

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ НЕЧЁТКИМ МЕТОДОМ МАКСИМИННОЙ СВЁРТКИ И ИХ РАНЖИРОВАНИЕ

*Институт систем управления НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

**Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

***Азербайджанский государственный университет экономики, Баку, Азербайджан

***Анотація.** Пропонується методика оцінювання діяльності комерційних банків в умовах невизначеності. Як альтернатива обрані чотири комерційних банки, що характеризуються своїми даними про фінансові показники за звітний рік. Для оцінки поточної фінансової стійкості заданих альтернатив і подальшого їх ранжування застосовується метод максимінної згортки.*

***Ключові слова:** комерційний банк, фінансовий коефіцієнт стійкості, нечітка безліч, функція приналежності.*

***Аннотация.** Предлагается методика оценивания деятельности коммерческих банков в условиях неопределенности. В качестве альтернатив выбраны четыре коммерческих банка, характеризующихся своими данными о финансовых показателях за отчетный год. Для оценки текущей финансовой устойчивости заданных альтернатив и последующего их ранжирования применяется метод максиминной свертки.*

***Ключевые слова:** коммерческий банк, финансовый коэффициент устойчивости, нечёткое множество, функция принадлежности.*

***Abstract.** The technique of estimating the activity of commercial banks under the conditions of uncertainty is proposed. As an alternative, there were selected four commercial banks characterized by their data on financial performance for the year. To assess the current financial stability of given alternatives and their subsequent rankings there was applied the method of maximin convolution.*

***Keywords:** commercial bank, financial stability coefficient, fuzzy set, membership function.*

1. Введение

В работе [1] авторами настоящей статьи была предложена методика оценки финансовой устойчивости коммерческого банка, основанная на применении метода нечеткого логического вывода. Предложенная методика многокритериальной оценки предполагает комплексное использование показателей, характеризующих достаточность капитала (ДК), ликвидность (Л), качество пассивов (КП), качество активов (КА), прибыльность (П) и эффективность (Э). При этом каждый из данных показателей рассчитывается на основе финансовых коэффициентов, оказывающих наиболее существенное влияние на финансовую устойчивость банка.

Основным требованием, предъявляемым к коэффициентам финансовой устойчивости банков, являются их сочетаемость, взаимная сопоставимость по размерности и направленности. В [3] рассмотрен набор наиболее часто используемых финансовых коэффициентов устойчивости коммерческого банка с соответствующими расчетными формулами и с рекомендуемыми нормативными значениями, который был заимствован в [1] и который мы вынуждены компилировать вновь в виде табл. 1 для последующего применения.

Объектом нашего изучения являются текущие финансовые состояния произвольных коммерческих банков, которые характеризуются своей финансовой устойчивостью или надежностью, то есть способностью на данный момент противостоять возможным негативным факторам внутренней и внешней среды. В этой связи основной задачей остается многокритериальная оценка устойчивости коммерческих банков при наличии слабоструктурированных данных их финансовой деятельности.

