

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

6

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2015

ҚАРАША
НОЯБРЬ
NOVEMBER

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашидзе Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагиян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.
ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 6, Number 358 (2015), 23 – 38

UDC 004.056.5**METHODS OF ESTIMATION OF RISKS
FOR CONTROL SYSTEMS OF INFORMATION SECURITY****B.S. Akhmetov¹, A.G. Korchenko², S.V. Kazmirchuk², M. N. Zhekambayeva¹**b_akhmetov@ntu.kz, maia.kz@mail.ru¹Kazakh national research technical university after K. I. Satpayev, Almaty,²National aviation university, Ukraine

Key words: risk, analysis of risk, risk assessment, method of the analysis and assessment of risk of information security, management of risk, characteristics of risk.

Abstract. Research showed that generally for the analysis and estimation of risks statistical data on incidents and threats of information security are used. In many countries at the state level the similar statistics is not conducted that limits possibilities of the existing means for national use. Also it should be noted that the studied tools set to the expert certain restrictions (on the used set of parameters) and do not give it the chance of application for estimation of wider range of sizes. Proceeding from it two methods of the analysis and an assessment of risk which allow to use a wide range of the parameters giving the chance to create more flexible means of estimation and also to count risks, both on the basis of statistical data, and on the expert estimates made in the uncertain, underformalized environment taking into account the period of time, branch, economic and administrative specifics of the enterprise, etc. are presented. Besides, the developed methods will give the chance to reflect results, both in numerical, and in a verbal form, for example, with use of the linguistic variable which is often applied to the description of the difficult systems described by the parameters presented not only in quantitative but also in the qualitative form.

УДК 004.056.5**МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ
ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ****¹Ахметов.Б.С., ²Корченко А.Г., ²Казмирчук С.В., ¹Жекамбаева М.Н.**b_akhmetov@ntu.kz, maia.kz@mail.ru¹Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И.Сатпаева, г. Алматы

²Национальный авиационный университет, Украина

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

Аннотация. Исследование показало, что в основном для анализа и оценивания рисков используются статистические данные об инцидентах и угрозах информационной безопасности. Во многих странах на государственном уровне подобная статистика не ведется, 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 для оценивания более широкого спектра величин. Исходя из этого, 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.

Согласно рекомендациям стандарта ISO/IEC 27001 для обеспечения информационной безопасности (ИБ) на предприятии любой формы собственности необходимо внедрять систему менеджмента информационной безопасности [1,2]. Основой такого стандарта является менеджмент рисков ИБ, под которым подразумевается анализ, оценивание и обработка рисков ИБ. На сегодняшний день существует множество средств анализа и оценивания риска (САОР), 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 оценивания в неопределенной, слабоформализованной среде?» и т.д. Эти и другие факторы создают ряд трудностей при выборе соответствующих средств оценивания. В этой связи для анализа и оценивания рисков был проведен анализ и определено понятия риска с целью его интерпретации в области ИБ. На основании этого предложена кортежная модель базовых характеристик риска [32], а также исследован широкий спектр САОР [3-7] с определением их базовых характеристик, которые в дальнейшем можно использовать для анализа и сравнения соответствующих средств. Такое исследование показало, что в основном для анализа и оценивания рисков используются статистические данные об инцидентах и угрозах ИБ. Во многих странах (в том числе и в Казахстане) на государственном уровне подобная статистика не ведется, 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 для оценивания более широкого спектра величин.

В связи с этим, целью данной работы является разработка методов анализа и оценивания рисков, позволяющих использовать широкий спектр базовых характеристик, дающих возможность создавать более гибкие средства оценивания, а также определять 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 [7]. 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 соответствии с этим предлагается два метода оценивания – детерминированный (FirstM), основанный на бинарных оценках, и нечеткий (SecondM).

Метод FirstM

Этап 1 - Определение множеств. На этом этапе определяются все используемые базовые множества параметров, которые будут задействованы в процессе анализа и оценивания рисков. Для определения множеств в качестве основы используем кортежную модель базовых характеристик риска [3,5]: $BC_1 = \bigcup_{i=1}^{bc_1} BC_{1i}$ – действие, которое может привести к BC_2 (например, для $bc_1=5$ эксперты могут идентифицировать, следующие $BC_1 = \bigcup_{i=1}^5 BC_{1i} = \{BC_{11}, BC_{12}, BC_{13}, BC_{14}, BC_{15}\} = \{\text{«Заражение вирусами»}, \text{«Ошибки программирования»}, \text{«Нарушение работы операционной системы»}, \text{«Нарушение целостности системы безопасности»}, \text{«Отказ в обслуживании»}\}$); $BC_2 = \bigcup_{i=1}^7 BC_{2i}$ – событие нарушения ИБ (например, BC_2 может отражаться значением $BC_{27} = \text{«НКЦД»}$). Для отображения общего результата оценивания риска воспользуемся ЛП «УРОВЕНЬ РИСКА» (LR),

которая определяется кортежем [2] $\langle LR, \underline{T}_{LR}, X_{LR} \rangle$, где базовые терм-множества задаются m

термами $\underline{T}_{LR} = \bigcup_{j=1}^m \underline{T}_{LR_j}$ (например, для $m=5 - \bigcup_{j=1}^5 \underline{T}_{LR_j} = \{\text{«Уровень риск нарушения ИБ очень низкий»}$

(НР), «Уровень риска нарушения ИБ низкий» (РН), «Уровень риска нарушения ИБ средний» (РС), «Уровень риска нарушения ИБ высокий» (РВ), «Уровень риск нарушения ИБ очень высокий» (ОР)), которые могут быть отображены на универсальное множество $X_{DR} \in \{0, \max_{LR}\}$). Для

каждого из термов $\underline{T}_{LR_1}, \dots, \underline{T}_{LR_j}, \dots, \underline{T}_{LR_m}$ задается свой интервал значений $[lr_{min}; lr_1], \dots, [lr_j;$

$lr_{j+1}], \dots, [lr_m; lr_{max}]$ (например, при $m=5$ для $\underline{T}_{LR_1}, \underline{T}_{LR_2}, \underline{T}_{LR_3}, \underline{T}_{LR_4}, \underline{T}_{LR_5}$ определим интервалы с

использованием шкалы Харрингтона [7], которую модифицируем увеличением ее градуированных значений в два порядка, т.е. $[lr_{min}; lr_1], [lr_2; lr_3], [lr_4; lr_5], [lr_6; lr_7], [lr_8; lr_{max}]$ будут соответствовать следующим значениям - $[0; 20], [20; 40], [40; 60], [60; 80], [80; 100]$). Далее, для создания возможности эксперту при оценивании использовать более широкий спектр величин, воспользуемся вышеуказанной моделью базовых характеристик риска и зададим множество таких

характеристик $EC_{Fh} \in \{EC_i\} = \{BC_3, BC_4, BC_5, BC_6\}$ ($i = \overline{1, n}$), где Fh – шестнадцатеричный код, бинарное значение которого следующим образом отражает порядковый номер характеристики в множестве: BC_3 располагается в разряде 2^3 , BC_4 в 2^2 , $BC_5 - 2^1$, $BC_6 - 2^0$ (например, если эксперты хотят воспользоваться BC_3, BC_4 и BC_6 то $n=3$ ($i = \overline{1, 3}$), а $EC_{Dh} \in \{EC_i\} = \{EC_1, EC_2, EC_3\} = \{BC_3, BC_4,$

