

## TEKNIKA VƏ RİYAZİYYAT

UOT 002

### **СИСТЕМА ИНТЕГРИРОВАННЫХ НЕЧЁТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ БАНКОВСКИХ РИСКОВ**

---

**Севиндж Тофик кызы БАБАЕВА**

Институт систем управления Национальной АН (ИСУ)  
Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика, AZ1141  
диссертант лаборатории «Обработка сигналов и информационные  
системы» Института Систем Управления НАН Азербайджана

[babayevasevinj@yahoo.com](mailto:babayevasevinj@yahoo.com)

---

### **РЕЗЮМЕ**

Рассматривается система интегрированных нечётких моделей для оценки внутренних и внешних банковских рисков. В основе данного подхода лежит нечёткая когнитивная модель, на базе которой причинно-следственные связи для оценки банковских рисков на всех уровнях иерархии их детализации описываются в виде вербальных моделей. При этом в качестве входных и выходных характеристик применяются качественные критерии оценки по областям локализации банковских операций и внешних факторов воздействий.

**Ключевые слова:** банковский риск, нечёткая когнитивная карта, вербальная модель, нечёткое множество

### **DAXİLİ VƏ XARİCİ BANK RİSKLƏRİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ MƏQSƏDİLƏ İNTEQRASIYA EDİLMİŞ QEYRİ-SƏLİS MODELLƏR SİSTEMİ**

### **XÜLASƏ**

Məqalədə daxili və xarici bank risklərin qiymətləndirilməsi məqsədilə inteqrasiya edilmiş qeyri-səlis modellər sistemi təhlil edilir. Mövcud yanaş-

manın əsasını qeyri-səlis koqnitiv model təşkil edir. Bu modelin bazasında bank risklərin detallaşması iyerarxiyasının bütün səviyyələrində onların qiymətləndirilməsi üçün səbəb-nəticə əlaqələr verbal modellər şəklində təsvir olunur. Burada giriş və çıxış xassələr kimi bank əməliyyatların və təsir göstərən xarici faktorların sahələri üzrə keyfiyyətli qiymətləndirmə meyarları tətbiq edilir.

**Açar sözlər:** bank riski, qeyri-səlis koqnitiv model, verbal model, qeyri-səlis çoxluq

## **THE SYSTEM OF INTEGRATED FUZZY MODELS FOR ASSESSING INTERNAL AND EXTERNAL BANKING RISKS**

### **SUMMARY**

It is considered a system of integrated fuzzy models for assessing internal and external banking risks. This approach is based on a fuzzy cognitive model, on the basis of which cause-and-effect relations for assessing banking risks at all levels of the hierarchy of their detailed description are described in the form of verbal models. There are qualitative evaluation criteria are used as input and output characteristics for the areas of localization of banking operations and external change forces.

**Keywords:** banking risk, fuzzy cognitive map, verbal model, fuzzy set

### **1. Введение**

Любая банковская деятельность происходит в условиях неопределённости, поэтому в процессе реализации своих функций и предоставления финансово-кредитных услуг любой коммерческий банк (КБ) неизбежно вынужден учитывать большое количество разнообразных рисков, как коммерческого, так и институционального характера. Собственно, со времён выхода книги Дж. Неймана и О. Моргенштерна «Теория игр и экономическое поведение» оценка банковских рисков стало одним из основных прикладных направлений в области моделирования рискованных ситуаций в экономике и бизнесе.

Каждый КБ старается определить для себя степень допустимых рисков финансовых и/или репутационных потерь. При этом, потенциальные потери КБ обратно пропорциональны объёму его капитала. Именно поэтому в банковском секторе экономики уделяется особое внимание изучению навыкам управления рисками возможных потерь, что позволяет утверждать, что основа успешного банкинга – это наличие риск-менеджмента в структуре КБ. Основной задачей риск-менеджмента

является определение наилучшей (или оптимальной) стратегии заключения сделок, обеспечивающей максимальный рост прибыли КБ за счёт правильного многокритериального выбора из всех потенциально возможных сделок, отличающихся высокими показателями прибыльности и надёжности. Другими словами, риск-менеджмент призван реализовать оптимальную стратегию распределения свободных банковских ресурсов путём определения без разделения по видам то избранное множество сделок, которое способно обеспечить КБ получение максимальной средней прибыли при минимуме риска.