Таблица 1. Система финансовых коэффициентов устойчивости коммерческих банков

Показатель	Коэффициент устойчивости	Расчётная формула	Нормативное значение (%)
ДК	Коэффициент достаточности капитала	$F_1 = \frac{\text{Капитал}}{\text{Активы, взвешенные с учётом риска}} \cdot 100\%$	10 (K≥5 млн евро) 11 (K<5 млн евро)
	Коэффициент достаточности капитала 1-го уровня	$F_2 = \frac{\text{Капитал 1-го уровня}}{\text{Активы, взвешенные с учётом риска}} \cdot 100\%$	6,0 4,0*
КП	Коэффициент клиентской базы	$F_3 = \frac{\text{Вклады граждан} + \text{Средства юридических лиц}}{\text{Общий объём привлечённых средств}} \cdot 100\%$	80
	Коэффициент стабильности ресурсной базы	$F_4 = \frac{\text{Суммарные обязательства} - \text{Обязательства до востребования}}{\text{Суммарные обязательства}} \cdot 100\%$	70
	Коэффициент зависимости от привлечённых МБК	$F_5 = \frac{\text{Привлечённые МБК}}{\text{Общий объём привлечённых средств}} \cdot 100\%$	Не более 15
КА	Коэффициент эффективности использования активов	$F_6 = \frac{\text{Активы, приносящие доход}}{\text{Суммарные активы}} \cdot 100\%$	85
	Коэффициент агрессивности кредитной политики	$F_7 = \frac{\text{Ссудная задолженность}}{\text{Привлечённые ресурсы банка}} \cdot 100\%$	60 – 70
	Коэффициент качества ссудной политики	$F_8 = \frac{\text{Ссудная задолженность} - \text{Расчётный РВПС}}{\text{Ссудная задолженность}} \cdot 100\%$	96 – 99
	Доля просроченных ссуд	$F_9 = \frac{\text{Ссудная задолженность просроченная}}{\text{Суммарная ссудная задолженность}} \cdot 100\%$	Не более 4
	Концентрация кредитных рисков на акционеров (участников)	$F_{10} = \frac{\text{Совокупная сумма кредитных требований в отношении крупных участников (акционеров)}}{\text{Капитал}} \cdot 100\%$	Не более 35
Л	Коэффициент соотношения высоколиквидных активов и привлечённых средств	$F_{11} = \frac{\text{Высоколиквидные активы}}{\text{Привлечённые средства}} \cdot 100\%$	3,0
	Норматив мгновенной ликвидности	$F_{12} = \frac{\text{Высоколиквидные активы}}{\text{Обязательства до востребования}} \cdot 100\%$	15
	Норматив текущей ликвидности	$F_{13} = \frac{\text{Ликвидные активы}}{\text{Обязательства до востребования на срок до 30 дней}} \cdot 100\%$	50
	Коэффициент структуры привлечённых средств	$F_{14} = \frac{\text{Обязательства до востребования}}{\text{Привлечённые средства}} \cdot 100\%$	Не более 50
П	Коэффициент рентабельности активов	$F_{15} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Совокупные активы}} \cdot 100\%$	Не менее 1,5
	Коэффициент рентабельности капитала	$F_{16} = \frac{\text{Прибыль}}{\text{Капитал}} \cdot 100\%$	Не менее 8
	Чистая процентная маржа	$F_{17} = \frac{\text{Чистые процентные доходы}}{\text{Суммарные активы, приносящие процентные доходы}} \cdot 100\%$	Не менее 5
	Структура расходов	$F_{18} = \frac{\text{Административно-управленческие расходы}}{\text{Чистые операционные доходы}} \cdot 100\%$	Не более 85
Э	Соотношение операционных расходов и доходов	$F_{19} = \frac{\text{Операционные расходы}}{\text{Операционные доходы}} \cdot 100\%$	50 – 70
	Соотношение операционных расходов и активов	$F_{20} = \frac{\text{Операционные расходы}}{\text{Суммарные активы}} \cdot 100\%$	Не ниже ставки рефинансирования в ±3%

*Рекомендация Базельского комитета.

2. Постановка задачи

Предположим, что необходимо оценить финансовые устойчивости альтернативных коммерческих банков, которые обозначим соответственно через a_1 , a_2 , a_3 и a_4 . Данные о финансовых показателях их деятельности в течение отчетного года представлены в табл. 2. На основании этих данных рассчитываются финансовые коэффициенты, выступающие в качестве критериев, характеризующих финансовую устойчивость коммерческих банков на текущую дату (табл. 3).

