

# МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

---

УДК 519.712.3

*Р.Р. Рзаев, А.А. Алиев*

## ОЦЕНИВАНИЕ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

### Введение

С развитием рыночных отношений процесс кредитования банками юридических и физических лиц сопряжен с многочисленными факторами риска, способными повлечь за собой непогашение выделенного кредита (ссуды) в установленный договором срок. Поэтому при анализе кредитоспособности заемщика устанавливаются:

- возможность своевременного и полного погашения задолженности по кредиту;
- степень риска, которую банк готов взять на себя;
- размер кредита, который может быть предоставлен в конкретной ситуации;
- условия получения кредита.

На современном этапе развития рыночных отношений анализ кредитоспособности физического лица (ФЛ) предусматривает изучение соотношения запрашиваемой ссуды и личного дохода, текущую и перспективную оценки финансовой стабильности, оценки стоимости имущества и состава семьи, изучение личностных характеристик и кредитной истории, в том числе и на основании информации из социального профиля. Очевидно, что проведение такого всестороннего анализа позволяет менеджменту банка более эффективно управлять своими кредитными ресурсами и получать прибыль.

В настоящее время в банковском секторе экономики для оценки кредитоспособности ФЛ используется три основных подхода: скоринговая оценка [1], изучение кредитной истории, оценка по финансовым показателям платежеспособности [2, 3]. В рамках этих подходов широко применяются алгоритмы, основанные на разнообразных методах классификации Data Mining, а именно: статистические методы, основанные на дискриминантном анализе (линейная регрессия, логистическая регрессия); различные варианты линейного программирования; дерево классификации или рекурсионно-партиционный алгоритм; нейронные сети; генетический алгоритм; метод ближайших соседей. Традиционные и наиболее распространенные регрессионные методы анализа и, прежде всего, линейная многофакторная регрессия:  $p = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n$ , где в контексте данной задачи  $p$  — вероятность дефолта;  $w_k$  ( $k = 1 \div n$ ) — веса;  $x_k$  — некоррелируемые между собой характеристики ФЛ. Однако недостаток этих методов заключается в том, что переменные модели принимают свои значения из совершенно разных областей. Пре-

одолеть данный недостаток при оценке ФЛ позволяет логистическая регрессия:  $\log[p/(1-p)] = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n$ , для применения которой необходимы гораздо более сложные расчеты весов. В настоящее время логистическая регрессия — лидер скоринговых систем. Ее преимущество еще и в том, что она может подразделять клиентов как на две группы (0 — плохой, 1 — хороший), так и на несколько групп риска (1, 2, 3 и т.д.). Тем не менее все регрессионные методы чувствительны к корреляции между характеристиками, поэтому в применяемой модели недопустимы взаимно коррелированные независимые переменные.

Во всех методиках имеются недостатки, исправление которых — необходимое условие успешного развития процесса кредитования и уменьшения рисков. Применение каждого из перечисленных методов для анализа и оценки финансовой стабильности ФЛ в той или иной степени обеспечивает информационную поддержку принятия решений в области кредитования в условиях неопределенности. На практике часто используются комбинации нескольких методов (гибридные методы, например *neural-fuzzy* системы), которые, будучи гибкими, могут периодически адаптироваться к новым условиям рынка. Другим средствами являются методы и модели нечеткой логики, которые позволяют существенно расширить классы решаемых задач управления в условиях неопределенности, в том числе и по принятию решений о выдаче кредита. При этом конечный результат оценки финансового состояния заемщика с помощью той или иной технологии может стать максимально эффективным только при наличии высокого уровня профессионализма банковских работников [4]. Благодаря этому потребительское кредитование можно поставить на поток.

Все консалтинговые компании хранят свои скоринговые модели в строжайшем секрете, поэтому сложно сказать, какой метод лучше. Об этом можно только догадываться или проводить собственные исследования, опираясь на научные публикации.

### **1. Количественные и качественные показатели платежеспособности ФЛ на текущий момент**

Классический подход к объективной оценке финансовой стабильности ФЛ подразумевает наличие списка ключевых количественных и качественных показателей, характеризующих соответственно экономическую и личную кредитоспособности. Для этих показателей устанавливаются определенные критериальные значения в зависимости от вида запрашиваемого кредита (например, на приобретение или строительство жилья, на покупку транспортных средств или товаров длительного пользования и т.д.), его объема и срока предоставления, вида обеспечения (залога).

К основным количественным показателям финансовой стабильности ФЛ относятся [5]:

- текущие и перспективные совокупные чистые доходы заемщика, т.е. ежемесячные ожидаемые совокупные доходы заемщика, уменьшенные на совокупные расходы и обязательства;
- объем депозитных вкладов заемщика (по согласованию с ним);
- обеспечение кредита и его ликвидность (залог всякого имущества, наличие страховки, возможности передачи права собственности на объект кредитования, в том числе на жилье, автотранспорт и т.д.);
- финансовые коэффициенты, характеризующие текущую финансовую стабильность заемщика и его финансовые возможности по выполнению своих обязательств в соответствии с соглашением по кредиту.

Если данные по первым трем показателям приобретают исторический статус непосредственно после банковской проверки, то показатели текущей платежеспо-

способности (финансовые коэффициенты) требуют уточнений и дополнительной предварительной обработки. В частности, анализ текущей платежеспособности заемщика проводится с учетом оценки следующих финансовых коэффициентов [6, 7].

