.

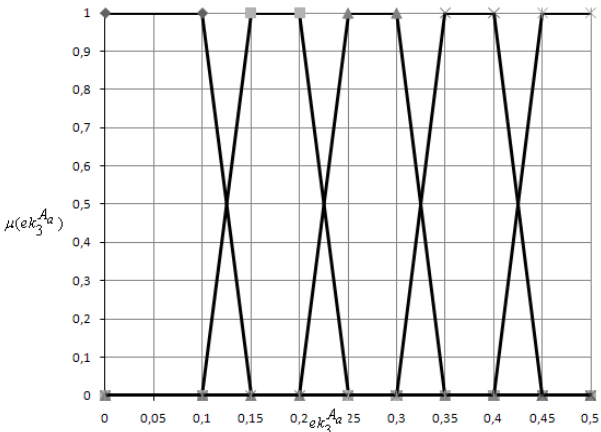
P



F



L



D

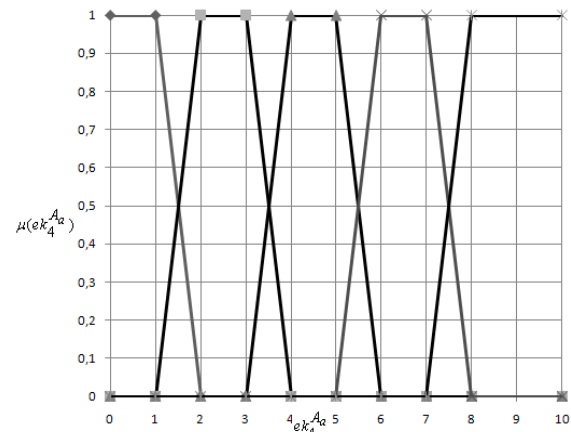


Рис. 2 Эталоны значений для оценочных компонент P, F, L и D

Шаг 7 (Классификация текущих значений). На этом шаге с помощью эталонных значений (рис. 2) сформулированными экспертами, осуществляется определение принадлежности ek_i^{Aa} заданому НЧ, по которому формируется значение λ с помощью выражения (9). Результаты проведенного вычисления для удобства заносятся в табл. 4, где $\lambda_{ij}^{(Aa)}$ – уровень принадлежности носителя ek_i^{Aa} нечеткому подмножеству $k_{EK_{ij}}$.

$$\lambda_{i1}^{(Aa)} = \begin{cases} 1 \text{ при } ek_i^{Aa} \in [bi_{11}, bi_{12}[\\ 0 \text{ при } ek_i^{Aa} \notin [bi_{11}, ci_1[\\ \mu_1(ek_i^{Aa}) \text{ при } ek_i^{Aa} \in [bi_{12}, ci_1[\end{cases} \quad \lambda_{ij}^{(Aa)} = \begin{cases} \mu_j(ek_i^{Aa}) \text{ при } ek_i^{Aa} \in [ai_j, bi_{j1}[\\ 1 \text{ при } ek_i^{Aa} \in [bi_{j1}, bi_{j2}[\\ \mu_j(ek_i^{Aa}) \text{ при } ek_i^{Aa} \in [bi_{j2}, ci_j[\\ 0 \text{ при } ek_i^{Aa} \notin [ai_j, ci_j[\end{cases} \quad (9)$$

$$\lambda_{im}^{(Aa)} = \begin{cases} \mu_m(ek_i^{Aa}) \text{ при } ek_i^{Aa} \in [ai_m, bi_{m1}[\\ 1 \text{ при } ek_i^{Aa} \in [bi_{m1}, bi_{m2}[\\ 0 \text{ при } ek_i^{Aa} \notin [ai_m, bi_{m2}[\end{cases} \quad (j = \overline{2, m-1})$$

Шаг 8 (Оценка степени риска). Совпадает с шагом 8 DetM.

