

ЗАДАЧА ОЦЕНИВАНИЯ ПОЛИТИКИ КРЕДИТОВАНИЯ

Новаковская Э. Г., Маркарян А.О.,

Донецкий государственный институт искусственного интеллекта

Одним из основных видов банковской деятельности является кредитование. В условиях становления рыночной экономики выдача кредитов происходит по субъективному признаку, что приводит к увеличению кредитного риска. Использование экономических методов оценивания платежеспособности заемщика недостаточно для эффективной кредитной политики. В связи с этим возникает задача создания инструментария прогноза платежеспособности клиентов, оценки степени риска кредитования, возможности привлечения финансовых ресурсов клиентов и получения объективных решений.

Для реализации поставленной задачи проводится оценка объема заявок на кредит, базиса финансирования, условий кредитования и принимается решение по удовлетворению клиентских запросов. Применение аппарата нечеткой логики, необходимость формирования базы знаний, характеризующей клиентов, их платежный баланс актуализирует разработку системы управления как интеллектуальной.

Для выдачи кредитов банк использует привлеченные средства. Для оценивания базиса финансирования определим множество банковских ресурсов Y .

$$Y = \{y_i\}_{i=1, w} = y(\bar{x}). \quad (1)$$

$$Y = \bigcup_{i=1}^{14} Y_i \quad (2)$$

$$Y = Y_{кр} \cup Y_s, \quad (3)$$

Y_1 – корсчета других банков;

Y_2 – депозиты и кредиты других банков:

$$Y_2 = V_1 \cup V_2; \quad (4)$$

V_1 – краткосрочные кредиты,

V_2 – долгосрочные кредиты,

Y_3 – средства до востребования клиентов:

$$Y_3 = \bigcup_{i=1}^4 G_i; \quad (5)$$

G_1 – средства государственного бюджета,

G_2 – средства местных бюджетов,

G_3 – средства других фондов,

G_4 – средства до востребования субъектов хозяйственной деятельности,

G_5 – средства до востребования физических лиц,

Y_4 – срочные депозиты клиентов:

$$Y_4 = \bigcup_{i=1}^3 E_i; \quad (6)$$

E_1 – депозиты бюджета,

E_2 – депозиты субъектов хозяйственной деятельности,

E_3 – депозиты физических лиц,

Y_5 – ценные бумаги собственного долга,

Y_6 – кредиты, полученные от международных и других финансовых организаций,

Y_7 – субординированная задолженность,

Y_8 – прочие обязательства:

$$Y_8 = W_1 \cup W_2; \quad (7)$$

W_1 – начисленные расходы,

W_2 – валютная позиция,

Y_9 – расчеты по средствам, полученным от учреждений банков Украины,

Y_{10} – расчеты между филиалами, расположенными в Украине,

Y_{11} – уставный капитал и другие фонды банка,

Y_{12} – процентные доходы,

Y_{13} – прочие доходы,

Y_{14} – совокупные обязательства.

$$Y_{кр} = Y \setminus (Y_{12} \cup Y_{13} \cup Y_{14}); \quad (8)$$

$$\forall x_i \in X \rightarrow y_j \in Y^* \subset Y; \quad (9)$$

$$Y^* = G_4 \cup E_2 \cup Y_5 \cup Y_8 \cup Y_{12} \cup Y_{13} \cup Y_{14}; \quad (10)$$

$$\forall k_{ij} \in K \rightarrow y_i \in Y_{кр}; \quad (11)$$

Между подмножествами множества ресурсов устанавливаются взаимосвязи.

$$\forall y_i \in Y_3 \setminus G_4 \rightarrow y_j \in W_1; \quad (12)$$

$$\forall y_i \in Y_{4\text{вк}}. y_j \in Y_{14}; \quad (13)$$

$$\forall y_i \in Y_2 \rightarrow y_j \in Y_9; \quad (14)$$

$$\forall y_i \in Y_6 \rightarrow y_j \in Y_9; \tag{15}$$

$$\forall y_i \in Y_5 \rightarrow y_j \in Y_{13}; \tag{16}$$

$$\forall y_i \in Y_{12} \rightarrow k_{ij} \in K; \tag{17}$$

Элементы множества ресурсов обладают набором свойств:

$$DO = \{ do_i \}_{i=1, \overline{w}} - \text{дебетовые обороты} \tag{18}$$

$$KO = \{ ko_i \}_{i=1, \overline{w}} - \text{кредитовые обороты} \tag{19}$$

$$S = \{ s_i \}_{i=1, \overline{w}} - \text{среднее сальдо}, \tag{20}$$

$$s_i = s_i (do_i, ko_i)_{i=1, \overline{w}} \tag{21}$$

Для оценки объема заявок на кредит рассмотрим множество клиентов, ни разу не бравших кредит, и множество кредитовавшихся клиентов, причем выделим правильных клиентов и неправильных, в зависимости от того, нарушали они условия кредитного договора или нет. Формально представим множество клиентов таким образом:

$$X = X_1 \cup X_2 \cup X_3. \tag{22}$$

X_1 – правильные клиенты, т. е. ни разу не нарушившие условий кредитного договора, X_2 – неправильные клиенты, нарушавшие условия кредитного договора и X_3 – некредитовавшиеся клиенты.

$$X = \{ x_i \}_{i=1, \overline{n}}; \tag{23}$$

$$\exists x_q \in X_1 \Rightarrow x_p \in X_2; q, p \leq n, x_q = x_p; \tag{24}$$

$$(\exists x_q \in X_3 \Rightarrow x_p \in X_3) \vee (\exists x_q \in X_3 \Rightarrow x_p \in X_2); q, p \leq n, x_q = x_p; \tag{25}$$

$$(X_1 \cup X_2) \cap X_3 \neq \emptyset, \tag{26}$$

$$X_1 \cap X_2 \neq \emptyset; \tag{27}$$

При различных условиях кредитования один и тот же клиент может относиться как к X_1 , так и к X_2 , поэтому множество кредитовавшихся клиентов рассматривается во взаимосвязи с множеством кредитов. Кредиты разделяются на погашенные, т.е. кредитную статистику, выданные (работающие) в настоящее время и потенциальные (заявки на кредит). Определим множество кредитов K .

$$K = \{ k_{ij} \}_{i=1, \overline{n}, j=1, \overline{m}} \tag{28}$$

$$k_{ij} = k_{ij} (x_i, y_j), \tag{29}$$

k_{ij} – элемент множества банковских ресурсов.

$$K = K_1 \cup K_2 \cup K_3. \quad (30)$$

K_1 – кредитная статистика, K_2 – выданные кредиты, K_3 – потенциальные кредиты;

$$K_1 \cap K_2 \cap K_3 = \emptyset; \quad (31)$$

$$K_1 = K^*_1 \cup K^*_2 \cup K^*_3; \quad (32)$$

$$K_2 = K^*_1 \cup K^*_2 \cup K^*_3; \quad (33)$$

$$K_3 = K^*_1 \cup K^*_2 \cup K^*_3, \quad (34)$$

где K^*_1 – краткосрочные кредиты (до 1 года), K^*_2 – среднесрочные кредиты (1-3 года), K^*_3 – долгосрочные кредиты (свыше 3-х лет).

$$K^*_1 \cap K^*_2 \cap K^*_3 = \emptyset; \quad (35)$$

$$k_{ij} \in K_3 \Rightarrow k_{il} \in K_2 \Rightarrow k_{ir} \in K_1; j, l, r \leq m \quad (36)$$

$$\forall x_i \in X_1 \wedge \forall x_i \in X_2 \rightarrow k_{ij}(x_i) \in K_1 \vee K_2; \quad (37)$$

$$\forall k_{ij} \in K \rightarrow \exists x_i \in X; \quad (38)$$

$$\forall k_{ij} \in K_3 \rightarrow \exists x_i \in X. \quad (39)$$

На множестве неправильных клиентов X_2 задана функция принадлежности как вероятность возврата кредита k_{ij} $P(x_i, k_{ij})$, зависящая от условий кредитования, т. е. множество X_2 может быть представимо в виде нечеткого множества.