1.  $F_1$  — коэффициент РТИ (Payment-to-IncomeRatio), определяется в виде пропорции  $F_1 = P_m / I_m$ , где  $P_m$  — сумма ежемесячных платежей ФЛ по кредиту, включая сумму вклада по основному долгу, проценты и комиссию по кредиту, а также другие платежи, оговоренные в условиях кредитного соглашения;  $I_m$  — сумма ежемесячных доходов ФЛ, которая определяется на основании размера заработной платы за вычетом налогов, размера помощи на детей, размера пенсии и других доходов\*. При этом величина РТИ должна удовлетворять следующим требованиям:

— если доходы ФЛ и запрашиваемый им кредит в одинаковых валютах (национальной и иностранной), то  $F_1 \leq 0,4$ ;

— если ФЛ при доходах в иностранной валюте запрашивает кредит в национальной валюте, то  $F_1 \leq 0,45$ ;

— если ФЛ при доходах в национальной валюте запрашивает кредит в иностранной валюте, то  $F_1 \leq 0,3$ .

2.  $F_2$  — коэффициент ОТИ (Obligations-to-IncomeRatio), определяется в виде пропорции  $F_2 = O_m / I_m$ , где  $O_m$  — сумма всех финансовых обязательств ФЛ, которая включает его текущие расходы, взносы по страхованию, коммунальные и других расходы. При этом величина ОТИ должна удовлетворять следующим требованиям:

— если доходы ФЛ и запрашиваемый им кредит в одинаковых валютах (национальной или иностранной), то  $F_2 \leq 0,5$ ;

— если ФЛ при доходах в иностранной валюте запрашивает кредит в национальной валюте, то  $F_2 \leq 0,55$ ;

— если ФЛ при доходах в национальной валюте запрашивает кредит в иностранной валюте, то  $F_2 \leq 0,4$ .

3.  $F_3$  — коэффициент платежеспособности ФЛ, определяется из равенства  $F_3 = I_m / (P_m + O_m)$ . Очевидно, что величина  $F_3$  должна превышать единицу.

К основным качественным характеристикам финансовой стабильности ФЛ относятся [6, 7]:

- общее материальное положение ФЛ, подразумевающее, например, наличие у него движимого и/или недвижимого имущества, заверенные в установленном порядке документы, подтверждающие его право на собственность;

- социальная стабильность ФЛ, подразумевающая, например, наличие у него постоянной работы, устойчивой деловой репутации, семейного положения и т.д.;

- возраст ФЛ;

- кредитная история ФЛ о его интенсивности пользования кредитами и/или гарантиями банка в прошлом, о своевременности погашения задолженностей и процентов по кредиту\*\*.

---

\* Подтверждением ежемесячных доходов ФЛ могут быть его налоговые декларации за предыдущий период, справка с места работы о доходах или другие официальные документы.

\*\* Кредитную историю ФЛ можно дополнить и за счет анализа его финансовой стабильности как пользователя Интернета на основании информации из социального профиля. Но это предмет отдельного исследования.

**Постановка задачи.** Предположим, что банк рассматривает заявки пятерых ФЛ, желающих получить одноименные кредиты в соизмеримых объемах. Обозначим их как альтернативы:  $a_1, a_2, a_3, a_4$  и  $a_5$ , которые характеризуются своими количественными и качественными показателями. Тогда необходимо построить такую универсальную модель для оценки их платежеспособности, чтобы она могла одновременно учитывать количественные и качественные (или слабо-структурированные) характеристики о степени платежеспособности заемщика на текущий момент. Другими словами, необходимо построить такую модель, чтобы с ее помощью в условиях нечеткой информационной среды выбрать наиболее платежеспособного заемщика.

## 2. Нечеткий вывод и точечная оценка нечеткого множества

Большинство из применяемых для оценки кредитоспособности ФЛ методов могут оперировать лишь количественными характеристиками. Нечеткие множества, как способ для формализации лингвистических знаний, позволяют избежать этих ограничений. В данном случае задача оценки кредитоспособности ФЛ сводится к оценке его информационного профиля, складывающегося из системы количественных и качественных показателей. Поэтому применение аппарата нечеткой логики может позволить профильному эксперту при выборе оцениваемых показателей руководствоваться лишь степенью их значимости для принятия конечного решения, а сама задача оценки кредитоспособности ФЛ не будет сведена лишь к расчету количественных значений финансовых показателей ФЛ.

В контексте данных рассуждений рассмотрим задачу точечной оценки альтернатив в условиях доступной нечеткой информации. Для ее компьютерной реализации воспользуемся одним из методов нечеткого вывода, сущность которого состоит в следующем [8].

Пусть  $U$  — множество альтернатив,  $A$  — его нечеткое подмножество, к которому принадлежность элементов из  $U$  определяется соответствующими значениями из отрезка  $[0, 1]$  функции принадлежности [9]. Предположим, что нечеткие множества  $A_j$  описывают возможные значения (термы) лингвистической переменной  $x$ . Тогда множество решений (альтернатив) можно характеризовать совокупностью критериев — значениями лингвистических переменных:  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , например, в данном случае — значением «высокий» лингвистической переменной  $x_1$  = Объем депозитных вкладов потенциального заемщика. Совокупность лингвистических переменных (критериев), принимающих подобные значения, может характеризовать представления о достаточности рассматриваемых альтернатив. Тогда, полагая  $s$  =удовлетворительное также лингвистической переменной, типовое импликативное правило, в частности, может выглядеть так:

«Если  $x_1$  =низкое и  $x_2$  =хорошее и ... и  $x_p$  =подходящее, то  $s$  =удовлетворительное».