Таблица 2. Финансовые данные ежеквартальных отчетов коммерческих банков

№	Финансовый показатель	Значение финансового показателя (y/e)			
		a_1	a_2	a_3	a_4
01	Капитал	113940000	99127800	14242500000	165213000
02	Капитал 1-го уровня	93613000	45400790	117016250	126377550
03	Активы, взвешенные с учётом риска	860780000	740270800	1375975000	1355728500
04	Вклады граждан	399393000	355459770	499241250	535186620
05	Средства юридических лиц	175509000	159713190	212716908	273794040
06	Общий объём привлечённых средств	963494000	741890380	1011668700	1406701240
07	Суммарные обязательства	989930000	910735600	1138419500	1455197100
08	Обязательства до востребования	346870000	232402900	468274500	527242400
09	Привлечённые МБК	152600000	122080000	164045000	193478000
10	Активы, приносящие доход	850480000	697393600	1032482720	1309739200
11	Суммарные активы	1103870000	872057300	1181140900	1633727600
12	Ссудная задолженность	297870000	256168200	393188400	425954100
13	Расчётный РВПС	16500600	13530492	18975690	26235954
14	Привлечённые ресурсы банка	450870000	401274300	595148400	661426290
15	Ссудная задолженность просроченная	15600000	12260000	17940000	21684000
16	Суммарная ссудная задолженность	350600000	308528000	376895000	494346000
17	Совокупная сумма кредитных требований в отношении крупных участников (акционеров)	45890000	40199640	51167350	65163800
18	Высоколиквидные активы	45670000	29093520	52748850	69190050
19	Привлеченные средства	798700000	646148300	1022336000	1218017500
20	Ликвидные активы	90680000	77159612	114710200	139193800
21	Обязательства до востребования и на срок до 30 дней	190600000	167251500	238250000	279229000
22	Прибыль	11557000	9765665	15081885	17520412
23	Чистые процентные доходы	19518000	17566200	23714370	29803986
24	Суммарные активы, приносящие процентные доходы	380600000	336831000	409145000	588027000
25	Административно-управленческие расходы	14780000	11750100	16997000	19879100
26	Чистые операционные доходы	18501000	16003365	19703565	26252919
27	Операционные расходы	52600000	44973000	55493000	78111000
28	Операционные доходы	68580000	51915060	73723500	102732840

Таблица 3. Расчётные и нормативные значения финансовых коэффициентов

Критерий качества	Значение критерия для коммерческого банка				Нормативное значение
	a_1	a_2	a_3	a_4	
F_1	13,2368	13,3907	10,3508	12,1863	10
F_2	10,8754	6,1330	8,5042	9,3217	6
F_3	59,6685	69,4406	70,3746	57,5091	80
F_4	64,9601	74,4818	58,8663	63,7683	70
F_5	15,8382	16,4553	16,2153	13,7540	≤ 15
F_6	77,0453	79,9711	87,4140	80,1688	85
F_7	66,0656	63,8387	66,0656	64,3993	$60 \div 70$
F_8	94,4605	94,7181	95,1739	93,8407	$96 \div 99$
F_9	4,4495	3,9737	4,7599	4,3864	≤ 4
F_{10}	40,2756	40,5533	35,9258	39,4423	≤ 35
F_{11}	5,7180	4,5026	5,1596	5,6805	3
F_{12}	13,1663	12,5186	11,2645	13,1230	15
F_{13}	47,5761	46,1339	48,1470	49,8493	50
F_{14}	43,4293	35,9674	45,8044	43,2869	≤ 50
F_{15}	1,0470	1,1198	1,2769	1,0724	≥ 1.5
F_{16}	10,1431	9,8516	10,5894	10,6047	≥ 8
F_{17}	5,1282	5,2151	5,7961	5,0685	≥ 5
F_{18}	79,8876	73,4227	86,2636	75,7215	≤ 85
F_{19}	76,6987	86,6280	75,2718	76,0331	$50 \div 70$
F_{20}	4,7651	5,1571	4,6983	4,7812	$\geq 4,75$

По сути, перечисленные значения коэффициентов как критериев оценки финансовой устойчивости коммерческих банков являются весьма условными или, правильнее сказать, слабоструктурированными величинами. Поэтому в целях более адекватного описания будем интерпретировать их в виде термов или нечетких множеств, например, таких как ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ (F_6 – коэффициент эффективности использования активов) или СБАЛАНСИРОВАННАЯ (F_{18} – структура расходов). Тогда, обрабатывая эти данные нечетким методом максиминной свертки, необходимо произвести оценки финансовой устойчивости альтернативных банков a_1 , a_2 , a_3 и a_4 , с учетом которых произвести следующее их ранжирование.

