

Метод оценки кредитоспособности физических лиц по непрерывной шкале

© 2015 Романюк Кирилл Андреевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

E-mail: kromanuk@yandex.ru

Рассмотрен вопрос информативности оценки кредитоспособности физических лиц, получаемой банком при использовании методов кредитного скоринга для принятия управленческих решений, например дифференциации цены кредита. Предложен метод кредитного скоринга с оценкой кредитоспособности по непрерывной шкале. Вычислена оценка кредитоспособности предложенным методом по частной информации физических лиц. Показано, как по данной оценке банк может принять решение о дифференциации цены кредита физическим лицам.

Ключевые слова: оценка кредитоспособности, кредитный скоринг, непрерывная шкала классификации, физическое лицо, методы принятия решений, частная информация.

Введение

В деятельности организации существенное значение имеют риски. Для коммерческих банков основным является кредитный риск. Кредитный риск - это вероятность невыполнения должником своих обязательств. Для снижения кредитного риска банки анализируют информацию о заемщиках методами кредитного скоринга.

Большинство методов кредитного скоринга позволяют классифицировать физических лиц по бинарной шкале: “кредитоспособен”, “некредитоспособен”. “Некредитоспособные” клиенты банка не получают кредит. “Кредитоспособные” клиенты банка получают кредит по единой цене. Банки, применяя подобные методы кредитного скоринга, не имеют возможности в автоматизированном режиме дифференцировать цену в соответствии с частной информацией физических лиц. Получается, что банки, которые применяют данные методы кредитного скоринга, тратят средства на сбор и анализ частной информации физических лиц только для бинарной классификации по уровню кредитного риска. Целесообразно разработать метод кредитного скоринга, применение которого предоставит банкам более информативную оценку кредитного риска потенциальных заемщиков.

Объектом текущего исследования является кредитный скоринг физических лиц. Предметом исследования является информативность оценки кредитоспособности физических лиц, полученная в результате применения кредитного скоринга. Цель - построить метод кредитного скоринга, по оценке кредитоспособности которого банк может принять решение о дифференциации цены кредита физическим лицам. Для выполнения поставленной цели необходимо пост-

роить метод кредитного скоринга с более информативной, чем бинарная, оценкой кредитоспособности физических лиц.

В данной статье предложен метод кредитного скоринга физических лиц с непрерывной оценкой кредитоспособности физических лиц. Применение данного метода предоставит банкам больше возможностей дифференцировать условия кредитования физическим лицам в автоматизированном режиме.

Обзор литературы

В последние годы менеджеры финансовых учреждений стали уделять большое внимание оценке кредитного риска из-за недостатков существующих методов кредитного скоринга и возрастающего спроса на кредиты¹. В литературе методы кредитного скоринга в основном позволяют осуществлять бинарную классификацию заемщиков, например, при использовании метода нейронных сетей², метода генетических алгоритмов³, метода дерева решений⁴, метода опорных векторов⁵ и др.

Также бинарная классификация используется и при комбинации методов, например, при комбинировании упомянутых ранее метода нейронных сетей и метода генетических алгоритмов⁶, метода нейронных сетей и метода опорных векторов⁷.

Аналогичные методы используются и при прогнозировании банкротства банка. В статье Лин⁸ проанализировано 130 работ по методам кредитного скоринга и методам прогнозирования банкротства банка. Согласно указанной работе кредитный скоринг и прогнозирование банкротства банка относятся к задаче бинарной классификации.

В трудах, посвященных разработке методов кредитного скоринга, авторы большое внимание уделяют точности классификации. Однако остается неясным, что авторы, разрабатывающие методы кредитного скоринга на основе бинарного подхода, подразумевают под точностью:

- достаточно ли верно относить в одну категорию заемщиков физических лиц, которые полностью не выплатили кредит, с теми, кто один раз задержали платеж на 90 дней?

- корректно ли относить к одной категории заемщиков физических лиц, которые ни разу не задержали платеж, с теми, кто 5 раз задержали платеж менее 30 дней?

Бинарная оценка физических лиц обладает низкой информативностью для банка, т.е. данная оценка не может быть использована для принятия обоснованных решений внутри группы кредитоспособных или некредитоспособных клиентов. Стоит отметить, что положение Банка России устанавливает пять классификационных категорий групп риска для заемщиков и требует оценивать кредитный риск по выданному ссудам на постоянной основе⁹. Каждая категория риска влечет определенный уровень расходов. Банку целесообразно дифференцировать цену кредита в соответствии с данными расходами. Бинарной классификации недостаточно, чтобы в автоматизированном режиме установить данное соответствие. В работе¹⁰ авторы вычислили, что применение банками именно автоматизированных систем кредитного скоринга обеспечивает существенный рост доходов банка.