В общем виде импликативные рассуждения можно представить в виде

$$e_i : \text{«Если } x_1 = A_{1i} \text{ и } x_2 = A_{2i} \text{ и } x_p = A_{pi}, \text{ то } s = B_i \text{»}. \quad (1)$$

Далее пересечение  $x_1 = A_{1i} \cap x_2 = A_{2i} \cap \dots \cap x_p = A_{pi}$  обозначим  $x = A_i$ . В дискретном случае операция пересечения нечетких множеств определяется нахождением минимума соответствующих значений их функций принадлежности [9], т.е. как

$$\mu_{A_i}(v) = \min_{v \in V} \{\mu_{A_{1i}}(u_1), \mu_{A_{2i}}(u_2), \dots, \mu_{A_{pi}}(u_p)\}, \quad (2)$$

где  $V = U_1 \times U_2 \times \dots \times U_p$ ;  $v = (u_1, u_2, \dots, u_p)$ ;  $\mu_{A_{ji}}(u_j)$  — степень принадлежности элемента  $u_j$  нечеткому множеству  $A_{ji}$ . Тогда высказывания (1) можно представить в более компактном виде:

$$e_i : \langle \text{Если } x = A_i, \text{ то } s = B_i \rangle. \quad (3)$$

Для обобщения данных высказываний базовые множества  $U$  и  $V$  обозначим  $W$ . Тогда  $A_i$  соответственно будет нечетким подмножеством базового множества  $W$ , а  $B_i$  — нечетким подмножеством единичного интервала  $I = [0; 1]$ .

Для реализации правил вида (3) используются различные нечеткие импликации [10]. В частности, в принятых обозначениях воспользуемся импликацией Лукасевича

$$\mu_H(w, i) = \min\{1, 1 - \mu_A(w) + \mu_B(i)\}, \quad (4)$$

где  $H$  — нечеткое подмножество на  $W \times I$ ;  $w \in W$  и  $i \in I$ .

Аналогичным образом правила (3)  $e_1, e_2, \dots, e_q$  транспонируются в соответствующие нечеткие множества:  $H_1, H_2, \dots, H_q$ . При этом, обозначая их произведение как  $D = H_1 \cap H_2 \cap \dots \cap H_q$ , для каждой пары  $(w, i) \in W \times I$  получим

$$\mu_D(w, i) = \min\{\mu_{H_j}(w, i)\}, \quad j = \overline{1, q}. \quad (5)$$

В этом случае вывод об удовлетворительной альтернативе, описанной нечетким множеством  $A$  из  $W$ , можно определить композиционным правилом

$$G = A \circ D, \quad (6)$$

где  $G$  — нечеткое подмножество единичного интервала  $I$ . Тогда в конечном итоге имеем

$$\mu_G(i) = \max_{w \in W} \{\min(\mu_A(w), \mu_D(w, i))\}. \quad (7)$$

Сравнение альтернатив осуществляется на основе их точечных оценок. С этой целью вначале для нечеткого подмножества  $C \subset I$  определяются  $\alpha$ -уровневые множества ( $\alpha \in [0; 1]$ ) в виде  $C_\alpha = \{i \mid \mu_C(i) \geq \alpha, i \in I\}$ . Затем для каждого из них определяются средние значения соответствующих элементов  $M(C_\alpha)$ . В общем случае для множества, состоящего из  $n$  элементов,

$$M(C_\alpha) = \sum_{j=1}^n \frac{i_j}{n}, \quad i \in C_\alpha. \quad (8)$$

Саму точечную оценку нечеткого множества (альтернативы)  $C$  можно получить из равенства

$$F(C) = \frac{1}{\alpha_{\max}} \int_0^{\alpha_{\max}} M(C_\alpha) d\alpha, \quad (9)$$

где  $\alpha_{\max}$  — максимальное значение на  $C_\alpha$ .

### 3. Многокритериальная оценка платежеспособности потенциальных заемщиков

Предположим, что в банк обратились пять заявителей:  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  и  $a_5$ , получающих доходы в долларах США, для приобретения кредита в национальной валюте. После начальной стадии обработки, где их количественные значения показателей платежеспособности верифицируются, а качественные характеристики интерпретируются банком, например, по 10-балльной шкале оценивания, исходные данные о платежеспособности каждого из заявителей можно представить в виде табл. 1.

Таблица 1

№	Показатели платежеспособности	Альтернативные заемщики кредитов				
		$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
1	Текущий и перспективный совокупный чистый доход, \$	280	340	370	310	280
2	Объем депозитных вкладов	6	8	5	4	9
3	Обеспечение кредита и его ликвидность*	2	5	7	9	8
4	Сумма ежемесячных платежей по кредиту $P_m$ , \$	180	260	310	210	240
5	Сумма ежемесячных доходов $I_m$ , \$	600	750	810	670	560
6	Сумма финансовых обязательств $O_m$ , \$	320	410	440	360	280
7	Общее материальное положение**	7	6	9	8	7
8	Социальная стабильность**	10	8	6	8	7
9	Возраст (лет)	28	39	55	64	47
10	Кредитная история**	5	4	8	9	6

\*Хотя эти показатели и имеют числовую природу (денежный эквивалент), однако их значения все же усредненные или «размытые», т.е. слабоструктурированные. Поэтому их также целесообразно предварительно оценивать по 10-балльной шкале.

\*\*Качественные показатели, интерпретированные по 10-балльной шкале оценивания.

Далее, вычислив финансовые коэффициенты платежеспособности  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  по приведенным формулам, получим обновленный список критериев оценки, которые сведены в табл. 2 с соответствующими нормативными интервалами.