Шаг 9 (Формирование структурированного параметра риска). На основании вычисленного значения $dr^{(Aa)}$ и построенных эталонов (рис. 1, (8)) формируем структурированный параметр степени риска SP по выражению (11):

$$SP^{(Aa)} = \begin{cases} (dr^{(Aa)}; T_{DR_j}) \text{ при } \mu_j(dr) = 1 \\ (dr^{(Aa)}; T_{DR_j}(\mu_j(dr)); T_{DR_{j+1}}(\mu_{j+1}(dr))) \text{ при } \mu_j(dr), \mu_{j+1}(dr) \neq 1 \end{cases}, \quad (11)$$

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

Пример определения эталонных значений НЧ оценочных компонент Таблица 10

EK_i	НЧ $\underline{X}_{DR_j} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $T_{K_{EK_{i1}}} - T_{K_{EK_{i5}}}$ ($j = \overline{1,5}$)				
	$T_{K_{EK_{i1}}}$ ($a_1; b_{11}; b_{21}; c_1$)	$T_{K_{EK_{i2}}}$ ($a_2; b_{12}; b_{22}; c_2$)	$T_{K_{EK_{i3}}}$ ($a_3; b_{13}; b_{23}; c_3$)	$T_{K_{EK_{i4}}}$ ($a_4; b_{14}; b_{24}; c_4$)	$T_{K_{EK_{i5}}}$ ($a_5; b_{15}; b_{25}; c_5$)
$EK_1=P$	(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)

Пример значений интервалов и $\mu_j(ek_i^{Aa})$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$) Таблица 11

Интервалы для EK_i				Термы	$\mu_j(ek_i^{Aa})$			
P	F	L	D	$T_{K_{EK_{ij}}}$	$\mu_j(ek_1^{Aa})$	$\mu_j(ek_2^{Aa})$	$\mu_j(ek_3^{Aa})$	$\mu_j(ek_4^{Aa})$
[0;10[	[0;0,1[	[0;0,1[	[0;1[	$T_{K_{EK_{i1}}}$	$\mu_1(ek_1^{Aa}) = 1$	$\mu_1(ek_2^{Aa}) = 1$	$\mu_1(ek_3^{Aa}) = 1$	$\mu_1(ek_4^{Aa}) = 1$

[10;20[	[0,1;0,2[	[0,1;0,15[	[1;2[	$T_{K_{EK_i1}}$	$\mu_1(ek_1^{A_a}) = (20 - ek_1^{A_a})/10$	$\mu_1(ek_2^{A_a}) = (0,2 - ek_2^{A_a})*10$	$\mu_1(ek_3^{A_a}) = (0,15 - ek_3^{A_a})*20$	$\mu_1(ek_4^{A_a}) = (2 - ek_4^{A_a})$
				$T_{K_{EK_i2}}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_1^{A_a})$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_2^{A_a})$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_3^{A_a})$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_1(ek_4^{A_a})$
[20;30[	[0,2;0,3[	[0,15;0,2[	[2;3[	$T_{K_{EK_i2}}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = 1$
[30;40[	[0,3;0,4[	[0,2;0,25[	[3;4[	$T_{K_{EK_i2}}$	$\mu_2(ek_1^{A_a}) = (40 - ek_1^{A_a})/10$	$\mu_2(ek_2^{A_a}) = (0,4 - ek_2^{A_a})*10$	$\mu_2(ek_3^{A_a}) = (0,25 - ek_3^{A_a})*20$	$\mu_2(ek_4^{A_a}) = (4 - ek_4^{A_a})$
				$T_{K_{EK_i3}}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_1^{A_a})$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_2^{A_a})$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_3^{A_a})$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_2(ek_4^{A_a})$
[40;50[	[0,4;0,5[	[0,25;0,3[	[4;5[	$T_{K_{EK_i3}}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = 1$
[50;60[	[0,5;0,6[	[0,3;0,35[	[5;6[	$T_{K_{EK_i3}}$	$\mu_3(ek_1^{A_a}) = (60 - ek_1^{A_a})/10$	$\mu_3(ek_2^{A_a}) = (0,6 - ek_2^{A_a})*10$	$\mu_3(ek_3^{A_a}) = (0,35 - ek_3^{A_a})*20$	$\mu_3(ek_4^{A_a}) = (6 - ek_4^{A_a})$
				$T_{K_{EK_i4}}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_1^{A_a})$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_2^{A_a})$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_3^{A_a})$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_3(ek_4^{A_a})$
[60;70[	[0,6;0,7[	[0,35;0,4[	[6;7[	$T_{K_{EK_i4}}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = 1$