Для решения этой и смежных с нею задач по отношению ко всем банковским операциям в рамках риск-менеджмента применяются инструменты теории статистических решений, которые, устанавливая количественную меру банковского риска от сделки, в каждом конкретном случае позволяют оценить и сравнить последствия и целесообразность тех или иных транзакций. Более того, инструменты статистического анализа позволяют формализовать различные сделки и, тем самым, обеспечить накопление опыта КБ. При этом, для формирования эвристических знаний из истории заключения разного рода сделок необходимо использовать и аккумулировать экспертные заключения, и, как следствие этого, нечёткие методы анализа и принятия решений относительно банковских сделок.

Применение аппарата нечёткой логики в банковском деле становится возможным благодаря тому, что наравне с количественными мерами надёжности банковских сделок, все чаще приходится применять их качественные характеристики. В качестве такого аппарата предлагается использовать механизм нечёткого вывода [1, с. 28-44], способного комбинировать и агрегировать статистическую обработку результатов состоявшихся сделок с экспертными заключениями относительно различных условий их заключения.

## **2. Постановка задачи**

Основными функциями риск-менеджмента являются: предвидение, предотвращение, локализация и устранение банковских решений с завышенным риском. При этом определение и оценка банковских рисков всегда относительны, а желание приписать им числовое значение не всегда приемлемо с точки зрения дальнейшей интерпретации комплексных результатов. Допустимый уровень риска, который КБ может считать приемлемым для себя, – это комплексное понятие и не может рассматриваться в виде простой совокупности своих взаимосвязанных и/или взаимозависимых составляющих, т.к. каждая из них критически значима. Поэтому при оценке совокупного банковского риска численные усред-

нения результатов по всем видам банковских операций не всегда является приемлемым.

Отличительными особенностями, которые необходимо учитывать при оценке совокупного банковского риска, являются: 1) неполнота и неопределённость исходной информации о составе и характере факторов, влияющих на величину риска; 2) наличие многокритериальных задач выбора альтернатив, связанных с необходимостью учёта большого числа качественных факторов, определяющих уровень риска; 3) как следствие, невозможность применения классических методов оптимизации. Поэтому, исходя из этих соображений, необходимо разработать адекватную модель для интегральной оценки совокупного банковского риска.

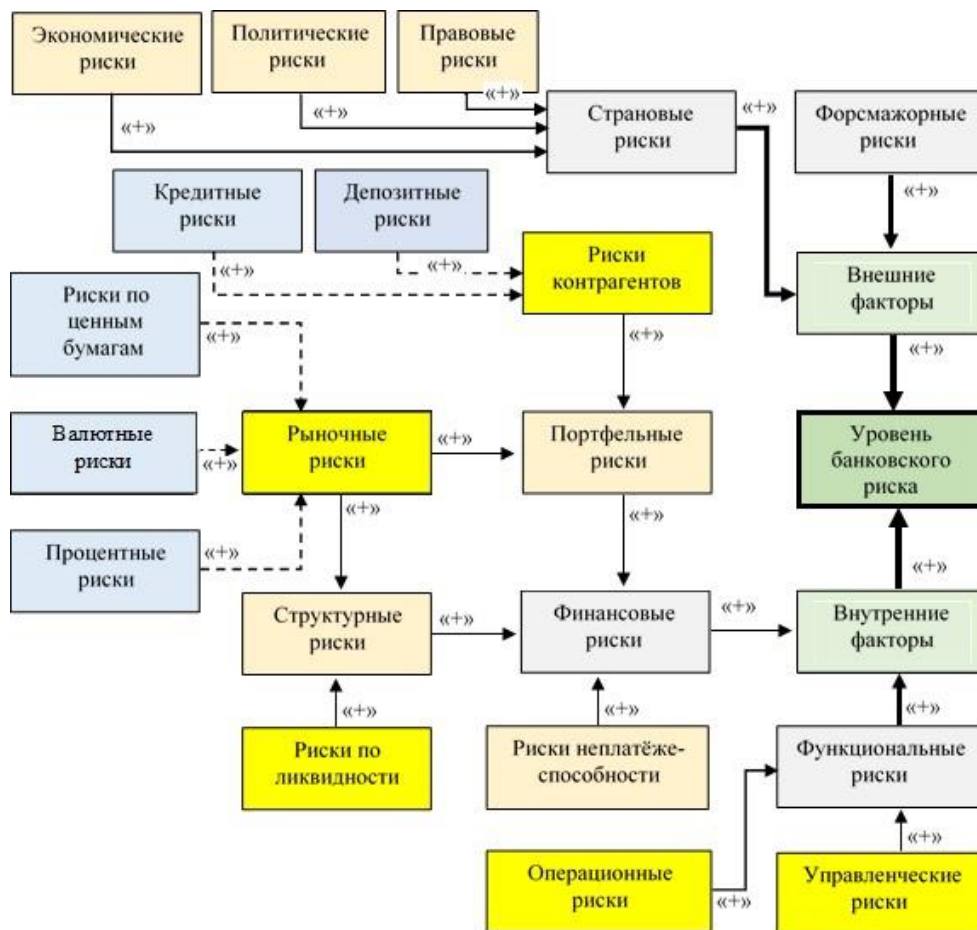
### **3. Нечёткая когнитивная модель для оценки совокупного банковского риска**