Таблица 2

Условное обозначение	Критерии оценки	Альтернативные заемщики кредитов					Нормативный интервал
		$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	
$K_1$	Текущий и перспективный совокупный чистый доход, \$	280	340	370	310	280	Чем больше, тем лучше
$K_2$	Объем депозитных вкладов	6	8	5	4	9	[0, 10]
$K_3$	Обеспечение кредита и его ликвидность	2	5	7	9	8	[0, 10]
$K_4$	PTI	0,3000	0,3467	0,3827	0,3134	0,4286	[0, 0,45]
$K_5$	OTI	0,5333	0,5467	0,5432	0,5373	0,5000	[0, 0,55]
$K_6$	Платежеспособность	1,2000	1,1194	1,0800	1,1754	1,0769	Чем больше 1, тем лучше
$K_7$	Общее материальное положение	7	6	9	8	7	[0, 10]
$K_8$	Социальная стабильность	10	8	6	8	7	[0, 10]
$K_9$	Возраст (лет)	28	39	55	64	47	[0, 100]
$K_{10}$	Кредитная история	5	4	8	9	6	[0, 10]

Полагая интервалы нормативных значений показателей платежеспособности универсальными множествами  $U_i$ , построим их нечеткие подмножества, описывающие качественные критерии оценки  $K_i$  ( $i = \overline{1,10}$ ), к перечисленным в табл. 2 соответствующим показателям платежеспособности заемщиков, например, высокий (текущий и перспективный совокупный чистый доход), достаточный (объем депозитных вкладов) и т.д. Для этого в качестве опорного вектора выберем вектор  $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$ , а для восстановления по нему указанных нечетких множеств в виде

$$K_i = \frac{\mu_{K_i}(a_1)}{a_1} + \frac{\mu_{K_i}(a_2)}{a_2} + \frac{\mu_{K_i}(a_3)}{a_3} + \frac{\mu_{K_i}(a_4)}{a_4} + \frac{\mu_{K_i}(a_5)}{a_5}, \quad (10)$$

воспользуемся гауссовскими функциями принадлежности:

$$\mu_{K_i}(u_i) = e^{-\frac{(u_i - u_{i0})^2}{\sigma_i^2}}, \quad u_i \in U_i \quad (i = \overline{1,10}). \quad (11)$$

Здесь  $u_{i0} \in U_i$  — абсцисса вершины функций,  $\sigma_i^2$  — плотность (дисперсия) распределения элементов по  $i$ -му критерию. Данную процедуру, которую назовем фаззификацией входных характеристик нечеткой модели [9], средствами программного приложения достаточно легко можно реализовать для любого счетного числа альтернатив  $a_k$  (заемщиков).

Из-за ограниченного набора альтернатив при описании каждого из критериев  $K_i$  плотность  $\sigma_i^2$  выбрана избирательно: с учетом сохранения общей конфигурации функции принадлежности для всех случаев. В итоге критерии оценки были описаны следующими нечеткими множествами:

- $K_1$  = высокий (текущий и перспективный совокупный чистый доход)

( $u_{10} = 500, \sigma_1^2 = 27225$ ):

$$K_1 = \frac{0,16901}{a_1} + \frac{0,39051}{a_2} + \frac{0,53754}{a_3} + \frac{0,26554}{a_4} + \frac{0,16901}{a_5};$$

- $K_2$  = достаточный (объем депозитных вкладов) ( $u_{20} = 10, \sigma_2^2 = 10,89$ ):

$$K_2 = \frac{0,23010}{a_1} + \frac{0,69260}{a_2} + \frac{0,10069}{a_3} + \frac{0,03667}{a_4} + \frac{0,91226}{a_5};$$

- $K_3$  = приемлемое (обеспечение кредита и его ликвидность) ( $u_{30} = 10, \sigma_3^2 = 10,89$ ):

$$K_3 = \frac{0,00280}{a_1} + \frac{0,10069}{a_2} + \frac{0,43760}{a_3} + \frac{0,91226}{a_4} + \frac{0,69260}{a_5};$$

- $K_4$  = низкий (показатель РТИ) ( $u_{40} = 0, \sigma_4^2 = 0,0225$ ):

$$K_4 = \frac{0,01832}{a_1} + \frac{0,00479}{a_2} + \frac{0,00149}{a_3} + \frac{0,01271}{a_4} + \frac{0,00028}{a_5};$$

- $K_5$  = низкий (показатель ОТИ) ( $u_{50} = 0, \sigma_5^2 = 0,0625$ ):

$$K_5 = \frac{0,01056}{a_1} + \frac{0,00838}{a_2} + \frac{0,00891}{a_3} + \frac{0,00986}{a_4} + \frac{0,01832}{a_5};$$

- $K_6$  = высокий (показатель платежеспособности) ( $u_{60} = 1,5, \sigma_6^2 = 0,027225$ ):

$$K_6 = \frac{0,03667}{a_1} + \frac{0,00489}{a_2} + \frac{0,00153}{a_3} + \frac{0,02085}{a_4} + \frac{0,00139}{a_5};$$

- $K_7$  = высокое (общее материальное положение) ( $u_{70} = 10, \sigma_7^2 = 10,89$ ):

$$K_7 = \frac{0,43760}{a_1} + \frac{0,23010}{a_2} + \frac{0,91226}{a_3} + \frac{0,69260}{a_4} + \frac{0,43760}{a_5};$$

- $K_8$  = высокий (уровень социальной стабильности) ( $u_{80} = 10, \sigma_8^2 = 10,89$ ):

$$K_8 = \frac{1,00000}{a_1} + \frac{0,69260}{a_2} + \frac{0,23010}{a_3} + \frac{0,69260}{a_4} + \frac{0,43760}{a_5};$$