$BC_6\}$). Введем ЛП «УРОВЕНЬ EC_i » (C_{EC_i}), которая определяется кортежем [5] $\langle C_{EC_i}, \underline{T}_{C_{EC_i}}, X_{EC_i}$

\rangle , где базовые терм-множества задаются m термами $\underline{T}_{C_{EC_i}} = \bigcup_{j=1}^m \underline{T}_{C_{EC_{ij}}}$ (например, при $m=5 - \bigcup_{j=1}^5 \underline{T}_{C_{EC_{ij}}} =$

{«очень низкий» (ОН), «низкий» (Н), «средний» (С), «высокий» (В), «очень высокий» (ОВ)), которые в лингвистической форме характеризуют уровень характеристики и могут быть

отображены на универсальное множество $X_{EC_i} \in \{0, \max_{C_{EC_i}}\}$). Для $\underline{T}_{C_{EC_{i1}}}, \dots, \underline{T}_{C_{EC_{ij}}}, \dots, \underline{T}_{C_{EC_{im}}}$

соответственно задается свой интервал значений для каждого $EC_i - [c_{EC_{i\min}}; c_{EC_{i1}}], \dots, [c_{EC_{ij}}; c_{EC_{i+1}}$

$], \dots, [c_{EC_{im}}; c_{EC_{i\max}}]$ (например, при $m=5$ для термов $\underline{T}_{C_{EC_{31}}}, \underline{T}_{C_{EC_{32}}}, \underline{T}_{C_{EC_{33}}}, \underline{T}_{C_{EC_{34}}}, \underline{T}_{C_{EC_{35}}}$ базовой

характеристики $EC_3 = \{BC_6\}$, осуществим разбиения значения на интервалы - $[c_{EC_{3\min}}; c_{EC_{31}}], [c_{EC_{32}};$

$c_{EC_{33}}], [c_{EC_{34}}; c_{EC_{35}}], [c_{EC_{36}}; c_{EC_{37}}], [c_{EC_{38}}; c_{EC_{3\max}}]$, 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 базовых характеристик через

интервалы допустимых значений воспользуемся табл. 1. Оценка значимости EC_i осуществляется

параметрами из множества $LS \in \{LS_i\}$ ($i = \overline{1, g}$), а оценка текущего значения оценочного

компонента – с помощью множества $ec \in \{ec_i\}$ ($i = \overline{1, g}$).

Таблица 1 - Отображение значений базовых характеристик

EC_i	Интервалы значений C_{EC_i} для $\underline{T}_{C_{EC_{i1}}} - \underline{T}_{C_{EC_{im}}}$
--------	---

	$T_{\sim C_{EC_i1}}$	...	$T_{\sim C_{EC_ij}}$	...	$T_{\sim C_{EC_im}}$
EC_1	$[c_{EC_1 \min}; c_{EC_1}]$	...	$[c_{EC_j}; c_{EC_{j+1}}]$	...	$[c_{EC_m}; c_{EC_1 \max}]$
...
EC_i	$[c_{EC_i \min}; c_{EC_i}]$	...	$[c_{EC_j}; c_{EC_{j+1}}]$	...	$[c_{EC_m}; c_{EC_i \max}]$
...
EC_g	$[c_{EC_g \min}; c_{EC_g}]$	...	$[c_{EC_gj}; c_{EC_{gj+1}}]$	...	$[c_{EC_gm}; c_{EC_g \max}]$

Этап 2 - Описание базовых характеристик. На этом этапе производится описание набора используемых базовых характеристик, которые, по мнению эксперта-аналитика, с одной стороны, влияют на оценивание рисков 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 $\{EC_i\}$ выбираются значения соответствующих компонент, например, при коде $Dh - g=3$, а $EC_{Dh} \in \{EC_i\} = \{EC_1, EC_2, EC_3\} = \{BC_3, BC_4, BC_6\}$ ($i = \overline{1, 3}$) или при коде $Fh - g=4$, а $EC_{Fh} \in \{EC_i\} = \{EC_1, EC_2, EC_3, EC_4\} = \{BC_3, BC_4, BC_5, BC_6\}$ ($i = \overline{1, 4}$).

Этап 3 - Оценка уровня значимости базовых характеристик. На этом этапе каждому компоненту – EC_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:

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

Этап 4 - Определение эталонных значений уровня риска. На этом этапе экспертами определяются эталонные значения для LR , т.е. задается количество термов в базовом термножестве ЛП и ставится им в соответствие свой интервал значений, лежащий в диапазоне $[lr_{\min}; lr_{\max}]$ (см. пример на этапе 1).

Этап 5 - Определение эталонных значений базовых характеристик. Здесь экспертами производится определение эталонных значений для C_{EC_i} , т.е. задается количество термов в термножестве ЛП (см. пример на этапе 1 и табл. 2).

Таблица 2 - Пример определения эталонных значений базовых компонент

EC_i	Интервалы значений C_{EC_i} для $T_{\sim C_{EC_1}} - T_{\sim C_{EC_5}}$				
	$T_{\sim C_{EC_1}}$	$T_{\sim C_{EC_2}}$	$T_{\sim C_{EC_3}}$	$T_{\sim C_{EC_4}}$	$T_{\sim C_{EC_5}}$
$EC_i = BC_3$	$T_{\sim C_{BC_31}} \in [0; 20[$	$[20; 40[$	$[40; 60[$	$[60; 80[$	$T_{\sim C_{BC_35}} \in [80; 100]$

$EC_2=BC_4$	$T_{\sim C_{BC_4^1}} \in [0; 2[$	[2; 4[	[4; 6[	[6; 8[	$T_{\sim C_{BC_4^5}} \in [8; 10]$
$EC_3=BC_5$	$T_{\sim C_{BC_5^1}} \in [0; 0,2[$	[0,2; 0,4[	[0,4; 0,6[	[0,6; 0,8[	$T_{\sim C_{BC_5^5}} \in [0,8; 1]$
$EC_4=BC_6$	$T_{\sim C_{BC_6^1}} \in [0; 0,1[$	[0,1; 0,2[	[0,2; 0,3[	[0,3; 0,4[	$T_{\sim C_{BC_6^5}} \in [0,4; 0,5]$

Этап 6 - Оценка текущих значений характеристик. На этом этапе по каждой базовой характеристике $\{EC_i\}=\{BC_3, BC_4, BC_5, BC_6\}$ ($i = \overline{1, g}$) эксперты соответствующей предметной области определяют ec для всех BC_l при ($bc_l = \overline{1, n}$) т.е. $\{ec_i^{BC_{lbc_l}}\}=\{ec_{BC_3}^{BC_{lbc_l}}, ec_{BC_4}^{BC_{lbc_l}}, ec_{BC_5}^{BC_{lbc_l}}, ec_{BC_6}^{BC_{lbc_l}}\}$. Значения выставляются на основании предпочтений экспертов, статистической информации и др. данных. В табл. 3 показан пример определения текущих значений для $BC_l = \bigcup_{i=1}^5 BC_{li}$, описанных на этапе 1 при $g=4$, а $EC_{Fh} \in \{EC_i\}=\{BC_3, BC_4, BC_5, BC_6\}$ ($i = \overline{1, 4}$).