Для выдачи кредита проводится экспертиза кредитного проекта с целью определения окупаемости кредита и возможности его своевременного погашения вместе с процентами, анализ денежных потоков клиента для определения источников погашения кредита и подготовка схемы движения средств между заемщиком и его партнерами. Для экспертизы кредитного проекта необходим анализ финансово-экономического состояния предприятия. Кредитный риск во многом зависит от объективной финансово-экономической оценки клиента, поэтому необходимо определить множество показателей кредитоспособности (надежности) R .

$$R = \{r_{ij}\}_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,v}}. \quad (40)$$

Элементами данного множества являются показатели ликвидности, рентабельности, платежеспособности, оборотности средств, уровня деловой активности. Расчет приведенных показателей производится по стандартным экономическим

формулам. Исходя из анализа этих особенностей, выделим пять нечетких групп ссудозаемщиков:

$$X = X^*_1 \cup X^*_2 \cup X^*_3 \cup X^*_4 \cup X^*_5; \quad (41)$$

$$X^*_1 \cap X^*_2 \cap X^*_3 \cap X^*_4 \cap X^*_5 \neq \emptyset; \quad (42)$$

Любой клиент может быть отнесен к каждому из этих пяти подмножеств с некоторой вероятностью, зависящей от показателей финансово-экономического состояния клиента.

X^*_1 - предприятия с высокими показателями ликвидности, платежеспособности и рентабельности собственного и привлеченного капитала. У них стабильное текущее и прошлое финансовое положение, блестящая кредитная и деловая репутация, они имеют стабильный приток наличности и надежные источники погашения кредита. Такие клиенты могут претендовать на более выгодные условия кредитования.

X^*_2 - предприятия и фирмы с достаточно высокими показателями ликвидности, платежеспособности и рентабельности. К этой группе часто относятся финансово стабильные предприятия, которые недавно созданы, т. е. те, которые не имеют прочной деловой репутации или малоизвестны.

X^*_3 - предприятия с достаточно хорошей деловой репутацией, которые зависимы от внешних источников финансирования и экономической ситуации. При благоприятных условиях их рейтинг приближается ко второй группе, но финансово-экономическое состояние не такое стабильное, как у предприятий первой и второй группы.

X^*_4 - предприятия, которые имели финансовые и экономические трудности в прошлом. Доходы таких предприятий невелики, рентабельность и платежеспособность не достигают необходимого уровня, приток наличности мал, источники погашения займа ненадежные и могут в значительной мере зависеть от внешних факторов.

X^*_5 - предприятия с неблагоприятной кредитной репутацией. Они отличаются недостаточным притоком наличности, низкими показателями рентабельности, ликвидности и кредитоспособности. Приток средств для оплаты обязательств осуществляется за счет активов. Таким предприятиям тяжело получить кредит, т. к. банк

требует, чтобы сумма залога значительно превышала объем предоставленного кредита.

Множество клиентов обладает набором свойств, которые можно представить следующим образом:

L – множество свойств клиентов.

$$L = \{l_{ij}\}_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,5}} \quad (43)$$

l_{i1} – дебетовые обороты за определенный период;

l_{i2} – кредитовые обороты за определенный период;

l_{i3} – средний остаток на счете на начало операционного дня;

l_{i4} – наличие открытых счетов в других банках;

l_{i5} – объем кредиторской задолженности другим банкам.

Свойства кредитов зависят от того, к какому из подмножеств $K_1 \vee K_2 \vee K_3$ принадлежит данный кредит. Определим множества свойств кредитов.

A – множество свойств погашенных кредитов.

$$A = \{a_{ij}\}_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,6}} \quad (44)$$

a_{i1} – объем кредита;

a_{i2} – процентная ставка по кредиту;

a_{i3} – срок;

a_{i4} – относительный показатель несвоевременного погашения кредита;

a_{i5} – относительный показатель несвоевременного погашения процентов;

a_{i6} – относительный показатель пролонгации по кредиту.

B – свойства выданных кредитов.

$$B = \{b_{ij}\}_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,6}} \quad (45)$$

b_{i1} – сумма задолженности по кредиту;

b_{i2} – процентная ставка по кредиту;

b_{i3} – срок;

b_{i4} – относительный показатель просрочки по погашению кредита;

b_{i5} – относительный показатель просрочки по погашению процентов;

b_{i6} – относительный показатель пролонгации по кредиту.