- $K_9$  = подходящий (возраст заявителя) ( $u_{90} = 35, \sigma_9^2 = 1089$ ):

$$K_9 = \frac{0,95600}{a_1} + \frac{0,98542}{a_2} + \frac{0,69260}{a_3} + \frac{0,46196}{a_4} + \frac{0,87614}{a_5};$$

- $K_{10}$  = благоприятная (кредитная история) ( $u_{10,0} = 10, \sigma_{10}^2 = 10,89$ ):

$$K_{10} = \frac{0,10069}{a_1} + \frac{0,03667}{a_2} + \frac{0,69260}{a_3} + \frac{0,91226}{a_4} + \frac{0,23010}{a_5}.$$

**3.1. Оценка платежеспособности заемщиков методом нечеткого логического вывода.** Итак, предположим, что руководство банка рассматривает пять ФЛ, претендующих на получение кредита. Задача состоит в том, чтобы выявить наилучшего. Для этого воспользуемся следующими непротиворечивыми и логически обоснованными импликативными правилами\*:

$e_1$  : «Если  $K_5$  = низкий и  $K_6$  = высокий и  $K_7$  = высокое и  $K_8$  = высокий, то степень кредитоспособности ФЛ удовлетворительная»;

$e_2$  : «Если  $K_2$  = достаточный и  $K_4$  = низкий и  $K_5$  = низкий и  $K_6$  = высокий и  $K_7$  = высокое и  $K_8$  = высокий, то степень кредитоспособности ФЛ более чем удовлетворительная»;

$e_3$  : «Если  $K_1$  = высокий и  $K_2$  = достаточный и  $K_3$  = приемлемое и  $K_5$  = низкий и  $K_6$  = высокий и  $K_7$  = высокое и  $K_8$  = высокий и  $K_{10}$  = благоприятная, то степень кредитоспособности ФЛ очень удовлетворительная»;

$e_4$  : «Если  $K_1$  = высокий и  $K_2$  = достаточный и  $K_3$  = приемлемое и  $K_4$  = низкий и  $K_5$  = низкий и  $K_6$  = высокий и  $K_7$  = высокое и  $K_8$  = высокий и  $K_9$  = подходящий и  $K_{10}$  = благоприятная, то степень кредитоспособности ФЛ безупречная»;

$e_5$  : «Если  $K_2$  = достаточный и  $K_3$  = неприемлемое и  $K_4$  = низкий и  $K_5$  = низкий и  $K_6$  = высокий и  $K_7$  = высокое и  $K_8$  = высокий и  $K_9$  = неподходящий, то степень кредитоспособности ФЛ все равно удовлетворительная»;

$e_6$  : «Если  $K_3$  = неприемлемое и  $K_6$  = невысокий и  $K_7$  = невысокое и  $K_{10}$  = неблагоприятная, то степень кредитоспособности ФЛ неудовлетворительная».

---

\* Данные правила строятся на основе регулирующих высказываний похожей конструкции, которые каждый банк может адаптировать под свои специфические условия и требования. При этом для их формулирования совершенно не требуется специальных математических знаний.



Легко заметить, что данные правила отражают причинно-следственные связи между критериями платежеспособности  $K_i$  ( $i = \overline{1, 10}$ ), с одной стороны, и степенью кредитоспособности ФЛ, с другой. Если для входных характеристик формализмы в виде нечетких множеств уже построены, то для выходной характеристики — лингвистической переменной, «степень кредитоспособности» соответствующие термы зададим на дискретном множестве  $J = \{0; 0, 1; \dots; 1\}$  в виде следующих нечетких подмножеств [10]:

- $S$  =удовлетворительная:  $\mu_S(u) = u$ ;
- $MS$  =более чем удовлетворительная:  $\mu_{MS}(u) = \sqrt{u}$ ;
- $VS$  =очень удовлетворительная:  $\mu_{VS}(u) = u^2$ ;
- $P$  =безупречная:  $\mu_P(u) = \begin{cases} 1, u = 1, \\ 0, u < 1; \end{cases}$
- $US$  =неудовлетворительная:  $\mu_{US}(u) = 1 - u$ .

В принятых обозначениях правила  $e_1 \div e_6$  запишем в следующем символьном виде:

$e_1$  : «Если  $x_5 = K_5$  и  $x_6 = K_6$  и  $x_7 = K_7$  и  $x_8 = K_8$ , то  $y = S$  »;

$e_2$  : «Если  $x_2 = K_2$  и  $x_4 = K_4$  и  $x_5 = K_5$  и  $x_6 = K_6$  и  $x_7 = K_7$  и  $x_8 = K_8$ , то  $y = MS$  »;

$e_3$  : «Если  $x_1 = K_1$  и  $x_2 = K_2$  и  $x_3 = K_3$  и  $x_5 = K_5$  и  $x_6 = K_6$  и  $x_7 = K_7$  и  $x_8 = K_8$  и  $x_{10} = K_{10}$ , то  $y = VS$  »;

$e_4$  : «Если  $x_1 = K_1$  и  $x_2 = K_2$  и  $x_3 = K_3$  и  $x_4 = K_4$  и  $x_5 = K_5$  и  $x_6 = K_6$  и  $x_7 = K_7$  и  $x_8 = K_8$  и  $x_9 = K_9$  и  $x_{10} = K_{10}$ , то  $y = P$  »;