Таблица 3 - Пример 1 – определение текущих значений базовых характеристик

EC_i	$ec_i^{BC_{11}}$	$T_{\sim C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{12}}$	$T_{\sim C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{13}}$	$T_{\sim C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{14}}$	$T_{\sim C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{15}}$	$T_{\sim C_{EC_i}}$
$BC_3, (i=1)$	72	В	58	С	64	С	70	В	66	С
$BC_4, (i=2)$	5,4	С	6	С	2,2	ОН	9	ОВ	5,5	С
$BC_5, (i=3)$	0,72	В	0,58	С	0,64	С	0,7	В	0,66	С
$BC_6, (i=4)$	0,23	С	0,33	С	0,12	Н	0,4	В	0,24	Н

Этап 7 - Классификация текущих значений. При прохождении этого шага определяется принадлежность $ec_i^{BC_{lbc_l}}$ заданному диапазону, по которому формируется бинарное значение λ :

$$\lambda_{ij}^{(BC_{lbc_l})} = \begin{cases} 1, \text{ при } ec_i^{BC_{lbc_l}} \in [c_{EC_i(j-1)}; c_{EC_i j}[\\ 0, \text{ при } ec_i^{BC_{lbc_l}} \notin [c_{EC_i(j-1)}; c_{EC_i j}[\end{cases}, \quad (4)$$

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

Таблица 4 - Классификация текущих значений базовых характеристик

EC_i	$\lambda_{ij}^{(BC_{lbc_l})}$ для $T_{\sim C_{EC_j}}$ ($i = \overline{1, g}, j = \overline{1, m}$)				
	$T_{\sim C_{EC_1}}$	...	$T_{\sim C_{EC_j}}$	...	$T_{\sim C_{EC_m}}$
EC_1	λ_{11}	...	λ_{1j}	...	λ_{1m}
...
EC_i	λ_{i1}	...	λ_{ij}	...	λ_{im}
...
EC_g	λ_{g1}	...	λ_{gj}	...	λ_{gm}

Аналогичные преобразования производятся для всех BC_1 , например, для тех, которые определены на этапе 1. Все вычисленные значения $\lambda_{ij}^{(BC_{11})}$, $\lambda_{ij}^{(BC_{12})}$... $\lambda_{ij}^{(BC_{15})}$ занесем в табл. 5.

Этап 8 - Оценка уровня риска. На этом этапе производится вычисление показателя уровня риска нарушения ИБ $lr^{(BC_{1bc_1})}$ по формуле:

$$lr^{(BC_{1bc_1})} = \sum_{j=1}^m \left(lr_j \sum_{i=1}^g LS_i \lambda_{ij}^{(BC_{1bc_1})} \right), \quad (5)$$

где $lr_j = 90 - 20(j-1)$ $\lambda_{ij}^{(BC_{1bc_1})}$ определяется по формуле (4) для каждой BC_{1bc_1} ($bc_1 = \overline{1, n}$), а LS_i ($i = \overline{1, g}$) – по формуле (2) или (3) ($j = \overline{1, m}$).

Таблица 5 - Пример 1 – классификация текущих значений характеристик

EC_i	Значение λ для $BC_1 \in \{BC_{1bc_1}\}$ ($bc_1 = \overline{1, 5}$)																								
	$\lambda_{ij}^{(BC_{11})}$ для $T_{\sim C_{EC_{1m}}}$ ($i = \overline{1, 4}, j = \overline{1, 5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{12})}$ для $T_{\sim C_{EC_{2m}}}$ ($i = \overline{1, 4}, j = \overline{1, 5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{13})}$ для $T_{\sim C_{EC_{3m}}}$ ($i = \overline{1, 4}, j = \overline{1, 5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{14})}$ для $T_{\sim C_{EC_{4m}}}$ ($i = \overline{1, 4}, j = \overline{1, 5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{15})}$ для $T_{\sim C_{EC_{5m}}}$ ($i = \overline{1, 4}, j = \overline{1, 5}$)								
BC_3	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
BC_4	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
BC_5	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
BC_6	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

Этап 9 - Лингвистическое распознавание. На завершающем этапе осуществляется лингвистическое распознавание полученного значения $lr^{(BC_{1bc_1})}$ посредством терм-множеств LR , например, по формуле (6) при $m=5$:

$$T_{LR} = \begin{cases} HP, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [lr_{\min}; lr_1[\\ PH, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [lr_2; lr_3[\\ PC, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [lr_4; lr_5[\\ PB, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [lr_6; lr_7[\\ OP, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [lr_8; lr_{\max}] \end{cases}, \quad (6)$$

где LR отображает вычисленное $lr^{(BC_{1bc_1})}$ с помощью значений терм-множеств ЛП «УРОВЕНЬ РИСКА». Также по выражению (7) можно вычислить среднее значение $lr^{(cp)}$ по оцениваемому ресурсу:

$$lr^{(cp)} = \left(\sum_{bc_1=1}^m lr^{(BC_{1bc_1})} \right) / m. \quad (7)$$

Рассмотрим пример анализа и оценивания риска на основе использования такого ресурса (актива) информационной системы, как почтовый сервер, воспользовавшись при этом примером для параметров BC_1 и BC_2 , определенных на этапе 1. Их идентификацию наиболее часто осуществляют на основе суждений экспертов или с помощью запросов, посредством составленных экспертами опросников. Приведем пример запросов в соответствии со стандартом ISO/IEC 27002 [1]:

1) Существует ли в организации определенная, внедренная и утвержденная процедура получения разрешения относительно использования новых средств обработки информации? (пункт 6.1.4 стандарта) [1]. 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 BC_{1bc_1} ($bc_1 = \overline{1,5}$);

б) администраторов средств управления; если ответ ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы BC_{13} - BC_{15} ;

в) менеджером локальной информационной системы. Если эксперт ответил ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы BC_{12} - BC_{15} ;

1.2) Проверена ли совместимость с другими компонентами системы? Если ДА – переход к следующему, если НЕТ – могут быть реализованы BC_{13} - BC_{15} ;

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 BC_{1bc_1} .

В случае если экспертом был дан ответ НЕТ на запрос 1 то это может привести к BC_{17} и ко всем BC_1 .

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.

Этап 1. Произведем обработку ответов и определение базовых характеристик. И так, относительно данного актива могут быть направлены все BC_{1bc_1} ($bc_1 = \overline{1,n}$), при реализации которых возможно наступления определенных BC_1 , что описывается связками: $BC_{11} \Rightarrow BC_{25} = \text{«НЦД»}$; $BC_{12} \Rightarrow BC_{27} = \text{«НЦД»}$; $BC_{13} \Rightarrow BC_{25} = \text{«НЦД»}$; $BC_{14} \Rightarrow BC_{27} = \text{«НЦД»}$; $BC_{15} \Rightarrow BC_{23} = \text{«НД»}$ (например, последняя связка интерпретируется так: относительно почтового сервера может быть реализовано действие (реализация потенциальных угроз) приводящее к отказу в обслуживании и инициирующее событие нарушения доступности ресурса). Таким образом, множество BC_2 для данного актива, отображается как $BC_2 = \{BC_{23}, BC_{25}, BC_{27}\}$. При оценки степени риска используем соответствующую ЛП с терм-множеством и интервалами значений, которые в качестве примера, рассмотрены на этапе 1.