Продолжение табл. 11

[70;80[	[0,7;0,8[	[0,4;0,45[	[7;8[	$T_{K_{EK_i4}}$	$\mu_4(ek_1^{A_a}) = (80 - ek_1^{A_a})/10$	$\mu_4(ek_2^{A_a}) = (0,8 - ek_2^{A_a})*10$	$\mu_4(ek_3^{A_a}) = (0,45 - ek_3^{A_a})*20$	$\mu_4(ek_4^{A_a}) = (8 - ek_4^{A_a})$
				$T_{K_{EK_i5}}$	$\mu_5(ek_1^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_1^{A_a})$	$\mu_5(ek_2^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_2^{A_a})$	$\mu_5(ek_3^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_3^{A_a})$	$\mu_5(ek_4^{A_a}) = 1 - \mu_4(ek_4^{A_a})$
[80;100[	[0,8;1[	[0,45;0,5[	[8;10[	$T_{K_{EK_i5}}$	$\mu_5(ek_1^{A_a}) = 1$	$\mu_5(ek_2^{A_a}) = 1$	$\mu_5(ek_3^{A_a}) = 1$	$\mu_5(ek_4^{A_a}) = 1$

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 $\lambda_{ij}^{(A_a)}$.

Рассмотрим работу метода на конкретном примере. По аналогии с DetM воспользуемся тем же активом и множествами E, A . Проведем классификацию текущих значений ek_i^A по критерию табл. 11 и выражению (9). Для A_a ($a = \overline{1,5}$) формула (9) принимает следующий вид:

$$\lambda_{i1}^{(A_a)} = \begin{cases} 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{11}, bi_{12}[\\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [bi_{11}, ci_1[\\ \mu_1(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{12}, ci_1[\end{cases} \quad \lambda_{i2}^{(A_a)} = \begin{cases} \mu_2(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [ai_2, bi_{21}[\\ 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{21}, bi_{22}[\\ \mu_2(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{22}, ci_2[\\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [ai_2, ci_2[\end{cases}$$

$$\lambda_{i3}^{(A_a)} = \begin{cases} \mu_3(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [ai_3, bi_{31}[\\ 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{31}, bi_{32}[\\ \mu_3(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{32}, ci_3[\\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [ai_3, ci_3[\end{cases}$$

$$\lambda_{i4}^{(A_a)} = \begin{cases} \mu_4(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [ai_4, bi_{41}[\\ 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{41}, bi_{42}[\\ \mu_4(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{42}, ci_4[\\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [ai_4, ci_4[\end{cases}$$

$$\lambda_{i5}^{(A_a)} = \begin{cases} \mu_5(ek_i^{A_a}) \text{ при } ek_i^{A_a} \in [ai_5, bi_{51}[\\ 1 \text{ при } ek_i^{A_a} \in [bi_{51}, bi_{52}[\\ 0 \text{ при } ek_i^{A_a} \notin [ai_5, bi_{52}[\end{cases}$$

а вычисленные с ее помощью значения на основании табл. 4 заносятся в табл. 12.

Пример 1 – классификация текущих значений компонент

Таблица 12

EK_i	Значение λ для $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$																								
	$\lambda_{ij}^{(A_1)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(A_2)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(A_3)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(A_4)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(A_5)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				
P	0	0	0	0,8	0,2	0	0	0,2	0,8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
F	0	0	0	0,8	0,2	0	0	0,2	0,8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
L	0	0,4	0,6	0	0	0	0	0,4	0,6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,2	0,8	0	0
D	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

Теперь произведем оценку степени риска ИБ по формуле (5). В результате получим следующие значения: $dr^{(A_1)}=62$, $dr^{(A_2)}=66$, $dr^{(A_3)}=50$, $dr^{(A_4)}=75$, $dr^{(A_5)}=61,5$ и далее на основе (8) и (11) формируются $SP^{(A_a)}$: $SP^{(A_1)} = (dr^{(A_1)}; T_{DR_4}) = (62; PB)$, $SP^{(A_2)} = (66; PB)$, $SP^{(A_3)} = (50; PC)$, $SP^{(A_4)} = (dr^{(A_4)}; T_{DR_4}(\mu_4(dr); T_{DR_5}(\mu_5(dr)))) = (75; PB(0,5); PP(0,5))$, $SP^{(A_5)} = (61,5; PB)$, где, например, (62; PB) словесно интерпретируется, как – степень риска высокая с числовым эквивалентом 62, а (75; PB(0,5); PP(0,5)), как – степень риска с числовым эквивалентом 75 граничит между высоким риском и придельным риском с уверенностью эксперта по границе PB – 0,5 и PP – 0,5.

Также для данного актива по аналогии с DetM (шаг 9) на основе выражения (7), можно вычислить среднее значение степени риска: $dr^{(cp)} = (62+66+50+75+61,5)/5 = 62,9$ и сформировать для него $SP^{(cp)} = (62,9; PB)$.