$e_5$  : «Если  $x_2 = K_2$  и  $x_3 = \neg K_3$  и  $x_4 = K_4$  и  $x_5 = K_5$  и  $x_6 = K_6$  и  $x_7 = K_7$  и  $x_8 = K_8$  и  $x_9 = \neg K_9$ , то  $y = S$  »;

$e_6$  : «Если  $x_3 = \neg K_3$  и  $x_6 = \neg K_6$  и  $x_7 = \neg K_7$  и  $x_{10} = \neg K_{10}$ , то  $y = US$  », которые с учетом (2) будут выглядеть в еще более компактном виде:

$e_1$  : «Если  $x = M_1$ , то  $y = S$  »;  $e_2$  : «Если  $x = M_2$ , то  $y = MS$  »;  $e_3$  : «Если  $x = M_3$ , то  $y = VS$  »;  $e_4$  : «Если  $x = M_4$ , то  $y = P$  »;  $e_5$  : «Если  $x = M_5$ , то  $y = S$  »;  $e_6$  : «Если  $x = M_6$ , то  $y = US$  », где:

$$M_1 = \frac{0,01056}{a_1} + \frac{0,00489}{a_2} + \frac{0,00153}{a_3} + \frac{0,00986}{a_4} + \frac{0,00139}{a_5};$$

$$M_2 = \frac{0,01056}{a_1} + \frac{0,00479}{a_2} + \frac{0,00149}{a_3} + \frac{0,00986}{a_4} + \frac{0,00028}{a_5};$$

$$M_3 = \frac{0,00280}{a_1} + \frac{0,00489}{a_2} + \frac{0,00153}{a_3} + \frac{0,00986}{a_4} + \frac{0,00139}{a_5};$$

$$M_4 = \frac{0,00280}{a_1} + \frac{0,00479}{a_2} + \frac{0,00149}{a_3} + \frac{0,00986}{a_4} + \frac{0,00028}{a_5};$$

$$M_5 = \frac{0,01056}{a_1} + \frac{0,00479}{a_2} + \frac{0,00149}{a_3} + \frac{0,00986}{a_4} + \frac{0,00028}{a_5};$$

$$M_6 = \frac{0,56240}{a_1} + \frac{0,76990}{a_2} + \frac{0,08774}{a_3} + \frac{0,08774}{a_4} + \frac{0,30740}{a_5}.$$

Для преобразования последних правил воспользуемся импликацией Лукасевича (4), в результате для каждой пары  $(u, j) \in U \times Y$  на  $U \times Y$  получим соответствующие нечеткие отношения в виде следующих матриц:

$$R_1 =$$

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,0106	0,9894	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0049	0,0051	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0015	0,9985	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0099	0,9901	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0014	0,9986	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

$$R_2 =$$

	0	0,3162	0,4472	0,5477	0,6325	0,7071	0,7746	0,8367	0,8944	0,9487	1
0,0106	0,9894	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0048	0,9952	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0015	0,9985	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0099	0,9901	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0003	0,9997	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

$$R_3 =$$

	0	0,01	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,49	0,64	0,81	1
0,0028	0,9972	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0049	0,9951	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0015	0,9985	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0099	0,9901	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0014	0,9986	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

$$R_4 =$$

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0,0028	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	0,9972	1,0000
0,0048	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	0,9952	1,0000
0,0015	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	1,0000
0,0099	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	0,9901	1,0000
0,0003	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	1,0000

$$R_5 =$$

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,0106	0,9894	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0048	0,9952	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0015	0,9985	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0099	0,9901	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,0003	0,9997	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

$$R_6 = \begin{bmatrix} & 1 & 0,9 & 0,8 & 0,7 & 0,6 & 0,5 & 0,4 & 0,3 & 0,2 & 0,1 & 0 \\ 0,5624 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 \\ 0,7699 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,9301 & 0,8301 & 0,7301 & 0,6301 & 0,5301 & 0,4301 & 0,3301 & 0,2301 \\ 0,0877 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,9123 \\ 0,0877 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,9123 \\ 0,3074 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 & 0,9926 & 0,8926 & 0,7926 & 0,6926 \end{bmatrix}.$$

Пересечение этих отношений определяет общее функциональное решение  $R = R_1 \cap R_2 \cap \dots \cap R_6$ , которое и будет отражать причинно-следственную связь между показателями платежеспособности ФЛ, с одной стороны, и его агрегированной оценкой кредитоспособности, с другой:

$$R = \begin{bmatrix} & 0 & 0,1 & 0,2 & 0,3 & 0,4 & 0,5 & 0,6 & 0,7 & 0,8 & 0,9 & 1 \\ a_1 & 0,9984 & 0,9972 & 0,9972 & 0,9972 & 0,9972 & 0,9376 & 0,8376 & 0,7376 & 0,6376 & 0,5376 & 0,4376 \\ a_2 & 0,9951 & 0,9952 & 0,9952 & 0,9301 & 0,8301 & 0,7301 & 0,6301 & 0,5301 & 0,4301 & 0,3301 & 0,2301 \\ a_3 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9985 & 0,9123 \\ a_4 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9901 & 0,9123 \\ a_5 & 0,9986 & 0,9997 & 0,9997 & 0,9997 & 0,9997 & 0,9997 & 0,9997 & 0,9926 & 0,8926 & 0,7926 & 0,6926 \end{bmatrix}.$$