Этап 2. Воспользуемся базовыми характеристиками определенными в примере этапа 1 при $g=4$, $EC_{Fh} \in \{EC_i\} = \{EC_1 - \text{вероятность } (BC_3), EC_2 - \text{опасность } (BC_4), EC_3 - \text{частота } (BC_5), EC_4 - \text{расходы } (BC_6)\}$, ($i = \overline{1, g}$).

Этап 3. Оценку LS осуществим по формуле (3) $LS_i = 1/g = 0,25$ ($i = \overline{1,4}$).

Этап 4. Для определения эталонных значений уровня риска воспользуемся примером, описанным на этапе 1 где $[lr_{min}; lr_{max}]$ соответствует $[0; 100]$.

Этап 5. На основе предварительного экспертного анализа получаем эталонные значения C_{EC_i} с заданными интервалами. Для этого воспользуемся данными из примера этапа 1 и табл. 2, где разбиение на интервалы компонента BC_5 основывается на шкале Харрингтона [7], а BC_3 – на ее модификации путем увеличения в два порядка градуированных значений. Диапазон значений BC_4 и BC_6 определяется по усмотрению экспертов.

Этап 6. Текущее состояние ИБ актива характеризуется значениями базовых характеристик ec по каждому BC_1 (табл. 3), которые определяются на основе экспертных суждений. Для осуществления дальнейших расчетов будут использоваться данные из табл. 3.

Этап 7. Для каждого BC_{1bc_1} ($bc_1 = \overline{1,5}$) на основании выражения (4) относительно заданных диапазонов (см. табл. 2) осуществляется классификация текущих значений $ec_i^{BC_{1bc_1}}$ (см. табл. 4) с помощью бинарной переменной $\lambda_{ij}^{(BC_{1bc_1})}$, конкретные значения которой занесены в табл. 5.

Этап 8. Произведем вычисления показателя уровня риска нарушения ИБ по формуле (5), где $m = 5$, $j = \overline{1,5}$, $i = \overline{1,4}$, $bc_1 = \overline{1,5}$, $lr_1=10$, $lr_2=30$, $lr_3=50$, $lr_4=70$, $lr_5=90$, тогда $lr^{(BC_{11})} = 0+35+25+0+0=60$, $lr^{(BC_{12})} = 60$, $lr^{(BC_{13})} = 50$, $lr^{(BC_{14})} = 80$, $lr^{(BC_{15})} = 50$.

Этап 9. Для лингвистического распознавания полученного значения $lr^{(BC_{1bc_1})}$ воспользуемся формулой (6), где $[lr_{min}; lr_{max}]$ соответствует $[0; 100]$, а

$$\tilde{T}_{LR} = \begin{cases} HP, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [0; 20[\\ PH, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [20; 40[\\ PC, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [40; 60[\\ PB, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [60; 80[\\ OP, \text{ при } lr^{(BC_{1bc_1})} \in [80; 100] \end{cases}$$

Тогда показателям $lr^{(BC_{11})}$, $lr^{(BC_{12})}$, $lr^{(BC_{13})}$, $lr^{(BC_{14})}$, $lr^{(BC_{15})}$ соответственно определены значения ЛП: «РВ», «РВ», «РС», «ОР», «РС».

Также для данного актива по выражению (7) вычисляется среднее значение уровня риска $lr^{(cp)} = (\sum_{bc_1=1}^5 lr^{(BC_{1bc_1})}) / 5 = (60+60+50+80+50) / 5 = 60$ и далее, по формуле (6) определяется его лингвистический эквивалент – «РВ».

В целях верификации метода выполним аналогичные вычисления при среде окружения заданного ресурса с повышенным уровнем риска, то есть экспертами было оценено текущее значения $ec_i^{BC_{1bc_1}}$ для всех BC_{1bc_1} на уровне $\tilde{T}_{C_{EC_i,4}} = \{\langle В \rangle\}$ и $\tilde{T}_{C_{EC_i,5}} = \{\langle ОВ \rangle\}$ (см. пример этапа 1).

Результаты вычислений (по аналогии с табл. 3) занесем в табл. 6.

Таблица 6 - Пример 2 - определение текущих значений базовых характеристик

EC_i	$ec_i^{BC_{11}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{12}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{13}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{14}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_i}}$	$ec_i^{BC_{15}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_i}}$
BC_3 , ($i=1$)	80	В	79	В	95	ОВ	86	ОВ	71	В
BC_4 , ($i=4$)	8,4	В	9	ОВ	7	В	8,3	ОВ	9	ОВ
BC_5 , ($i=2$)	0,92	ОВ	0,83	В	0,9	ОВ	0,61	В	0,82	В
BC_6 , ($i=3$)	0,44	ОВ	0,39	В	0,45	ОВ	0,48	В	0,43	ОВ

Далее проводится классификация текущих значений $ec_i^{BC_{1bc_1}}$ по формуле (4), а результаты заносятся в табл. 7.

Таблица 7 - Пример 2 – классификация текущих значений характеристик

EC_i	Значение λ для $BC_1 \in \{BC_{1bc_1}\}$ ($bc_1 = \overline{1,5}$)																								
	$\lambda_{ij}^{(BC_{11})}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_i,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{12})}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_i,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{13})}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_i,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{14})}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_i,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{15})}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_i,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)								
BC_3	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
BC_4	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
BC_5	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
BC_6	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

Осуществим вычисления показателя уровня риска по формуле (5) $lr^{(BC_{11})}=85$, $lr^{(BC_{12})}=80$, $lr^{(BC_{13})}=85$, $lr^{(BC_{14})}=80$, $lr^{(BC_{15})}=85$ и для лингвистического распознавания полученных результатов воспользуемся формулой (6), тогда всем показателям $lr^{(BC_{11})}$, $lr^{(BC_{12})}$, $lr^{(BC_{13})}$, $lr^{(BC_{14})}$, $lr^{(BC_{15})}$ соответствуют значения ЛП: «ОР». Далее вычисляется среднее значение уровня риска $lr^{(cp)}=(85+80+85+80+85)/5=83$ и по формуле (6) определяется его лингвистический эквивалент – «ОР». Как видно, при увеличении агрессивности среды окружения соответственно увеличился, как средний риск, так и отдельные значения по BC_{1bc_1} ($bc_1 = 1,5$).

Теперь рассмотрим возможности оценивания уровня риска при условии, что эксперт не всегда может однозначно определить предпочтения в отношении базовых характеристик. Предлагается решать эту задачу с помощью нечеткого метода анализа и оценивания риска. 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 BC_3 . Для интерпретации нечетких описаний воспользуемся ЛП «УРОВЕНЬ РИСКА», где

$\tilde{T}_{LR_1}, \dots, \tilde{T}_{LR_j}, \dots, \tilde{T}_{LR_m}$ представляются трапециевидными нечеткими числами (НЧ) с функциями принадлежности (ФП) соответственно $\mu_1(lr), \dots, \mu_j(lr), \dots, \mu_m(lr)$, которые вычисляются по выражению (8) [5]:

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

где $a_j < b_{1j} \leq b_{2j} < c_j$, при $j = \overline{1, m}$, $\{a_j, c_m\} = \{\emptyset\}$, 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 трапециевидные ФП $\mu(lr)$ удобно описывать трапециевидными НЧ вида $\tilde{X}_{LR_j} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$, где a_j и c_j – абсциссы нижнего основания, а b_{1j} и b_{2j} – абсциссы верхнего основания трапеции (рис. 1), задающей $\mu_j(lr)$ в области с ненулевой принадлежностью носителя lr соответствующему нечеткому подмножеству. После определения ЛП эксперт может использовать ее как математический объект в соответствующих операциях и методах. Продемонстрируем это на примере SecondM.