Согласно [2], риск – это вероятность неблагоприятных последствий или событий, это ситуация, имеющая неопределённость своего исхода или вероятность возможной нежелательной потери чего-либо при неблагоприятном стечении определённых обстоятельств. В банковском секторе риски, как вероятности проявлений нежелательных (порой опасных) факторов, проявляют себя не изолированно, а в совокупности. Как правило, один риск проявляется в составе другого или является его следствием или причиной. Поэтому оптимальная с точки зрения стратегии риск-менеджмента иерархия должна демонстрировать взаимосвязь и взаимозависимость между отдельными группами и видами банковских рисков.

В банковском секторе экономике риск рассматривается как категория предпринимательской и институциональной деятельности КБ. Он отражает скрытую причинно-следственную взаимосвязь между факторами и результатами. Поэтому критерии дифференциации и признаки классификации банковских рисков, которые можно идентифицировать, должны основываться на причинах их возникновения, в предпринимательском случае, и, в институциональном случае, на дифференциации объектов, подверженных риску, на базе которых непосредственно можно наблюдать последствия реализации риска.

Исходя из этих соображений, формируется концепция и механизмы управления банковскими рисками, удовлетворяющие требованиям риск-менеджмента, которые, в частности, подразумевают необходимость учёта существенных особенностей отдельных рисков, позволяющих формировать способы воздействия на них. Поэтому для упорядочения огромного количества банковских рисков с учётом их взаимозависимости по сферам их возникновения и влияния, по характеру влияния, по факторам воз-

действия и по областям локализации предлагается логическая детализация банковских рисков на основе транспарантной нечёткой когнитивной карты (НКК) [3, с. 65-75], представленной на рис. 1.



**Рис. 1.** НКК для оценки совокупного банковского риска

На практике «взаимодействие» даже двух элементов НКК происходит по более сложным функциональным закономерностям, которые в привычной традиционно математической форме очень трудно формализовать. Поэтому возникает необходимость применять механизм нечёткого логического вывода для описания причинно-следственных связей между слагаемыми совокупного банковского риска, а сам анализ проводить на основе так называемой нечёткой когнитивной модели (НКМ) [3]. При этом узловые факторы НКК интерпретируются как нечёткие множества, а причинно-следственные связи между ними устанавливаются на основе

ограниченного набора нечётких лингвистических правил (НЛП), формирующихся в имплицативной форме «Если ..., то ...», общий вид которых имеет следующий вид:

«Если  $x_{k1}$  есть  $A_{k1}$  и  $x_{k2}$  есть  $A_{k2}$  и ... и  $x_{kn}$  есть  $A_{kn}$ , то  $y$  есть  $B_k$ », где  $x_{kj}$  ( $j=1\div n$ ;  $k=1, 2, \dots$ ) – входные лингвистические переменные (ЛП), характеризующие факторы воздействия;  $y$  – выходная ЛП, характеризующая уровень консолидированного риска;  $A_{kj}$  и  $B_k$  – термы (значения) соответствующих входных и выходной ЛП, описываемых в виде нечётких множеств.

#### 4. Вербальное описание и формализация причинно-следственных связей в НКК

Представленные на рис. 1 причинно-следственные связи можно описать с помощью достаточного набора типовых непротиворечивых НЛП. Для этого по каждому из узловых элементов НКК за основу выберем следующие непротиворечивые высказывания.