Далее, применяя правило композиционного вывода в нечеткой среде (6), на основании (5) и (7) можно интерпретировать обобщенную оценку платежеспособности  $k$ -го заемщика ( $k = \overline{1, 6}$ ) нечетким множеством по опорному вектору  $(0; 0,1; 0,2; \dots; 1)$  со значениями функций принадлежности из  $k$ -й строки матрицы  $R$ . В частности, обобщенной оценкой (или в терминах нечеткой логики — нечетким выводом) платежеспособности физического лица  $a_1$  будет нечеткое множество

$$E_1 = \frac{0,98944}{0} + \frac{0,99720}{0,1} + \frac{0,99720}{0,2} + \frac{0,99720}{0,3} + \frac{0,99720}{0,4} + \frac{0,93760}{0,5} + \frac{0,83760}{0,6} + \frac{0,73760}{0,7} + \frac{0,63760}{0,8} + \frac{0,53760}{0,9} + \frac{0,43760}{1}.$$

Для точечной оценки этого множества установим его уровневые множества  $E_{1\alpha}$  и по формуле (8) вычислим соответствующие им мощности  $M(E_{1\alpha})$ . В этом случае имеем:

- для  $0 < \alpha < 0,4376$ :  $\Delta\alpha = 0,4376$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1\}$ ;  $M(E_{1\alpha}) = 0,50$ ;
- для  $0,4376 < \alpha < 0,5376$ :  $\Delta\alpha = 0,1$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9\}$ ;  $M(E_{1\alpha}) = 0,45$ ;
- для  $0,5376 < \alpha < 0,6376$ :  $\Delta\alpha = 0,1$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8\}$ ;  $M(E_{1\alpha}) = 0,40$ ;
- для  $0,6376 < \alpha < 0,7376$ :  $\Delta\alpha = 0,1$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7\}$ ;  $M(E_{1\alpha}) = 0,35$ ;

- для  $0,7376 < \alpha < 0,8376$ :  $\Delta\alpha = 0,1$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6\}$ ;  
 $M(E_{1\alpha}) = 0,30$ ;
  - для  $0,8376 < \alpha < 0,9376$ :  $\Delta\alpha = 0,1$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5\}$ ;  
 $M(E_{1\alpha}) = 0,25$ ;
  - для  $0,9376 < \alpha < 0,98944$ :  $\Delta\alpha = 0,05184$ ;  $E_{1\alpha} = \{0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4\}$ ;  
 $M(E_{1\alpha}) = 0,20$ ;
  - для  $0,98944 < \alpha < 0,9972$ :  $\Delta\alpha = 0,00776$ ;  $E_{1\alpha} = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4\}$ ;  $M(E_{1\alpha}) = 0,25$ .
- Применяя равенство (9), искомую обобщенную численную оценку платежеспособности заемщика  $a_1$  получим в следующем численном виде:

$$F(E_1) = \frac{1}{0,9972} \int_0^{0,9972} M(E_{1\alpha}) d\alpha = [0,50 \cdot 0,4376 + 0,45 \cdot 0,1 + 0,40 \cdot 0,1 + 0,35 \cdot 0,1 + 0,30 \cdot 0,1 + 0,25 \cdot 0,1 + 0,20 \cdot 0,05184 + 0,25 \cdot 0,00776] = 0,40725.$$

Аналогичными действиями устанавливаются обобщенные оценки платежеспособности для остальных ФЛ: для заемщика  $a_2$  —  $F(E_2) = 0,33316$ ;  $a_3$  —  $F(E_3) = 0,49568$ ;  $a_4$  —  $F(E_4) = 0,49607$ ;  $a_5$  —  $F(E_5) = 0,46862$ . Согласно предлагаемому методу обладатель наивысшей точечной оценки имеет самую высокую степень платежеспособности и соответственно является наилучшим претендентом на получение кредита. Как видно, это заемщик  $a_4$  с агрегированной оценкой 0,49607. Далее — по убыванию.

**3.2. Оценка платежеспособности заемщиков методом максиминной свертки.** Предположим, что описанные выше по средствам нечетких множеств качественные критерии  $K_i$  ( $i = \overline{1,10}$ ) для оценки платежеспособности альтернативных заемщиков  $a_1, a_2, a_3, a_4$  и  $a_5$  обладают одинаковыми степенями важности для банковского работника, ответственного за принятие решений в области кредитования. Тогда ключевое правило для выбора наилучшего заемщика будет иметь вид [8]

$$K = K_1 \cap K_2 \cap \dots \cap K_{10}. \quad (12)$$

В этом случае оптимальной считается альтернатива с максимальным значением функции принадлежности к нечеткому множеству  $K$ . Операция пересечения нечетких множеств  $K_i$  ( $i = \overline{1,10}$ ) в (12) осуществляется на основании выбора минимального значения для  $k$ -го заемщика, т.е. путем нахождения минимума по следующей формуле [9]:

$$\mu_K(a_k) = \min_i \{\mu_{K_i}(a_k)\}.$$

Тогда в контексте рассматриваемой задачи ранжирование альтернатив будет формироваться следующим образом:

$$K =$$

$$= \{\min\{0,16901; 0,23010; 0,00280; 0,01832; 0,01056; 0,03667; 0,43760; 1,0000; 0,9560; 0,10069\};$$

$$\min\{0,39051; 0,6926; 0,10069; 0,00479; 0,00838; 0,00489; 0,23010; 0,6926; 0,98542; 0,03667\};$$

$$\min\{0,53754; 0,10069; 0,4376; 0,00149; 0,00891; 0,00153; 0,91226; 0,2301; 0,69260; 0,69260\};$$

$$\min\{0,26554; 0,03667; 0,91226; 0,01271; 0,00986; 0,02085; 0,6926; 0,6926; 0,46196; 0,91226\};$$

$$\min\{0,16901; 0,91226; 0,6926; 0,00028; 0,01832; 0,00139; 0,4376; 0,4376; 0,87614; 0,23010\}\}.$$

В итоге оптимальную альтернативу (или наиболее платежеспособного заемщика) находим из равенства

$$\max_k \mu_K(a_k) = \max \{0,00280; 0,00479; 0,00149; 0,00986; 0,00028\} = 0,00986.$$

Максимальное значение 0,00986 четвертой компоненты результирующего вектора соответствует выбору заемщика  $a_4$ , что повторяет результат предыдущего раздела относительно наиболее платежеспособного физического лица.