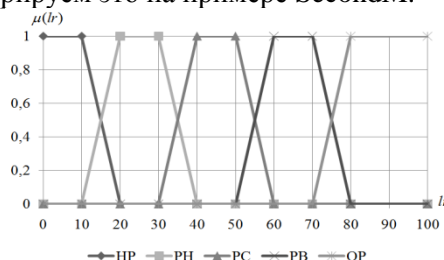


Рисунок 1 - Эталоны значений для ЛП LR

Метод SecondM

Этап 1 - Определение лингвистических переменных и нечетких подмножеств. Здесь будут использованы все характеристики, которые были определены на этапе 1 FirstM. Отметим, что для ЛП $LR = \langle \text{УРОВЕНЬ РИСКА} \rangle$ ($LR \in \{LR_j\}$) в качестве примера будем использовать $m = 5$ термов

$$\tilde{T}_{LR_1}, \tilde{T}_{LR_2}, \tilde{T}_{LR_3}, \tilde{T}_{LR_4}, \tilde{T}_{LR_5}.$$

Этап 2 и Этап 3 совпадают соответственно с этапами 2 и 3 FirstM.

Этап 4 - **Определение эталонных значений уровня риска.** На этом этапе экспертами с помощью выражения (8) и собственных приоритетов определяются эталонные НЧ для **LR** относительно интервалов значений, количество которых зависит от числа используемых термов, например, если для **LR** их m , то количество интервалов будет $G=2m-1$, с общим видом $[b_{1j}; b_{2j}[$, $[b_{2j}; b_{12}[$, $[b_{12}; b_{22}[$, ..., $[b_{2j-1}; b_{1j}[$, $[b_{1j}; b_{2j}[$, ..., $[b_{2m-1}; b_{1m}[$, $[b_{1m}; b_{2m}[$ ($j = 1, m$) и ФП $\mu_j(lr)$. 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.

Таблица 8 - Пример значений интервалов и $\mu_j(lr)$

Интервалы	Термы	$\mu_j(lr)$
$[b_{11}; b_{21}[$ =[0; 10[	$T_{\sim LR_1}$	1
$[b_{21}; b_{12}[$ =[10; 20[	$T_{\sim LR_1}$	$\mu_1(lr) = (20 - lr)/10$
	$T_{\sim LR_2}$	$\mu_2(lr) = 1 - \mu_1(lr)$
$[b_{12}; b_{22}[$ =[20; 30[	$T_{\sim LR_2}$	1
$[b_{22}; b_{13}[$ =[30; 40[	$T_{\sim LR_2}$	$\mu_2(lr) = (40 - lr) / 10$
	$T_{\sim LR_3}$	$\mu_3(lr) = 1 - \mu_2(lr)$
$[b_{13}; b_{23}[$ =[40; 50[	$T_{\sim LR_3}$	1
$[b_{23}; b_{14}[$ =[50; 60[	$T_{\sim LR_3}$	$\mu_3(lr) = (60 - lr) / 10$
	$T_{\sim LR_4}$	$\mu_4(lr) = 1 - \mu_3(lr)$
$[b_{14}; b_{24}[$ =[60; 70[	$T_{\sim LR_4}$	1
$[b_{24}; b_{15}[$ =[70; 80[	$T_{\sim LR_4}$	$\mu_4(lr) = (80 - lr) / 10$
	$T_{\sim LR_5}$	$\mu_5(lr) = 1 - \mu_4(lr)$
$[b_{15}; b_{25}[$ =[80; 100]	$T_{\sim LR_5}$	1

Этап 5 - **Определение эталонных значений базовых характеристик.** На этом этапе экспертами производится определение эталонных значений для C_{EC_i} , аналогично этапу 5 FirstM

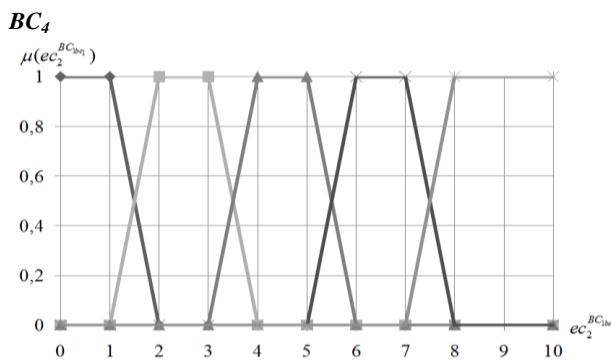
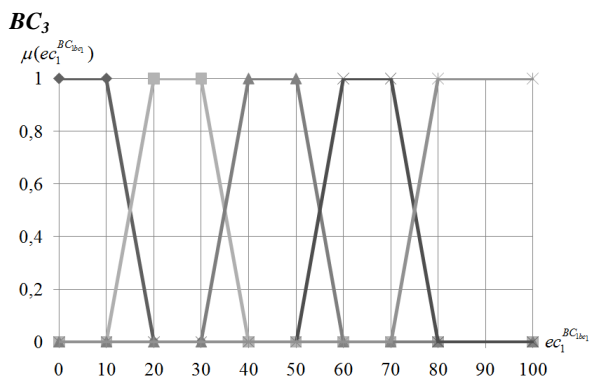
(см. табл. 2) с тем отличием, что здесь осуществляется разбиение полного множества указанных значений на нечеткие подмножества. Для удобства отображения базовых характеристик через НЧ воспользуемся табл. 9. Приведем пример такого определения для $\{EC_i\}=\{EC_1, EC_2, EC_3, EC_4\}=\{BC_3, BC_4, BC_5, BC_6\}$ с конкретными данными, отображенными в табл. 10. При этом значения НЧ для BC_3, BC_4, BC_5 и BC_6 соответственно представлены на рис. 2. Также НЧ для C_{EC_i} можно отобразить относительно интервалов значений $[b_{1j}; b_{2j}[$, $[b_{2j}; b_{12}[$, $[b_{12}; b_{22}[$, ..., $[b_{2j-1}; b_{1j}[$, $[b_{1j}; b_{2j}[$, ..., $[b_{2m-1}; b_{1m}[$, $[b_{1m}; b_{2m}]$ ($j = \overline{1, m}$) и ФП $\mu_j(c_{EC_i})$. Конкретные данные для рассматриваемого примера при $m = 5$ (интервалы значений и ФП заданных термов) занесены в табл. 11.