##### **Рыночные риски:**

$r_{11}$ : «Если риски по ценным бумагам и валютным операциям не существуют, а также процентные риски отсутствуют, то рыночные риски чересчур низкие»;

$r_{12}$ : «Если рисковая ситуация по ценным бумагам вероятнее всего не наступит, о возможности риска по валютным операциям нельзя сказать ничего определённого и отсутствуют процентные риски, то рыночные риски очень низкие»;

$r_{13}$ : «Если о возможности риска по ценным бумагам ничего определённого нельзя сказать, по валютным операциям рисковая ситуация вероятнее всего не наступит и по процентным ставкам рисковая ситуация также вероятнее всего не наступит, то рыночные риски более чем низкие»;

$r_{14}$ : «Если рисковая ситуация по ценным бумагам вероятнее всего не наступит, о возможности риска по валютным операциям и по процентным ставкам нельзя сказать ничего определённого, то рыночные риски низкие»;

$r_{15}$ : «Если о возможности риска по ценным бумагам и по валютным операциям нельзя сказать ничего определённого, а по процентным ставкам рисковая ситуация вероятнее всего наступит, то рыночные риски высокие»;

$r_{16}$ : «Если рисковые ситуации по ценным бумагам и валютным операциям вероятнее всего наступят, а о возможности риска по процентным ставкам ничего определённого сказать невозможно, то рыночные риски более чем высокие»;

$r_{17}$ : «Если о возможности риска по ценным бумагам ничего определённого сказать невозможно, по валютным операциям рисковая ситуация наступит наверняка, а по процентным ставкам рисковая ситуация вероятнее всего наступит, то рыночные риски очень высокие»;

$r_{18}$ : «Если рисковая ситуация по ценным бумагам, валютным операциям и процентным ставкам наступит наверняка, то рыночные риски слишком высокие».

***Структурные риски:***

$r_{21}$ : «Если рыночные риски не существуют, а также отсутствуют риски по ликвидности, то структурные риски чересчур низкие»;

$r_{22}$ : «Если рыночные риски вероятнее всего не наступят, а риски по ликвидности отсутствуют, то структурные риски очень низкие»;

$r_{23}$ : «Если о возможности рыночных рисков ничего определённого нельзя сказать, а риски по ликвидности вероятнее всего не наступят, то структурные риски более чем низкие»;

$r_{24}$ : «Если рыночные риски и риски по ликвидности вероятнее всего не наступят, то структурные риски низкие»;

$r_{25}$ : «Если рыночные риски и риски по ликвидности вероятнее всего наступят, то структурные риски высокие»;

$r_{26}$ : «Если рыночные риски вероятнее всего наступят, а о возможности рисков ликвидности ничего определённого нельзя сказать, то структурные риски более чем высокие»;

$r_{27}$ : «Если рыночные риски наступят наверняка, а риски по ликвидности вероятнее всего наступят, то структурные риски очень высокие»;

$r_{28}$ : «Если рыночные риски и риски по ликвидности наступят наверняка, то структурные риски слишком высокие».

***Риски контрагентов:***

$r_{31}$ : «Если кредитные и депозитные риски отсутствуют, то риски контрагентов чересчур низкие»;

$r_{32}$ : «Если кредитные риски вероятнее всего не наступят и депозитные риски отсутствуют, то риски контрагентов очень низкие»;

$r_{33}$ : «Если о возможности кредитных рисков ничего определённого нельзя сказать, а риски по ликвидности вероятнее всего не наступят, то риски контрагентов более чем низкие»;

$r_{34}$ : «Если кредитные и депозитные риски вероятнее всего не наступят, то риски контрагентов низкие»;

$r_{35}$ : «Если кредитные и депозитные риски вероятнее всего наступят, то риски контрагентов высокие»;

*r*<sub>36</sub>: «Если кредитные риски вероятнее всего наступят, а о возможности депозитных рисков ничего определённого нельзя сказать, то риски контрагентов более чем высокие»;

*r*<sub>37</sub>: «Если кредитные риски наступят наверняка, а депозитные риски вероятнее всего наступят, то риски контрагентов очень высокие»;

*r*<sub>38</sub>: «Если кредитные и депозитные риски наступят наверняка, то риски контрагентов слишком высокие».