Для того чтобы кредитный скоринг выдавал более информативную оценку кредитоспособности физических лиц, предложено использовать непрерывную шкалу. Бинарная и любая другая дискретная шкала может быть получена путем взятия среднего значения или альфа-уровня для определения дискретных градаций из непрерывной шкалы. При оценке кредитоспособности клиентов по непрерывной шкале искомая оценка будет содержать частную информацию потенциального заемщика в форме, которая может быть использована для принятия банком управленческих решений. В текущей статье использован метод рандомизированных сводных показателей в качестве основы метода кредитного скоринга физических лиц по непрерывной шкале. Метод рандомизированных сводных показателей является более развитой формой метода анализа иерархий. Метод анализа иерархий содержит жесткие требования к информации о значимости характеристик. Каждая характеристика должна пройти процедуру попарного сравнения с остальными, в результате которого каждой паре ставится

оценка по 17-балльной шкале¹¹. Применение метода рандомизированных сводных показателей позволяет использовать как экспертную информацию о значимости характеристик, так и другие методы получения информации, что будет далее рассмотрено в текущей статье. Подробно о методе рандомизированных сводных показателей можно узнать в работе¹².

Метод кредитного скоринга

Постановка задачи оценки кредитоспособности состоит в следующем. Банк обладает некоторой информацией о потенциальном заемщике. На основе данной информации банку необходимо классифицировать заемщиков по уровню кредитного риска (степени кредитоспособности). Составить оценку кредитоспособности физического лица можно согласно следующему алгоритму:

1. Структурировать информацию потенциального заемщика и представить ее в виде набора частных характеристик $x = (x_1, \dots, x_m)$.

2. Составить функции качеств $q_i(x_i) \in [0, 1], i \in 1, 2, \dots, m$, каждая из которых определяет степень проявления качества по соответствующей характеристике. Заемщику j с характеристиками $x^{(j)} = (x_1^{(j)}, \dots, x_m^{(j)})$ соответствует вектор $q^{(j)} = (q_1^{(j)}, \dots, q_m^{(j)})$.

3. Определить значение весовых коэффициентов $w = (w_1, \dots, w_m)$, $w_i \geq 0$, $w_1 + \dots + w_m = 1$.

4. Составить функцию $Q = Q(q; w)$, по которой будет определена результирующая оценка кредитоспособности физического лица по всем (m) функциям качеств потенциального заемщика $Q: [0, 1]^m \rightarrow [0, 1]$.

При заданных значениях $w^{(0)} = (w_1^{(0)}, \dots, w_m^{(0)})$ j -му заемщику однозначно определена оценка кредитоспособности $Q^{(j)} = Q(q^{(j)}; w^{(0)})$ по функции $Q(q; w^{(0)})$. В явном виде оценка кредитоспособности, полученная по описанному выше алгоритму, выглядит следующим образом:

$$Q^{(j)} = Q(q^{(j)}; w) = Q(q(x^{(j)}); w) = Q(q_1(x_1^{(j)}), \dots, q_m(x_m^{(j)}); w).$$

В качестве функции оценки кредитоспособности использована функция средневзвешенного арифметического:

$$Q(q^{(j)}; w) = \sum_{i=1}^m q(x^{(i)}) w_i, w_i \geq 0, \sum_{i=1}^m w_i = 1.$$

Значимость факторов

Значимость частных характеристик потенциального заемщика в указанном методе выражена весовыми коэффициентами $w = (w_1, \dots, w_m)$. Вопрос заключается в том, как определить значения весовых коэффициентов, по которым следует вычислять искомую оценку кредитоспособности. В методе рандомизированных сводных показателей весовые коэффициенты определяются посредством рандомизации на множестве допустимых значений. Множество допустимых значений вектора весовых коэффициентов определяется по нечисловой и неточной информации о частных характеристиках потенциального заемщика. Нечисловая (ординальная) информация задает порядок доминирования значимости частных характеристик заемщиков $OI = \{w_r > w_s; w_u = w_v, \dots\}$. Неточная информация задает диапазон варьирования значимости частных характеристик потенциальных заемщиков $UI = \{a_i \leq w_i \leq b_i, i \in \{1, \dots, m\}\}$, где $0 \leq a_i \leq b_i \leq 1, i \in \{1, \dots, m\}$. В результате искомая оценка представляется случайной величиной $\tilde{Q} = \tilde{Q}(q; \tilde{w})$, где $\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \dots, \tilde{w}_m)$. Точное значение весовых коэффициентов и искомой оценки может быть получено как математическое ожидание от соответствующей случайной величины.