Таблица 9 - Отображение значений НЧ базовых характеристик

EC_i	НЧ $\tilde{X}_{C_{EC_i j}} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_1}} - \tilde{T}_{C_{EC_m}}$ ($j = \overline{1, m}$)				
	$\tilde{T}_{C_{EC_1}}$	...	$\tilde{T}_{C_{EC_j}}$	...	$\tilde{T}_{C_{EC_m}}$
EC_1	$(a_{1min}; b_{11min}; b_{12j}; c_1)$	...	$(a_{1j}; b_{11j}; b_{12j+1}; c_{1j+1})$	...	$(a_{1m}; b_{11m}; b_{12max}; c_{1max})$
...
EC_i	$(a_{imin}; b_{i1min}; b_{i2j}; c_i)$	...	$(a_{ij}; b_{i1j}; b_{i2j+1}; c_{i+1})$	...	$(a_{im}; b_{i1m}; b_{i2max}; c_{imax})$
...
EC_r	$(a_{gmin}; b_{g1min}; b_{g2j}; c_g)$	...	$(a_{gj}; b_{g1j}; b_{g2j+1}; c_{g+1})$	...	$(a_{gm}; b_{g1m}; b_{g2max}; c_{gmax})$

Таблица 10 - Пример определения эталонных значений НЧ базовых характеристик

EC_i	НЧ $\tilde{X}_{C_{EC_i j}} = (a_j, b_{1j}, b_{2j}, c_j)_{LR}$ для $\tilde{T}_{C_{EC_1}} - \tilde{T}_{C_{EC_5}}$ ($j = \overline{1, 5}$)				
	$\tilde{T}_{C_{EC_1}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_2}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_3}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_4}}$	$\tilde{T}_{C_{EC_5}}$
	$(a_1; b_{11}; b_{21}; c_1)$	$(a_2; b_{12}; b_{22}; c_2)$	$(a_3; b_{13}; b_{23}; c_3)$	$(a_4; b_{14}; b_{24}; c_4)$	$(a_5; b_{15}; b_{25}; c_5)$
$EC_1 = BC_3$	(0;0;10;20)	(10;20;30;40)	(30;40;50;60)	(50;60;70;80)	(70;80;100;100)
$EC_2 = BC_4$	(0;0;1;2)	(1;2;3;4)	(3;4;5;6)	(5;6;7;8)	(7;8;10;10)
$EC_3 = BC_5$	(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)
$EC_4 = BC_6$	(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)



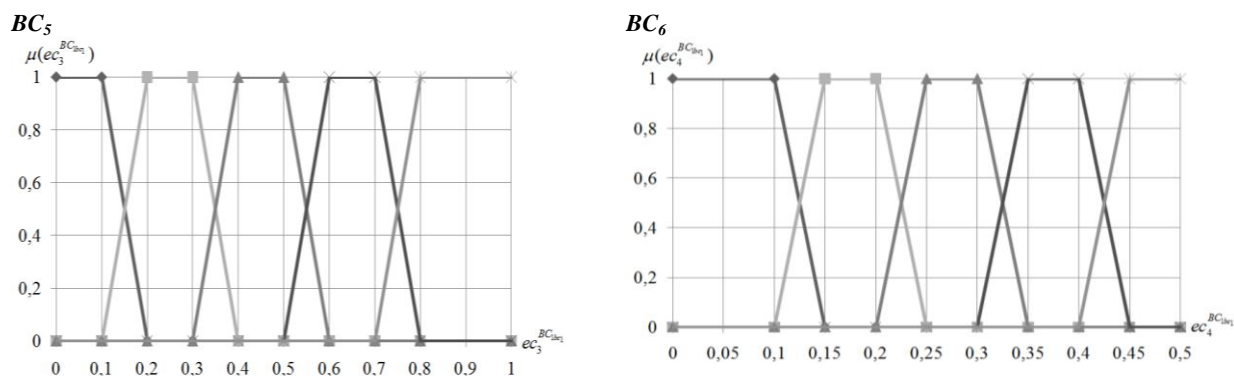


Рисунок 2 - Эталоны значений для оценочных компонент BC_3, BC_4, BC_5 и BC_6

Таблица 11 - Пример значений интервалов и $\mu_j(ec_i^{BC_{1bc1}})$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)

Интервалы для EC_i				Термы	$\mu_j(ec_i^{BC_{1bc1}})$			
BC_3	BC_4	BC_5	BC_6	$T_{C_{EC_j}}$	$\mu_1(ec_1^{BC_{1bc1}})$	$\mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}})$	$\mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}})$	$\mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}})$
[0;10[	[0;1[	[0;0,1[	[0;0,1[	$T_{C_{EC_1}}$	$\mu_1(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1$
[10;20[	[1;2[	[0,1;0,2[	[0,1;0,15[	$T_{C_{EC_1}}$	$\mu_1(ec_1^{BC_{1bc1}}) = (20 - ec_1^{BC_{1bc1}}) / 10$	$\mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}}) = (2 - ec_2^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}}) = (0,2 - ec_3^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}}) = (0,15 - ec_4^{BC_{1bc1}}) * 20$
				$T_{C_{EC_2}}$	$\mu_2(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_1(ec_1^{BC_{1bc1}})$	$\mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_1(ec_2^{BC_{1bc1}})$	$\mu_2(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_1(ec_3^{BC_{1bc1}})$	$\mu_2(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_1(ec_4^{BC_{1bc1}})$
[20;30[	[2;3[	[0,2;0,3[	[0,15;0,2[	$T_{C_{EC_2}}$	$\mu_2(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_2(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_2(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1$
[30;40[	[3;4[	[0,3;0,4[	[0,2;0,25[	$T_{C_{EC_2}}$	$\mu_2(ec_1^{BC_{1bc1}}) = (40 - ec_1^{BC_{1bc1}}) / 10$	$\mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}}) = (4 - ec_2^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_2(ec_3^{BC_{1bc1}}) = (0,4 - ec_3^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_2(ec_4^{BC_{1bc1}}) = (0,25 - ec_4^{BC_{1bc1}}) * 20$
				$T_{C_{EC_3}}$	$\mu_3(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_2(ec_1^{BC_{1bc1}})$	$\mu_3(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_2(ec_2^{BC_{1bc1}})$	$\mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_2(ec_3^{BC_{1bc1}})$	$\mu_3(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_2(ec_4^{BC_{1bc1}})$
[40;50[	[4;5[	[0,4;0,5[	[0,25;0,3[	$T_{C_{EC_3}}$	$\mu_3(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_3(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_3(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1$
[50;60[	[5;6[	[0,5;0,6[	[0,3;0,35[	$T_{C_{EC_3}}$	$\mu_3(ec_1^{BC_{1bc1}}) = (60 - ec_1^{BC_{1bc1}}) / 10$	$\mu_3(ec_2^{BC_{1bc1}}) = (6 - ec_2^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}}) = (0,6 - ec_3^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_3(ec_4^{BC_{1bc1}}) = (0,35 - ec_4^{BC_{1bc1}}) * 20$
				$T_{C_{EC_4}}$	$\mu_4(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_3(ec_1^{BC_{1bc1}})$	$\mu_4(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_3(ec_2^{BC_{1bc1}})$	$\mu_4(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_3(ec_3^{BC_{1bc1}})$	$\mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_3(ec_4^{BC_{1bc1}})$

[60;70[	[6;7[	[0,6;0,7[	[0,35;0,4[	$T_{C_{EC_i}4}$	$\mu_4(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_4(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_4(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1$
[70;80[	[7;8[	[0,7;0,8[	[0,4;0,45[	$T_{C_{EC_i}4}$	$\mu_4(ec_1^{BC_{1bc1}}) = (80 - ec_1^{BC_{1bc1}}) / 10$	$\mu_4(ec_2^{BC_{1bc1}}) = (8 - ec_2^{BC_{1bc1}})$	$\mu_4(ec_3^{BC_{1bc1}}) = (0,8 - ec_3^{BC_{1bc1}}) * 10$	$\mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}}) = (0,45 - ec_4^{BC_{1bc1}}) * 20$
				$T_{C_{EC_i}5}$	$\mu_5(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_4(ec_1^{BC_{1bc1}})$	$\mu_5(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_4(ec_2^{BC_{1bc1}})$	$\mu_5(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_4(ec_3^{BC_{1bc1}})$	$\mu_5(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1 - \mu_4(ec_4^{BC_{1bc1}})$
[80;100]	[8;10[	[0,8;1[	[0,45;0,5[	$T_{C_{EC_i}5}$	$\mu_5(ec_1^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_5(ec_2^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_5(ec_3^{BC_{1bc1}}) = 1$	$\mu_5(ec_4^{BC_{1bc1}}) = 1$

Этап 6 - Оценка текущих значений характеристик. Совпадает с этапом 6 FirstM.