### ***Портфельные риски:***

*r*<sub>41</sub>: «Если риски контрагентов и рыночные риски отсутствуют, то портфельные риски чересчур низкие»;

*r*<sub>42</sub>: «Если риски контрагентов вероятнее всего не наступят, а рыночные риски отсутствуют, то портфельные риски очень низкие»;

*r*<sub>43</sub>: «Если о возможности рисков контрагентов ничего определённого нельзя сказать, а рыночные риски вероятнее всего не наступят, то портфельные риски более чем низкие»;

*r*<sub>44</sub>: «Если риски контрагентов и рыночные риски вероятнее всего не наступят, то портфельные риски низкие»;

*r*<sub>45</sub>: «Если риски контрагентов и рыночные риски вероятнее всего наступят, то портфельные риски высокие»;

*r*<sub>46</sub>: «Если риски контрагентов вероятнее всего наступят, а о возможности рыночных рисков ничего определённого нельзя сказать, то портфельные риски более чем высокие»;

*r*<sub>47</sub>: «Если риски контрагентов наступят наверняка, а рыночные риски вероятнее всего наступят, то портфельные риски очень высокие»;

*r*<sub>48</sub>: «Если риски контрагентов и рыночные риски наступят наверняка, то портфельные риски слишком высокие».

### ***Финансовые риски:***

*r*<sub>51</sub>: «Если портфельные и структурные риски, а также риски неплатёжеспособности отсутствуют, то финансовые риски чересчур низкие»;

*r*<sub>52</sub>: «Если портфельные риски вероятнее всего не наступят, о возможности структурных рисков нельзя сказать ничего определённого и отсутствуют риски неплатёжеспособности, то финансовые риски очень низкие»;

*r*<sub>53</sub>: «Если о возможности портфельных рисков ничего определённого нельзя сказать, а структурные риски и риски неплатёжеспособности вероятнее всего не наступят, то финансовые риски более чем низкие»;

*r*<sub>54</sub>: «Если портфельные риски вероятнее всего не наступят, а о возможности структурных рисков и рисках неплатёжеспособности нельзя сказать ничего определённого, то финансовые риски низкие»;



*r*<sub>55</sub>: «Если о возможности процентных и структурных рисках нельзя сказать ничего определённого, а риски неплатёжеспособности вероятнее всего наступят, то финансовые риски высокие»;

*r*<sub>56</sub>: «Если портфельные и структурные риски вероятнее всего наступят, а о рисках неплатёжеспособности ничего определённого сказать невозможно, то финансовые риски более чем высокие»;

*r*<sub>57</sub>: «Если о возможности портфельных рисков ничего определённого сказать невозможно, структурные риски наступят наверняка, а риски неплатёжеспособности вероятнее всего наступят, то финансовые риски очень высокие»;

*r*<sub>58</sub>: «Если портфельные и структурные риски, а также риски неплатёжеспособности наступят наверняка, то рыночные риски слишком высокие».

### **Функциональные риски:**

*r*<sub>61</sub>: «Если операционные и управленческие риски отсутствуют, то функциональные риски чересчур низкие»;

*r*<sub>62</sub>: «Если операционные риски вероятнее всего не будут иметь место, а управленческие риски отсутствуют, то функциональные риски очень низкие»;

*r*<sub>63</sub>: «Если о возможности операционных рисков ничего определённого нельзя сказать, а управленческие риски вероятнее всего не будут иметь место, то функциональные риски более чем низкие»;

*r*<sub>64</sub>: «Если операционные и управленческие риски вероятнее всего не будут иметь место, то функциональные риски низкие»;

*r*<sub>65</sub>: «Если операционные и управленческие риски вероятнее всего наступят, то функциональные риски высокие»;

*r*<sub>66</sub>: «Если операционные риски вероятнее всего будут иметь место, а о возможности управленческих рисков ничего определённого нельзя сказать, то функциональные риски более чем высокие»;

*r*<sub>67</sub>: «Если операционные риски имеют место наверняка, а управленческие риски вероятнее всего будут иметь место, то функциональные риски очень высокие»;

*r*<sub>68</sub>: «Если операционные и управленческие риски имеют место наверняка, то функциональные риски слишком высокие».