Аналогично (в целях верификации метода) выполним вычисления при среде окружения заданного ресурса с повышенным уровнем риска (на основании данных табл. 6 DetM). Произведем классификацию текущих значений оценочных компонент, а результаты занесем в табл. 13.

Пример 2 – классификация текущих значений компонент

Таблица 13

EK_i	Значение λ для $A \in \{A_a\} (a = \overline{1,5})$									
	$\lambda_{ij}^{(A_1)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)		$\lambda_{ij}^{(A_2)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)		$\lambda_{ij}^{(A_3)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)		$\lambda_{ij}^{(A_4)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)		$\lambda_{ij}^{(A_5)}$ для $T_{KEK_{im}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)	

P	0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0,9	0,1
F	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0,2	0,8	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0,4	0,6	
D	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	

Вычисляем степени риска по формуле (5), в результате чего получим следующие значения: $dr^{(A_1)}=89$, $dr^{(A_2)}=84,5$, $dr^{(A_3)}=85$, $dr^{(A_4)}=85$, $dr^{(A_5)}=83,4$, $SP^{(A_1)} = (89; ПР)$, $SP^{(A_2)} = (84,5; ПР)$, $SP^{(A_3)} = (85; ПР)$, $SP^{(A_4)} = (85; ПР)$, $SP^{(A_5)} = (83,4; ПР)$, а также определяются $dr^{(cp)}=(89+84,5+85+85+83,4)/5=85,4$ и $SP^{(cp)}=(85,4; ПР)$.

Как видно, при увеличении агрессивности среды окружения соответственно увеличился, как средний риск с “РВ” до “ПР”, так и отдельные значения по A_a ($a = \overline{1,5}$), например – A_1 с “РВ” до “ПР”. Также следует сказать, что при ситуации с зоной неуверенности (когда эксперт сомневается в однозначности своих приоритетов) FuzM дает возможность эксперту, при дальнейшей обработке рисков, использовать не только фиксированное значение показателей, а и допустимые интервалы, расширяющие возможности по принятию соответствующих решений.

Разработанные методы на основе модели ИППР позволяют создавать средства АОР, которые в отличие от известных [5, 6] используют в качестве входных данных различные наборы оценочных параметров (например, любые комбинации и сочетания P, F, L и D), что повышает гибкость и расширяет возможности проектируемых средств оценивания функционирующих, как в детерминированной, так и в нечетко определенной слабоформализованной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корченко А.Г. Анализ и определение понятия риска для его интерпретации в области информационной безопасности / Корченко А.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации – 2010. – №3. – С. 5 – 10.
2. Корченко А.Г. Интегрированное представление параметров риска / Корченко А.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации – 2011. – №1 (50). – С. 96 – 101.
3. Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения / Корченко А.Г. – К. : “МК-Пресс”, 2006. – 320с. (ил. Монография).
4. Луцкий М.Г. Базовые понятия управления риском в сфере информационной безопасности / Луцкий М.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации – 2011. – №2. – С. 86-94.
5. Луцкий М.Г. Исследование программных средств анализа и оценки риска информационной безопасности / Луцкий М.Г., Корченко А.Г., Иванченко Е.В., Казмирчук С.В. // Защита информации – 2011. – №3. – С. 97-108.
6. Марущак А.І. Щодо поняття “Інформаційні ресурси держави” // Інформаційна безпека. Людина, суспільство, держава. – 2009 – №1(1) – С.11-15.
7. Скулыш Е.Д. Средства анализа и оценки риска информационной безопасности / Скулыш Е.Д., Корченко А.Г., Горбенко Ю.И., Казмирчук С.В. // Інформаційна безпека. Людина, суспільство, держава – 2011. – №3 (7). – С.31-48.
8. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М. : Наука, 1978. – 352 с.
9. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении: Учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Дело, 2004. – 400 с.
10. НД ТЗІ 1.4-001-2000 Типове положення про службу захисту інформації в автоматизованій системі. Затверджено наказом ДСТСЗІ СБ України від 04 грудня 2000 р. № 53.

11. ISO/IEC 27002:2005 Информационные технологии. Свод правил по управлению защитой информации с учетом Технической поправки 1, опубликованной 2007-07-01.

Надійшла 13.02.2012

Рецензент: д.т.н., проф. Філоненко С.Ф.