Этап 7 - Классификация текущих значений. На этом этапе с помощью эталонных значений (рис. 2), сформулированными экспертами, осуществляется определение принадлежности $ec_i^{BC_{1bc1}}$ заданному НЧ, по которому формируется значение λ с помощью выражения (9). Результаты проведенного вычисления для удобства заносятся в табл. 4, где $\lambda_{ij}^{(BC_{1bc1})}$ – уровень принадлежности носителя $ec_i^{BC_{1bc1}}$ нечеткому подмножеству $T_{C_{EC_i}j}$.

$$\lambda_{i1}^{(BC_{1bc1})} = \begin{cases} 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [bi_{11}, bi_{12}[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \notin [bi_{11}, ci_1[; \\ \mu_1(ec_i^{BC_{1bc1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [bi_{12}, c \end{cases}$$

$$\lambda_{ij}^{(BC_{1bc1})} = \begin{cases} \mu_j(ec_i^{BC_{1bc1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [ai_j, \\ 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [bi_{1j}, bi_{2j}[; \\ \mu_j(ec_i^{BC_{1bc1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [bi_{2j} \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \notin [ai_j, ci_j[, \end{cases} \quad (9)$$

$$\lambda_{im}^{(BC_{1bc1})} = \begin{cases} \mu_m(ec_i^{BC_{1bc1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [ai_m, \\ 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \in [bi_{1m}, bi_{2m}[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc1}} \notin [ai_m, bi_{2m}[, \end{cases} \quad (j = \overline{2, m-1}).$$

Этап 8 - Оценка уровня риска. Совпадает с этапом 8 FirstM.

Этап 9 - Формирование структурированного параметра риска. На основании вычисленного значения $lr^{(BC_{1bc1})}$ и построенных эталонов (рис. 1, (8)) формируем структурированный параметр уровня риска SP по выражению (11):

$$SP^{(BC_{1bc1})} = \begin{cases} (lr^{(BC_{1bc1})}; T_{LR_j}) \text{ при } \mu_j(lr) = 1; \\ (lr^{(BC_{1bc1})}; T_{LR_j}(\mu_j(lr)); T_{LR_{j+1}}(\mu_{j+1}(lr))) \text{ при } \mu_j(lr), \mu_{j+1}(lr) \neq 1, \end{cases} \quad (11)$$

где $(lr^{(BC_{1bc1})}; T_{LR_j})$ словесно интерпретируется, как – уровень риска T_{LR_j} с числовым

эквивалентом $lr^{(BC_{1bc1})}$, а $(lr^{(BC_{1bc1})}; T_{LR_j}(\mu_j(lr)); T_{LR_{j+1}}(\mu_{j+1}(lr)))$, как – уровень риска с числовым

эквивалентом $lr^{(BC_{bc_1})}$ граничит между T_{LR_j} и $T_{LR_{j+1}}$ с уверенностью эксперта по границе $T_{LR_j} - \mu_j(lr)$ и $T_{LR_{j+1}} - \mu_{j+1}(lr)$.

С помощью SP можно получить как числовое значение уровня риска, так и лингвистическую интерпретацию, учитывающую неуверенность эксперта при формировании текущих значений базовых характеристик с дальнейшей классификацией посредством параметра $\lambda_{ij}^{(BC_{bc_1})}$.

Рассмотрим работу метода на конкретном примере. По аналогии с FirstM воспользуемся тем же активом и множествами BC_1 и BC_2 . Проведем классификацию текущих значений $ec_i^{BC_{bc_1}}$ по критерию табл. 11 и выражению (9). Для BC_{1bc_1} ($bc_1 = \overline{1,5}$) формула (9) принимает следующий вид:

$$\lambda_{i1}^{(BC_{1bc_1})} = \begin{cases} 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{11}, bi_{21}[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \notin [bi_{11}, ci_1[; \\ \mu_1(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{12}, ci_1[; \end{cases}$$

$$\lambda_{i2}^{(BC_{1bc_1})} = \begin{cases} \mu_2(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [ai_2, bi_{12}[; \\ 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{12}, bi_{22}[; \\ \mu_2(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{22}, ci_2[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \notin [ai_2, ci_2[; \end{cases}$$

$$\lambda_{i3}^{(BC_{1bc_1})} = \begin{cases} \mu_3(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [ai_3, bi_{13}[; \\ 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{13}, bi_{23}[; \\ \mu_3(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{23}, ci_3[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \notin [ai_3, ci_3[; \end{cases}$$

$$\lambda_{i4}^{(BC_{1bc_1})} = \begin{cases} \mu_4(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [ai_4, bi_{14}[; \\ 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{14}, bi_{24}[; \\ \mu_4(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{24}, ci_4[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \notin [ai_4, ci_4[; \end{cases}$$

$$\lambda_{i5}^{(BC_{1bc_1})} = \begin{cases} \mu_5(ec_i^{BC_{1bc_1}}) \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [ai_5, bi_{15}[; \\ 1 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \in [bi_{15}, bi_{25}[; \\ 0 \text{ при } ec_i^{BC_{1bc_1}} \notin [ai_5, bi_{25}[. \end{cases}$$

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

Таблица 12 - Пример 1 – классификация текущих значений характеристик

ECi	Значение λ для $BC_1 \in \{BC_{1bc_1}\}$ ($bc_1 = \overline{1,5}$)																								
	$\lambda_{ij}^{(BC_{11})}$ для $T_{C_{EC_{1m}}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{12})}$ для $T_{C_{EC_{2m}}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{13})}$ для $T_{C_{EC_{3m}}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{14})}$ для $T_{C_{EC_{4m}}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				$\lambda_{ij}^{(BC_{15})}$ для $T_{C_{EC_{5m}}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)								
BC3	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
BC4	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
BC5	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
BC6	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

Теперь произведем оценку уровня риска ИБ по формуле (5). В результате получим следующие значения: $lr^{(BC_{11})} = 62$, $lr^{(BC_{12})} = 66$, $lr^{(BC_{13})} = 50$, $lr^{(BC_{14})} = 75$, $lr^{(BC_{15})} = 61,5$ и далее на основе (8) и (11) формируются $SP^{(BC_{1bc_1})}$: $SP^{(BC_{11})} = (lr^{(BC_{11})}; T_{LR_4}) = (62; PB)$, $SP^{(BC_{12})} = (66; PB)$, $SP^{(BC_{13})} = (50; PC)$,

$SP^{(BC_{14})} = (lr^{(BC_{14})}; T_{LR_4}(\mu_4(lr); T_{LR_5}(\mu_5(lr))) = (75; PB(0,5); OP(0,5)), SP^{(BC_{15})} = (61,5; PB)$, где,

например, (62; PB) словесно интерпретируется, как – уровень риска высокий с числовым эквивалентом 62, а (75; PB(0,5); OP(0,5)), как – уровень риска с числовым эквивалентом 75 граничит между высоким риском и очень высоким риском с уверенностью эксперта по границе PB – 0,5 и OP – 0,5.