### **Внутренние риски:**

*r*<sub>71</sub>: «Если финансовые и функциональные риски отсутствуют, то внутренние риски чересчур низкие»;

*r*<sub>72</sub>: «Если финансовые риски вероятнее всего не будут иметь место, а функциональные риски отсутствуют, то внутренние риски очень низкие»;

r73: «Если о возможности финансовых рисков ничего определённого нельзя сказать, а функциональные риски вероятнее всего не будут иметь место, то внутренние риски более чем низкие»;

r74: «Если финансовые и функциональные риски вероятнее всего не будут иметь место, то внутренние риски низкие»;

r75: «Если финансовые и функциональные риски вероятнее всего будут иметь место, то внутренние риски высокие»;

r76: «Если финансовые риски вероятнее всего будут иметь место, а о возможности функциональных рисков ничего определённого нельзя сказать, то внутренние риски более чем высокие»;

r77: «Если финансовые риски имеют место наверняка, а функциональные риски вероятнее всего будут иметь место, то внутренние риски очень высокие»;

r78: «Если финансовые и функциональные риски имеют место наверняка, то внутренние риски слишком высокие».

### **Внешние риски<sup>2</sup>:**

r81: «Если о возможности форс-мажорных рисков нельзя сказать ничего определённого, а экономические, политические и правовые риски отсутствуют, то внешние риски чересчур низкие»;

r82: «Если экономические риски вероятнее всего не будут иметь место, о возможности политических и форс-мажорных рисков нельзя сказать ничего определённого, а также отсутствуют правовые риски, то внешние риски очень низкие»;

r83: «Если о возможности экономических и форс-мажорных рисков ничего определённого нельзя сказать, политические и правовые риски вероятнее всего не наступят, то внешние риски более чем низкие»;

r84: «Если экономические риски вероятнее всего не наступит, а о возможности политических, правовых и форс-мажорных рисков нельзя сказать ничего определённого, то внешние риски низкие»;

r85: «Если о возможности экономических, политических и форс-мажорных рисков нельзя сказать ничего определённого, а правовые риски вероятнее всего будут иметь место, то внешние риски высокие»;

r86: «Если экономические и политические риски вероятнее всего имеют место, а о возможности правовых и форс-мажорных рисках ничего определённого сказать невозможно, то рыночные риски более чем высокие»;

r87: «Если о возможности экономических и форс-мажорных рисков ничего определённого сказать невозможно, политические риски будут

---

<sup>2</sup> В данном случае из-за невозможности прогнозирования форс-мажорных ситуаций риски, связанные с их наступлением, во всех случаях оцениваются как неопределённые.

иметь место наверняка, а правовые риски вероятнее всего будут иметь место, то внешние риски очень высокие»;

$r_{88}$ : «Если о возможности форс-мажорных рисков нельзя сказать ничего определённого, а экономические, политические и правовые риски имеют место наверняка, то внешние риски слишком высокие».

**Уровень банковского риска:**

$e_1$ : «Если внутренние и внешние риски отсутствуют, то уровень банковского риска чересчур низкий»;

$e_2$ : «Если внутренние риски вероятнее всего не будут иметь место, а внешние риски отсутствуют, то уровень банковского риска очень низкий»;

$e_3$ : «Если о возможности внутренних рисков ничего определённого нельзя сказать, а внешние риски вероятнее всего не будут иметь место, то уровень банковского риска более чем низкий»;

$e_4$ : «Если внутренние и внешние риски вероятнее всего не будут иметь место, то уровень банковского риска низкий»;

$e_5$ : «Если внутренние и внешние риски вероятнее всего будут иметь место, то уровень банковского риска высокий»;

$e_6$ : «Если внутренние риски вероятнее всего будут иметь место, а о возможности внешних рисков ничего определённого нельзя сказать, то уровень банковского риска более чем высокий»;

$e_7$ : «Если внутренние риски имеют место наверняка, а внешние риски вероятнее всего будут иметь место, то уровень банковского риска очень высокий»;

$e_8$ : «Если внутренние и внешние риски имеют место наверняка, то уровень банковского риска слишком высокий».