### Заключение

Предложенный в статье подход к определению наиболее кредитоспособного заемщика путем агрегирования оценок ключевых показателей платежеспособности охватывает только произвольно выбранные пять ФЛ, что, в свою очередь, обусловило применение опорного вектора из пяти компонент  $(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$  для нечеткого описания качественных критериев оценки. Очевидно, что в случае охвата большего количества потенциальных соискателей кредитов, качество описания критериев оценки показателей  $K_i$  ( $i = \overline{1,10}$ ) посредством нечетких множеств заметно улучшится, что положительно скажется на адекватности последующего ранжирования. Полученное в п. 3.1 ранжирование рассматриваемых альтернатив несколько отличается от ранжирования, полученного в п. 3.2 методом максиминной свертки, где для принятия решений основным требованием является одинаковая важность критериев оценки. Понятно, что для ответственного за выдачу кредитов ключевые показатели кредитоспособности имеют разные степени важности. Поэтому предлагаемый в п. 3.1 набор нечетких импликативных правил  $e_1 - e_6$  гораздо более «чувствителен» в оценивании заемщиков, незначительно отличающихся своими ключевыми показателями, и учитывает приоритетность одних показателей перед другими. В конце концов, любая кредитная организация вправе сама решать, какие изначальные правила (или высказывания) ей следует брать за основу. При этом описанный в статье нечеткий метод принятия решений можно быстро и сравнительно легко адаптировать под новые требования и условия.

В заключение следует отметить, что предложенный подход подробно описан в работе [8] и реализован для оценки кредитоспособности юридических лиц [11], а также для решения широкого комплекса задач аналитической поддержки принятия решений в различных организационных структурах [12].

*Р.Р. Рзаев, А.А. Алиев*

### ОЦІНЮВАННЯ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Запропоновано альтернативний підхід до оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, заснований на застосуванні нечітких методів прийняття рішень в умовах невизначеності. Як альтернативи, що оцінюються, довільно обрано п'ять позичальників, які відрізняються своїми даними за ключовими показниками платоспроможності. Проведене двома методами ранжування заявлених фізичних осіб за узагальненими показниками їх кредитоспроможності виявило найбільш кредитоспроможного з них.

## ESTIMATION OF CREDIT BORROWERS SOLVENCY USING FUZZY LOGIC

It is proposed an alternative approach to the credit rating of natural persons based on the application of fuzzy decision-making methods under uncertainty. Five borrowers are randomly selected as evaluated alternatives, which differ by their data on key indicators of solvency. After obtained results of calculation by two methods there are implemented rankings of declared borrowers and identified the most solvent of them.

1. *Пятковский О.И.* Скоринговая система оценки кредитоспособности физических лиц на основе гибридных экспертных систем // Ползуновский альманах. — 2008. — № 8. — С. 127–129.
2. *Основные* методы оценки кредитоспособности заемщика. — [http://www.realtypress.ru/article/article\\_901.html](http://www.realtypress.ru/article/article_901.html)/(accessed 17 June 2016).
3. *Решения* для скоринга и скоринговых оценок компании FICO/FICO Score 9. — <http://bankcreditcard.ru/fico-score/>(accessed 17 June 2016).
4. *Абалакин А.А., Соболева Е.С., Османова А.Э.* Оценка кредитоспособности физических лиц на основе современных банковских технологий // Интернет-журнал «Науковедение». — 2015. — 7, № 5. — <http://naukovedenie.ru/> (accessed 17 June 2016).
5. *Ли В.О.* Об оценке кредитоспособности заемщика (российский и зарубежный опыт) // Деньги и кредит. — 2011. — № 2. — С. 30–45.
6. *Оценка* кредитоспособности физического лица на основе финансовых показателей его платежеспособности. — [http://www.elitarium.ru/kak\\_banki\\_ocenivajut\\_kreditosposobnost\\_svoikh\\_klientov/](http://www.elitarium.ru/kak_banki_ocenivajut_kreditosposobnost_svoikh_klientov/) (accessed 17 June 2016).
7. *Ефимов А.М.* Современные методы оценки кредитоспособности физических лиц // Банковский ритейл. — 2010. — № 2. — С. 19–26.
8. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Под ред. Н.Н. Моисеева и С.А. Орловского. — М.: Мир, 1976. — 166 с.
9. *Андрейченко А.В., Андрейченко О.Н.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 368 с.
10. *Рзаев Р.Р.* Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки принятия решений. — М.: LambertAcademic Publishing, 2013. — 130 с.
11. *Рзаев Р.Р., Ибрагимов А.И.* Применение нечетких методов анализа для оценки кредитоспособности предприятия // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки. — 2011. — № 1. — С. 24–30.
12. *Рзаев Р.Р., Джамалов З.Р., Бабаева С.Т., Рзаева И.Р.* Оценка деятельности коммерческих банков с применением метода нечеткого вывода для анализа их финансовых показателей устойчивости // Математичні машини і системи. — 2015. — № 4. — С. 128–144.

Получено 04.05.2016  
После доработки 13.07.2016