Также для данного актива по аналогии с FirstM (этап 9) на основе выражения (7), можно вычислить среднее значение уровня риска: $lr^{(cp)} = (62+66+50+75+61,5)/5=62,9$ 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 FirstM). Произведем классификацию текущих значений базовых характеристик, а результаты занесем в табл. 13.

Таблица 13 - Пример 2 – классификация текущих значений характеристик

EC_i	Значение λ для $BC_1 \in \{BC_{1bc_1}\} (bc_1 = \overline{1,5})$																								
	$\lambda_{ij}^{(BC_{11})}$ для $T_{C_{EC,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(BC_{12})}$ для $T_{C_{EC,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(BC_{13})}$ для $T_{C_{EC,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(BC_{14})}$ для $T_{C_{EC,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)					$\lambda_{ij}^{(BC_{15})}$ для $T_{C_{EC,m}}$ ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,5}$)				
BC_3	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
BC_4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
BC_5	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
BC_6	0	0	0	0,2	0,8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0,4	0,6

Вычисляем уровень риска по формуле (5), в результате чего получим следующие значения: $lr^{(BC_{11})} = 89$, $lr^{(BC_{12})} = 84,5$, $lr^{(BC_{13})} = 85$, $lr^{(BC_{14})} = 85$, $lr^{(BC_{15})} = 83,4$, $SP^{(BC_{11})} = (89; OP)$, $SP^{(BC_{12})} = (84,5; OP)$, $SP^{(BC_{13})} = (85; OP)$, $SP^{(BC_{14})} = (85; OP)$, $SP^{(BC_{15})} = (83,4; OP)$, а также определяются $lr^{(cp)} = (89+84,5+85+85+83,4)/5=85,4$ и $SP^{(cp)} = (85,4; OP)$.

Как видно, при увеличении агрессивности среды окружения соответственно увеличился, как средний риск с «PB» до «OP», так и отдельные значения по $BC_{1bc_1} (bc_1 = \overline{1,5})$, например – BC_{11} с «PB» до «OP». Также следует сказать, что при ситуации с зоной неуверенности (когда эксперт сомневается в однозначности своих приоритетов) SecondM дает возможность эксперту, при дальнейшей обработке рисков, использовать не только фиксированное значение показателей, но и допустимые интервалы, расширяющие возможности по принятию соответствующих решений.

Разработанные методы на основе кортежной модели базовых характеристик риска позволяют создавать САОР, которые в отличие от известных [2-6] используют в качестве входных данных различные наборы базовых характеристик (например, любые комбинации и сочетания BC_3 , BC_4 , BC_5 и BC_6), что повышает гибкость и расширяет возможности проектируемых средств оценивания функционирующих, как в детерминированной, так и в нечетко определенной слабоформализованной среде.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Information technology. Security techniques. Information security management systems. Requirements: ISO/IEC 27001:2013 // International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC). – 2013. – 34 p.

[2] Information technology, Security techniques, Code of practice for information security management: ISO/IEC 27002:2005 // International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC). – 2005. – 171 p.

- [3] Ахметов Б.С., Корченко А.Г., Казмирчук С.В., Жекамбаева М.Н. Кортужная модель базовых характеристика риска // Вестник КазННТУ – 2015. - №6.
- [4] Жекамбаева М.Н. //Анализ средств оценивания рисков информационной безопасности// Материалы XV Международной научно-технической конференция «Проблемы информатики в образовании, экономике и технике» 12-13 ноября, Пенза, 2015.
- [5] Ахметов Б.С., Корченко А.Г., Казмирчук С.В., Жекамбаева М.Н. //Инструментальные средства оценивания рисков информационной безопасности // Труды II Международной научно-практической конференции «Интеграция образования, науки, практики. - Алматы: КазННТУ имени К.И. Сатпаева, 2015. - С. 161-168.
- [6] Корченко А.Г. //Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения// – К.: “МК-Пресс”, 2006. – 320с. (ил. Монография).
- [7] Жекамбаева М.Н., Казмирчук С.В. //Программные средства оценивания рисков информационной безопасности// Научно-технический журнал «НАН РК» декабрь 2015г.
- [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.

REFERENCES

- [1] Information technology. Security techniques. Information security management systems. Requirements: ISO/IEC 27001:2013 // International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC). – 2013. – 34 p.
- [2] Information technology, Security techniques, Code of practice for information security management: ISO/IEC 27002:2005 // International Organization for Standardization (ISO) and the International Electrotechnical Commission (IEC). – 2005. – 171 p.
- [3] Akhmetov B. S., Korchenko A.G., Kazmirchuk S.V., Zhekambayeva M. N. Kortezhnaya model basic the characteristic of risk//the Messenger of KAZNITU – 2015. - №6.
- [4] Zhekambayeva M. N. //Analysis of means of estimation of risks of information security//Materials XV International scientific and technical "Informatics Problems in Education, Economy and Equipment" conference on November 12-13, Penza, 2015.
- [5] Akhmetov B. S., Korchenko A.G., Kazmirchuk S.V., Zhekambayeva M. N.//Tools of estimation of risks of information security//Works II of the International scientific and practical conference "Integration of education, sciences, practitioners. - Almaty: КазННТУ name К.И. Satpayeva, 2015. - 161-168 p.
- [6] Korchenko A.G. //Creation of systems of information security on indistinct sets. The theory and practical decisions//– To.: "МК-Press", 2006. – 320s. (silt. Monograph).
- [7] Zhekambayeva M. N., Kazmirchuk S.V. //Software of estimation of risks of information security// Scientific and technical magazine "NAN RK" December, 2015.
- [8] Fishburne P.//the Theory of usefulness for acceptance решений.//– М.: Science, 1978. – 352 p.
- [9] B. G. Lithuanian Jew//Expert technologies in management//: Studies. grant. – 2nd prod., испр. and additional – М.: Business, 2004. – 400 p.

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ ҮШІН ҚАТЕР ӘДІСІН БАҒАЛАУ

Б.С. Ахметов, А.Г. Корченко, С.В. Казмирчук, М.Н. Жекамбаева.

b_akhmetov@ntu.kz, maia.kz@mail.ru

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы

Ұлттық авиациялық университеті, Украина

Түйін сөздер: қауіп, қауіп анализі, қауіпті бағалау, ақпараттық қауапсіздік қатерін бағалау және анализ әдісі, қауіпті басқару, қауіпке мінездеме.

Аннотация. Мақалада қауіпті бағалау мен анализдеу амалдары, қор тізбегін анықтау үшін кең спектрлік зерттелуін өткізу арқылы амалдардың салыстырмалы анализдерін жүзеге асыру қарастырылған.

Поступила 22.09.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 11.12.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
15,2 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.