Приведённые рассуждения позволяют легко сформировать полный набор ЛП и НЛП для построения системы нечёткого вывода. Например, в случае рассуждений  $r_{11} \div r_{18}$  все переменные для удобства можно упорядочит в виде табл. 1. Тогда система нечёткого вывода в виде НЛП в символьной форме будет представлена как:

$$r_{11}: (x_{11}=A_{11}) \& (x_{12}=A_{12}) \& (x_{13}=A_{13}) \Rightarrow (y_1=TL);$$

$$r_{12}: (x_{11}=B_{11}) \& (x_{12}=C_{12}) \& (x_{13}=A_{13}) \Rightarrow (y_1=VL);$$

$$r_{13}: (x_{11}=C_{11}) \& (x_{12}=B_{12}) \& (x_{13}=B_{13}) \Rightarrow (y_1=ML);$$

$$r_{14}: (x_{11}=B_{11}) \& (x_{12}=C_{12}) \& (x_{13}=C_{13}) \Rightarrow (y_1=L);$$

$$r_{15}: (x_{11}=C_{11}) \& (x_{12}=C_{12}) \& (x_{13}=D_{13}) \Rightarrow (y_1=H);$$

$$r_{16}: (x_{11}=D_{11}) \& (x_{12}=D_{12}) \& (x_{13}=C_{13}) \Rightarrow (y_1=MH);$$

$$r_{17}: (x_{11}=C_{11}) \& (x_{12}=E_{12}) \& (x_{13}=D_{13}) \Rightarrow (y_1=VH);$$

$$r_{18}: (x_{11}=D_{11}) \& (x_{12}=D_{12}) \& (x_{13}=D_{13}) \Rightarrow (y_1=TH).$$

Табл. 1. ЛП системы нечёткого вывода относительно рыночных рисков

Входные ЛП	x 1	Имя переменной	Риск по ценным бумагам
		Терм-множество	{ $A_{11}$ =НЕ СУЩЕСТВУЕТ, $B_{11}$ =ВЕРОЯТНО НЕ НАСТУПИТ, $C_{11}$ =НЕОПРЕДЕЛЁННЫЙ, $D_{11}$ =ВЕРОЯТНО НАСТУПИТ, $E_{11}$ =НАСТУПИТ НАВЕРНЯКА}
		Универсум	$U=\{0; 0,25; 0,5; 0,75; 1\}$
	x 2	Имя переменной	Валютный риск
		Терм-множество	{ $A_{12}$ =НЕ СУЩЕСТВУЕТ, $B_{12}$ =ВЕРОЯТНО НЕ НАСТУПИТ, $C_{12}$ =НЕОПРЕДЕЛЁННЫЙ, $D_{12}$ =ВЕРОЯТНО НАСТУПИТ, $E_{12}$ =НАСТУПИТ НАВЕРНЯКА}
		Универсум	$U=\{0; 0,25; 0,5; 0,75; 1\}$
	x 3	Имя переменной	Процентный риск
		Терм-множество	{ $A_{13}$ =НЕ СУЩЕСТВУЕТ, $B_{13}$ =ВЕРОЯТНО НЕ НАСТУПИТ, $C_{13}$ =НЕОПРЕДЕЛЁННЫЙ, $D_{13}$ =ВЕРОЯТНО НАСТУПИТ, $E_{13}$ =НАСТУПИТ НАВЕРНЯКА}
		Универсум	$U=\{0; 0,25; 0,5; 0,75; 1\}$
Выходная ЛП	y 1	Имя переменной	Рыночные риски
		Терм-множество	{ $TL$ =ЧЕРЕСЧУР НИЗКИЕ, $VL$ =ОЧЕНЬ НИЗКИЕ, $ML$ =БОЛЕЕ ЧЕМ НИЗКИЕ, $L$ =НИЗКИЕ, $H$ =ВЫСОКИЕ, $MH$ =БОЛЕЕ ЧЕМ ВЫСОКИЕ, $VH$ =ОЧЕНЬ ВЫСОКИЕ, $TH$ =СЛИШКОМ ВЫСОКИЕ}
		Универсум	[0; 1]

Для оценки исходных внутренних и внешних факторов воздействия на уровни риска по областям локализации банковских операций, в том числе в данном случае и для оценки составляющих рыночного риска, используются качественные критерии, которые опишем в виде следующих нечётких подмножеств дискретного универсума  $U=\{0; 0,25; 0,5; 0,75; 1\}$  [4, с. 130]:

- РИСК НЕ СУЩЕСТВУЕТ:  $A = \frac{1,0}{0} + \frac{0,5}{0,25} + \frac{0}{0,5} + \frac{0}{0,75} + \frac{0}{1}$ ;
- РИСК ВЕРОЯТНО НЕ НАСТУПИТ:  $B = \frac{0,5}{0} + \frac{1}{0,25} + \frac{0,5}{0,5} + \frac{0}{0,75} + \frac{0}{1}$ ;
- НЕОПРЕДЕЛЁННЫЙ РИСК:  $C = \frac{0}{0} + \frac{0,5}{0,25} + \frac{1,0}{0,5} + \frac{0,5}{0,75} + \frac{0}{1}$ ;

- РИСК ВЕРОЯТНО НАСТУПИТ:  $D = \frac{0}{0} + \frac{0}{0,25} + \frac{0,5}{0,5} + \frac{1}{0,75} + \frac{0,5}{1}$ ;
- РИСК НАСТУПИТ НАВЕРНЯКА:  $E = \frac{0}{0} + \frac{0}{0,25} + \frac{0}{0,5} + \frac{0,5}{0,75} + \frac{1}{1}$ .

Термы из правых частей приведённых правил описаны в виде нечётких подмножеств дискретного универсума  $J = \{0; 0,1; 0,2; \dots; 1\}$ . Для этого, согласно [4, с. 130, 5, с. 306], были использованы соответствующие функции принадлежности, а именно  $\forall u \in J$ :

- $TL$ =ЧЕРЕСЧУР НИЗКИЕ РИСКИ:  $\mu_{TL}(u) = \begin{cases} 1, u < 1 \\ 0, u = 1 \end{cases}$ ;
- $VL$ =ОЧЕНЬ НИЗКИЕ РИСКИ:  $\mu_{VL}(u) = (1-u)^2$ ;
- $ML$ =БОЛЕЕ ЧЕМ НИЗКИЕ РИСКИ:  $\mu_{ML}(u) = \sqrt{-u}$ ;
- $L$ =НИЗКИЕ РИСКИ:  $\mu_L(u) = 1-u$ ;
- $H$ =ВЫСОКИЕ РИСКИ:  $\mu_H(u) = u$ ;
- $MH$ =БОЛЕЕ ЧЕМ ВЫСОКИЕ РИСКИ:  $\mu_{MH}(u) = \sqrt{u}$ ;
- $VH$ =ОЧЕНЬ ВЫСОКИЕ РИСКИ:  $\mu_{VH}(u) = u^2$ ,
- $TH$ =СЛИШКОМ ВЫСОКИЕ РИСКИ:  $\mu_{TH}(u) = \begin{cases} 1, u = 1, \\ 0, u < 1 \end{cases}$ .

На последующих стадиях обработки выходы каждой интегрированной нечёткой модели формируют входы для последующей. Полученные, таким образом, данные из внутренних и внешних источников риска формируют входные характеристики для оценки совокупного уровня банковского риска.

**Заключение.** Очевидно, что предлагаемые в статье типовые модели для оценки составляющих как внутренних, так и внешних факторов риска нуждаются в структурном и параметрическом обучении с тем, чтобы претендовать на необходимую степень адекватности поставленной задаче. Более того, не факт, что предложенная на рис. 1 НКК вобрала в себя абсолютное большинство факторов, влияющих на совокупный уровень банковского риска. Но предлагаемый подход именно тем и хорош, что является в определённом смысле гибким по отношению к возможным дополнениям и/или уточнениям, которые могут быть предъявлены экспертами и/или руководителями КБ. Тем не менее, даже в предложенном «несовершенном» варианте модель, не выдавая абсолютных значений для оценки уровней рисков, способна реагировать на возможные изменения в концептах НКК и стать основой для формирования сбалансированной финансовой политики, проводимой КБ.

**Литература:**

1. Zadeh L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. – IEEE Trans., Syst., Man., Cybern., vol. SMC-3. 1973, Jan., pp. 28-44.
2. Как определить допустимый размер риска. Электронный ресурс. Доступен на: <http://fxgear.ru/kak-opredelit-dopustimyj-razmer-riska/> (Дата обращения – 23.10.2017 г.)
3. Kosko B. Fuzzy cognitive maps //International Journal of Man-Machine Studies, 1986.–Vol. 1.– pp. 65–75.
4. Рзаев Р.Р. Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки принятия решений. Verlag: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co, 2013. 130 с.
5. Рзаев Р.Р. Аналитическая поддержка принятия решений в организационных системах. – Saarbruchen (Germany): Palmerium Academic Publishing, 2016. – 306 с.