3. Оценка финансовой устойчивости коммерческих банков нечетким методом максиминной свертки

Нечёткий метод максиминной свертки является одним из методов многокритериальной оценки альтернатив в нечеткой информативной среде и реализуется в три этапа [2, 4].

Этап 1. Построение функций принадлежности для рассмотренных выше критериев качества F_k ($k = 1 \div 20$) как нечетких терм-множеств.

Как правило, на практике аналитический вид функций принадлежности формируется экспертами, располагающими эвристическими знаниями в банковском секторе экономики.

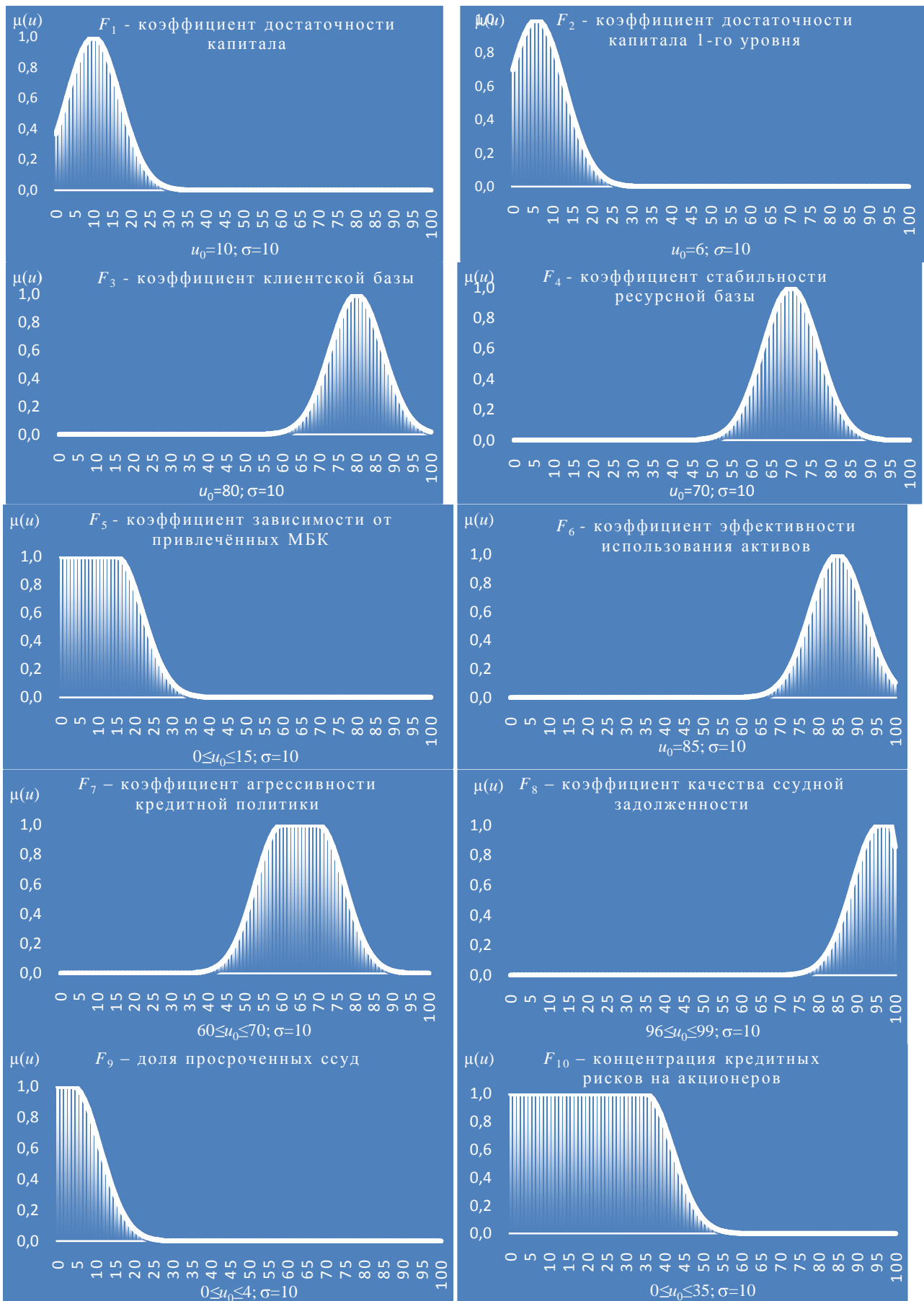


Рис. 1. Функции принадлежности нечетких множеств F_k ($k = 1 \div 10$)