Структурирование частной информации физических лиц

Частная информация физических лиц разнообразна и содержит как качественные, так и количественные характеристики. До сих пор не существует стандартного набора характеристик,

по которому можно классифицировать физических лиц по уровню кредитоспособности¹³. Для упрощения процесса оценки кредитоспособности физических лиц частную информацию целесообразно структурировать. Структура частной информации физических лиц может быть представлена в виде иерархии характеристик (см. рисунок). На первом уровне иерархии находятся:

- 1) социальное положение;
- 2) трудовые показатели;
- 3) имущественное положение;
- 4) деловая репутация.

Каждый из указанных элементов описывается более подробно на втором уровне иерархии. Социальный статус физического лица составляют возраст, семейное положение, количество иждивенцев.

Трудовые показатели определяют способность клиента зарабатывать средства, что важно с точки зрения экономического содержания. Сравнимая доходность физического лица со ставкой по кредиту, можно сразу определить, что потенциальный заемщик не способен вернуть кредит из собственных доходов за период действия кредита. Трудовые показатели физического лица составляют образование, место работы, доходы.

Имущественное положение - это средства, которыми обладает заемщик на момент взятия кредита. Имущественное положение физического лица составляют недвижимость в собственности, автотранспорт в собственности.

Деловая репутация - это оценка надежности физического лица по информации с места работы (характеристика коллег, наличие выговоров, взысканий и т.п.), кредитных организаций и т.п.



Рис. Частная информация физического лица, представленная в виде иерархии характеристик

В качестве информации, которую может получить банк с места работы о любом потенциальном заемщике, выступает трудовой стаж. Деловую репутацию физического лица составляют трудовой стаж, кредитная история.

Приведенная структура частной информации физического лица может быть дополнена. Например, имущественное положение может быть дополнено информацией о прочем имуществе физического лица. Характеристика второго уровня иерархии может быть более подробно описана. Например, подробнее могут быть описаны характеристики места работы с информацией об отрасли, в которой работает фирма, и деловой репутацией фирмы. Также трудовой стаж может быть более подробно рассмотрен как общий трудовой стаж и трудовой стаж на последнем месте работы.

Стоит отметить, что некоторые характеристики могут быть отнесены к разным элементам иерархии. Например, образование по данной схеме отнесено к трудовым характеристикам. Однако, образование может быть отнесено и к социальному положению физического лица. При анализе оценки кредитоспособности физического лица данный факт следует учитывать, чтобы одна и та же характеристика не была многократно посчитана, что преувеличит вес (значимость) в итоговой оценке.

Применение предложенного метода кредитного скоринга физических лиц к рассматриваемой структуре позволяет по элементам предыдущего уровня иерархии вычислить последующие элементы.

Функция качества

В приведенной структуре частной информации потенциального заемщика описание на третьем уровне иерархии имеют такие элементы, как место работы и трудовой стаж. Оценка места работы требует детального изучения, поэтому в рамках текущей модели потенциальные заемщики разбиты на три группы по степени надежности места трудоустройства: высокая надежность работодателя (ВН), средняя надежность работодателя (СН), низкая надежность работодателя (НН). Каждой из приведенных групп поставлено в соответствие значение функции качества: 1 - при высокой надежности работодателя, 0,5 - при средней надежности работодателя, 0 - при низкой надежности работодателя.

Составляющие трудового стажа измеряются следующим образом: общий трудовой стаж в годах, стаж на последнем месте работы в месяцах. Чем больше каждая из составляющих трудового стажа, тем выше функция качества для данного элемента.

Функция качества элементов первого уровня построена следующим образом.

1) В блоке социального положения:

- Возраст измеряется в годах. Чем ближе возраст потенциального заемщика к 35 годам, тем выше значение функции качества.

- Семейное положение содержит три состояния: женат, не женат, в разводе. Каждому из указанных состояний поставлено значение функции качества 1; 0; 0,2, соответственно.