C – свойства потенциального кредита:

$$C = \{ c_{ij} \}_{i=1, \bar{n}, j=1, 4} \quad (46)$$

c_{i1} - целенаправленность; c_{i2} - предполагаемый объем; c_{i3} - предполагаемый срок возврата кредита; c_{i4} - предполагаемая процентная ставка по кредиту.

При оформлении кредита $k_{ij} \in K_3$ заключается кредитный договор. Определим условия договора следующим образом:

- $D(k_{ij})$ – объем кредита (сумма);
- $T_0(k_{ij})$ – дата заключения договора;
- $T(k_{ij})$ – срок возврата кредита;
- $PR(k_{ij})$ – процентная ставка по кредиту;
- $OB(k_{ij})$ – обеспечение кредита;
- $c_{i1}(k_{ij})$ - целенаправленность.

Классифицируем переменные следующим образом: входными переменными являются клиенты x_i , их свойства $R(x_i)$, $L(x_i)$, заявочные условия кредитного договора $C(k_{ij})$, кредитная статистика $k_{ij}(x_i) \in K_3$; k выходным относятся предлагаемые банком объем кредита $D(k_{ij})$, процентная ставка $PR(k_{ij})$ и срок возврата $T(k_{ij})$. В качестве ограничений могут выступать кредитные ресурсы $Y_{кр}$.

Разработка математической модели происходит на микро- и макроуровне. На микроуровне прогнозируется движение средств клиентов и их привлечение к выдаче кредитов. При этом рассматриваются расчетные счета только тех клиентов, средний остаток которых выше либо равен заданного. На макроуровне рассматривается движение общебанковских средств и оценка всех выдаваемых кредитов по их объемам, процентной ставке, возвратности, срочности. Уравнения модели представлены в виде дифференциальных уравнений первого порядка.

Микроуровень характеризуется следующими уравнениями, описывающими скорость изменения клиентских средств во времени:

$$\forall y_i \in G_4 \subset Y_3 \subset Y_{кр}.$$

$$\frac{dy_i}{dt} = G(gk(x_i, y_i, \alpha_i) - gd(x_i, y_i, \alpha_i)) \quad (47)$$

где $gk(x_i, y_i, \alpha_i)$ – кредитовые обороты клиента, $x_i \in X$;
 $gd(x_i, y_i, \alpha_i)$ – дебетовые обороты клиента, $x_i \in X$;

Уравнения макроуровня представлены следующим образом:

1) скорость изменения банковских ресурсов во времени:

$$\forall y_i \in Y_{кр}$$

$$\frac{dy_i}{dt} = F(\bar{x}, \bar{y}, \bar{k}, \bar{\beta}) \quad (48)$$

$$\bar{k} \in K_2, \bar{x} \in X$$

2) скорость изменения объема кредита во времени:

$$\frac{dD}{dt} = F_1(\bar{x}, \bar{y}, \bar{k}, \bar{\chi}), \quad (49)$$

$$\bar{x} \in X, \bar{y} \in Y_{кр}, \bar{k} \in K_1 \cup K_2$$

3) скорость изменения срока возврата кредита во времени:

$$\frac{dT}{dt} = F_2(\bar{x}, \bar{k}, \bar{\delta}), \quad (50)$$

$$\bar{x} \in X, \bar{k} \in K_1 \cup K_2$$

4) скорость изменения процентной ставки кредита во времени:

$$\frac{dPR}{dt} = F_3(\bar{x}, \bar{y}, \bar{k}, \bar{\lambda}); \quad (51)$$

$$\bar{x} \in X, \bar{y} \in Y_{кр}, \bar{k} \in K_1 \cap K_2$$

$\alpha, \beta, \epsilon, \bar{\lambda}$ – параметры модели.

$$\text{Цель управления: } I(X, K, Y) \rightarrow \max \quad (52)$$

$$\text{при } P'(\bar{x}, \bar{k}(\bar{x})) \leq 0,1 \quad (53)$$

Рекомендуемые решения по удовлетворению клиентских запросов выдаются на основании экспертной оценки.

Ожидаемым результатом от данной работы является минимизация рисков невозвратности кредитов, максимизация доходов от полученных процентов по кредитам за счет разработанной системы принятия решений при кредитовании.