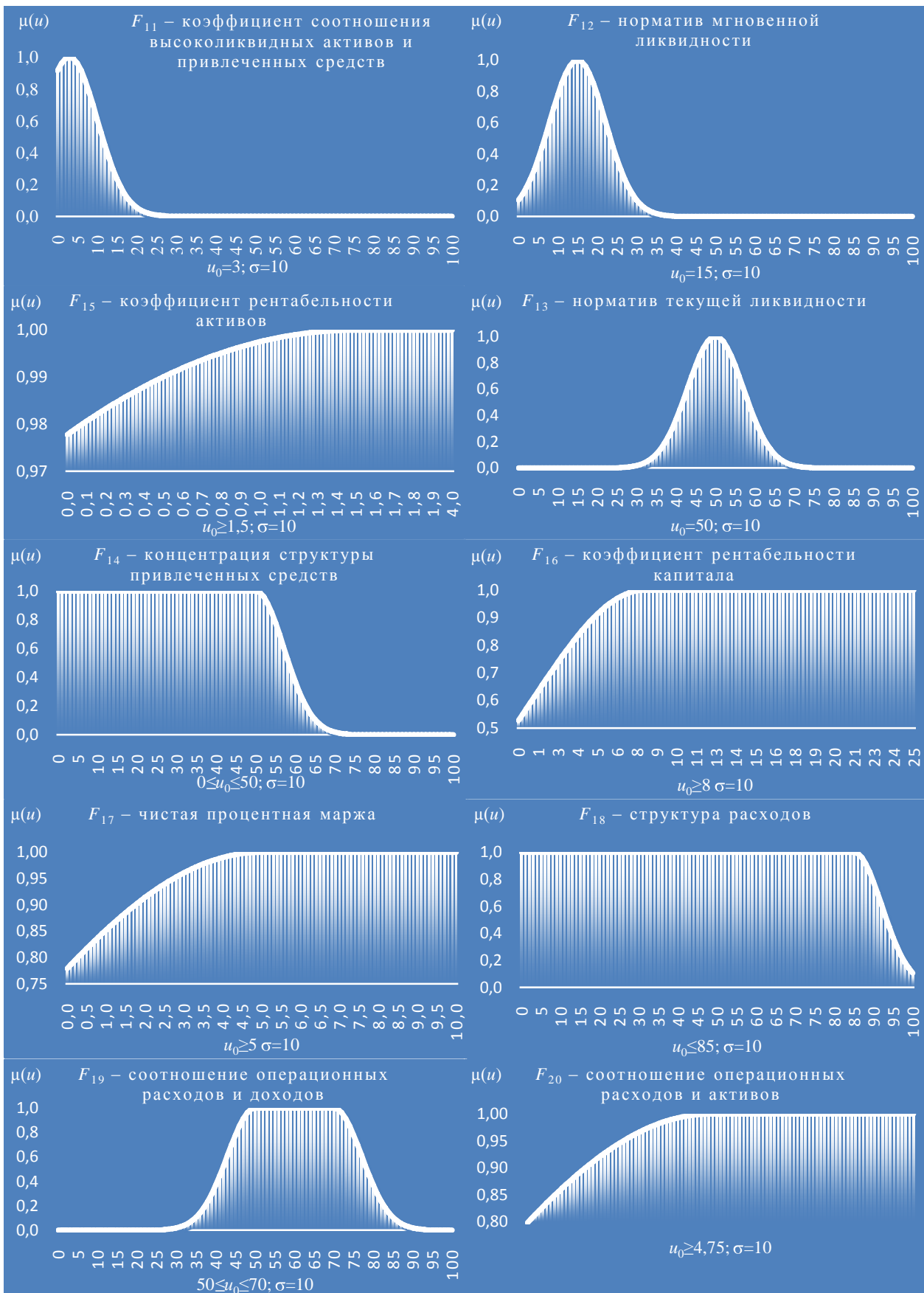


Рис. 2. Функции принадлежности нечетких множеств F_k ($k = 11 \div 20$)

Однако мы воспользуемся гауссовскими функциями принадлежности вида (рис. 1, 2):

$$\mu(u) = \exp\left\{-\frac{(u-u_0)^2}{\sigma^2}\right\}, u \in U,$$

где $u \in U$ – дискретный универсум, определяемый конечной статистической совокупностью смежных данных, а параметры u_0 – центр и σ^2 – плотность распределения элементов настраиваются (идентифицируются) на основе имеющихся в наличии статистических данных о финансовых коэффициентах коммерческих банков на протяжении определенного времени их отчетностей.

В данном случае получение точных оценок финансовой устойчивости коммерческого банка не является основной задачей настоящего исследования. Поэтому структурная и параметрическая оптимизация применяемой модели не проводится. Основная цель – это сравнение альтернативных банков. Хотя нахождение адекватной оценки финансовой устойчивости банка является достаточно важной задачей, но это предмет следующих наших исследований. В частности, для ее претворения можно воспользоваться гибридной, нейро-нечеткой технологией моделирования, описанной в [6], или воспользоваться инструментом MATLAB\FuzzyInferencesSystem\AdaptiveNeuralFuzzySystem.

Этап 2. Построение нечетких множеств, описывающих критерии качества F_k ($k = 1 \div 20$) посредством соответствующих функций принадлежности.

Перечисленные выше функции принадлежности восстанавливают следующие нечеткие множества по опорному вектору (a_1, a_2, a_3, a_4):

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_1 – коэффициент достаточности капитала) $A_1 = \frac{0,9005}{13,2368} + \frac{0,8914}{13,3907} + \frac{0,9988}{10,3508} + \frac{0,9533}{12,1863}$;

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_2 – коэффициент достаточности капитала 1-го уровня) $A_2 = \frac{0,7884}{10,8757} + \frac{0,9998}{6,1330} + \frac{0,9392}{8,5042} + \frac{0,8955}{9,3217}$;

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_3 – коэффициент клиентской базы) $A_3 = \frac{0,0160}{59,6685} + \frac{0,3279}{69,4406} + \frac{0,3559}{70,3746} + \frac{0,0064}{57,5091}$;

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_4 – коэффициент стабильности ресурсной базы) $A_4 = \frac{0,7757}{64,9601} + \frac{0,8180}{74,4818} + \frac{0,2895}{58,8663} + \frac{0,6782}{63,7683}$;

- для критерия качества «НЕ БОЛЕЕ 15%» (F_5 – коэффициент зависимости от привлечённых МБК) $A_5 = \frac{0,9930}{15,8382} + \frac{0,9790}{16,4553} + \frac{0,9853}{16,2153} + \frac{1}{13,7540}$;

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_6 – коэффициент эффективности использования активов) $A_6 = \frac{0,5311}{77,0453} + \frac{0,7765}{79,9711} + \frac{0,9434}{87,4140} + \frac{0,7918}{80,1688}$;

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_7 – коэффициент агрессивности кредитной политики) $A_7 = \frac{1}{66,0656} + \frac{1}{63,8387} + \frac{1}{66,0656} + \frac{1}{64,3993}$;

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_8 – коэффициент качества ссудной задолженности) $A_8 = \frac{0,9766}{94,4605} + \frac{0,9837}{94,7181} + \frac{0,9932}{95,1739} + \frac{0,9544}{93,8407}$;

- для критерия качества «НЕ БОЛЕЕ 4%» (F_9 – доля просроченных ссуд)

$$A_9 = \frac{0,9980}{4,4495} + \frac{1}{3,9737} + \frac{0,9942}{4,7599} + \frac{0,9985}{4,3864};$$

- для критерия качества «НЕ БОЛЕЕ 35%» (F_{10} – концентрация кредитных рисков на акционеров) $A_{10} = \frac{0,7571}{40,2756} + \frac{0,7346}{40,5533} + \frac{0,9915}{35,9258} + \frac{0,8209}{39,4423};$

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_{11} – коэффициент соотношения высоколиквидных активов и привлеченных средств)

$$A_{11} = \frac{0,9288}{5,7180} + \frac{0,9777}{4,5026} + \frac{0,9544}{5,1596} + \frac{0,9307}{5,6805};$$

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_{12} – норматив мгновенной ликвидности) $A_{12} = \frac{0,9669}{13,1663} + \frac{0,9403}{12,5186} + \frac{0,8698}{11,2645} + \frac{0,9654}{13,1230};$

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_{13} – норматив текущей ликвидности)

$$A_{13} = \frac{0,9429}{47,5761} + \frac{0,8612}{46,1339} + \frac{0,9662}{48,1470} + \frac{0,9998}{49,8493};$$

- для критерия качества «НЕ БОЛЕЕ 50%» (F_{14} – концентрация структуры привлеченных средств) $A_{14} = \frac{1}{43,4293} + \frac{1}{35,9674} + \frac{1}{45,8044} + \frac{1}{43,2869};$

- для критерия качества «НЕ МЕНЕЕ 1,5%» (F_{15} – коэффициент рентабельности активов) $A_{15} = \frac{0,9980}{1,0470} + \frac{0,9986}{1,1198} + \frac{0,9995}{1,2769} + \frac{0,9982}{1,0724};$

- для критерия качества «НЕ МЕНЕЕ 8%» (F_{16} – коэффициент рентабельности капитала) $A_{16} = \frac{1}{10,1431} + \frac{1}{9,8516} + \frac{1}{10,5894} + \frac{1}{10,6047};$

- для критерия качества «НЕ МЕНЕЕ 5%» (F_{17} – чистая процентная маржа)

$$A_{17} = \frac{1}{5,1282} + \frac{1}{5,2151} + \frac{1}{5,7961} + \frac{1}{5,0685};$$

- для критерия качества «НЕ БОЛЕЕ 85%» (F_{18} – структура расходов)

$$A_{18} = \frac{1}{79,8876} + \frac{1}{73,4227} + \frac{0,9842}{86,2636} + \frac{1}{75,7215};$$

- для критерия качества «В ПРЕДЕЛАХ НОРМЫ» (F_{19} – соотношение операционных расходов и доходов) $A_{19} = \frac{0,6384}{76,6987} + \frac{0,0630}{86,6280} + \frac{0,7574}{75,2718} + \frac{0,6949}{76,0331};$

- для критерия качества «НЕ НИЖЕ 4,75%» (F_{20} – соотношение операционных расходов и активов) $A_{20} = \frac{1}{4,7651} + \frac{1}{5,1571} + \frac{1}{4,6983} + \frac{1}{4,7812}.$

В перечисленных нечетких множествах через значения функций принадлежности проявляется отношение финансового коэффициента каждого из перечисленных банков к соответствующему критерию оценки.

Этап 3. Свёртка полученной информации в целях выявления наилучшей альтернативы. Если критерии оценки имеют одинаковую значимость для ответственного за принятие решений, то множество оптимальных альтернатив, скажем A , определяется путем пересечения нечетких множеств, содержащих оценки альтернатив по критериям выбора:

$$A = A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_{20}. \quad (1)$$

В данном случае оптимальной считается та альтернатива (а в нашем случае коммерческий банк с точки зрения финансовой устойчивости), которая с максимальной степенью принадлежит к нечеткому множеству A .

Операция пересечения нечетких множеств осуществляется согласно правилу [5]

$$\mu_A(a_j) = \min_i \mu_{A_i}(a_j). \quad (2)$$

В нашем случае множество оптимальных альтернатив формируется в следующем виде:

$\tilde{A} = \{\min(0,9005, 0,7884, 0,0160, 0,7757, 0,9930, 0,5311, 1, 0,9766, 0,9980, 0,7571, 0,9288, 0,9669, 0,9429, 1, 0,9980, 1, 1, 1, 0,6384, 1); \min(0,8914, 0,9998, 0,3279, 0,8180, 0,9790, 0,7765, 1, 0,9837, 1, 0,7346, 0,9777, 0,9403, 0,8612, 1, 0,9986, 1, 1, 1, 0,0630, 1); \min(0,9988, 0,9392, 0,3959, 0,2895, 0,9853, 0,9434, 1, 0,9932, 0,9942, 0,9915, 0,9544, 0,8698, 0,9662, 1, 0,9995, 1, 1, 0,9842, 0,7574, 1); \min(0,9533, 0,8955, 0,0064, 0,6782, 1, 0,7918, 1, 0,9544, 0,9985, 0,8209, 0,9307, 0,9654, 0,9998, 1, 0,9982, 1, 1, 1, 0,6949, 1)\} = \{0,0160; 0,0130; 0,2895; 0,0640\}$.

Ранжирование альтернатив осуществим на основе результирующего вектора приоритетов, который имеет вид [4]

$$\max_j \mu_A(a_j) = \max \{0,0160; 0,0130; 0,2895; 0,0640\}.$$

Таким образом, лучшим считается коммерческий банк a_3 , которому соответствует значение 0,2895. Далее по убыванию: $a_4 - 0,0640$, $a_1 - 0,0160$ и $a_2 - 0,0130$. При этом данный расклад полностью повторяет очередность альтернативных банков, полученную в [1] методом нечеткого логического вывода.

4. Заключение

Предложенный в статье нечеткий метод максиминной свертки для текущей оценки финансовой устойчивости коммерческих банков и их ранжирования не предусматривает получение точных значений (рейтингов), так как параметры применяемых гауссовских функций принадлежности нечетких множеств, описывающих принятые критерии оценки (финансовые коэффициенты), не оптимизированы. Тем не менее полученная последовательность банков по уровням их финансовой устойчивости полностью повторяет аналогичный расклад, полученный с применением метода нечеткого логического вывода в статье [1]. Более того, данный подход можно применять и для неограниченного числа альтернатив.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка деятельности коммерческих банков с применением метода нечеткого вывода для анализа их финансовых показателей устойчивости / Р.Р. Рзаев, З.Р. Джамалов, С.Т. Бабаева [и др.] // Математичні машини і системи. – 2015. – № 4. – С. 128 – 144.
2. Рзаев Р.Р. Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки принятия решений / Рзаев Р.Р. – Verlag: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2013. – 130 с.
3. Лотобаева Г.Г. Система ключевых показателей устойчивости коммерческого банка / Г.Г. Лотобаева, А.А. Насонова // Банковское дело. – 2006. – № 3. – С. 76 – 79.
4. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Математика. Новое в зарубежной науке / Заде Л.; пер. с англ.; под ред. Н.Н. Моисеева и С.А. Орловского. – М.: Мир, 1976. – 166 с.

6. Lin C. T. Supervised and unsupervised learning with fuzzy similarity for neural network-based fuzzy logic control systems / C.T. Lin, C.S. George Lee // Fuzzy sets, Neural Networks and Soft Computing. Edited by R.R. Yager and L.A. Zadeh. – New York: Van Nostrand Reinhold, 1994. – P. 85 – 125.

Стаття надійшла до редакції 20.07.2015