- Количество иждивенцев представлено в виде числа. Чем больше данное число, тем ниже значение функции качества.

2) В блоке трудовых характеристик:

- Потенциальные заемщики разделены на группы по уровню образования: ниже среднего общего (ниже СО), на уровне среднего общего (СО), на уровне начального профессионального (НП), на уровне среднего профессионального (СП), на уровне высшего профессионального (ВП) и послевузовского профессионального (ПП), - для каждой из которых функция качества принимает значение 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1, соответственно.

- По степени надежности места трудоустройства потенциальные заемщики разбиты на группы с высокой надежностью работодателя (ВН), средней надежностью работодателя (СН) и низкой надежностью работодателя (НН), для каждой из которых функция качества принимает значение 1; 0,5 и 0, соответственно.

- Среднемесячный доход потенциального заемщика измеряется в денежном выражении (в рублях). Чем больше средний доход, тем выше значение функции качества.

3) В блоке имущественного положения недвижимость и автотранспорт в собственности потенциального заемщика представлены в стоимостном выражении (в рублях). Чем выше стоимость имущества, тем выше значение функции качества.

4) В блоке деловой репутации трудовой стаж определяется по общему трудовому стажу (измеряется в годах) и стажу на последнем рабочем месте (измеряется в месяцах). Чем выше общий трудовой стаж и стаж на последнем рабочем месте, тем выше значение функции качества для соответствующей характеристики. Помимо этого, в данном блоке потенциальные заемщики разбиты на группы с хорошей, удовлетворительной и плохой кредитной историей, для каждой из которых функция качества принимает значения 1; 0,5 и 0, соответственно. Отсутствие кредитной истории приравнивается к плохой кредитной истории.

По каждой характеристике физического лица можно провести отдельное исследование по вы-

явлению функции качества и значимости для оценки кредитоспособности. Например, в основу оценки качества образования может быть положена международная стандартная классификация образования¹⁴ или иная классификация с использованием данных, приведенных в работе¹⁵ на основе анализа 146 стран за период с 1950 по 2010 г.

Пример

В текущем разделе показано, как можно составить оценку кредитоспособности физического лица по предложенному методу. Начальные условия состоят в следующем. Допустим, 10 физических лиц подали заявку на кредит размером в 100 тыс. руб. на полгода. Заемщики предоставили в банк частную информацию. Частная информация физических лиц в структурированном виде представлена в табл. 1. Задача банка состоит в том, чтобы классифицировать заемщиков по уровню кредитоспособности с целью определения дальнейших условий взаимодействия с данными клиентами.

Согласно предложенному методу построения оценки кредитоспособности на первом этапе част-

ную информацию физических лиц необходимо структурировать (табл. 1, табл. 2). Таблица 1 содержит показатели, составляющие социальное положение и трудовые показатели физического лица. Таблица 2 содержит показатели, составляющие имущественное положение и деловую репутацию физического лица. На следующем этапе необходимо определить функцию качества для каждой характеристики. Данный этап был подробно расписан для каждой характеристики в предыдущем разделе.

На третьем этапе алгоритма необходимо определить значение весовых коэффициентов. Информация о значимости весовых коэффициентов представлена в табл. 3. Данная информация определяет множество допустимых значений, по которому будет происходить рандомизация и вычисление итогового значения весовых коэффициентов. Множество допустимых значений может быть построено с помощью математических моделей, социологического опроса, экспертного мнения и т.д., например:

- статистически банк может установить, что образование (w_{21}) и надежность работодателя (w_{22}) физического лица, подающего заявку на

Таблица 1. Частная информация физических лиц (часть 1)

| Клиент | Социальное положение (w_1) | | | Трудовые показатели (w_2) | | |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|
| | Возраст (w_{11}) | Семейное положение (w_{12}) | Количество иждивенцев (w_{13}) | Образование (w_{21}) | Место работы (w_{22}) | Среднемесячный доход, тыс. руб. (w_{23}) |
| 1 | 27 | Женат | 0 | ПП | ВН | 30 |
| 2 | 21 | Не женат | 0 | НП | НН | 20 |
| 3 | 45 | В разводе | 1 | СО | НН | 15 |
| 4 | 60 | Женат | 2 | НП | СН | 25 |
| 5 | 34 | В разводе | 2 | СП | ВН | 35 |
| 6 | 30 | Женат | 0 | ВП | СН | 40 |
| 7 | 41 | Женат | 1 | СП | СН | 30 |
| 8 | 20 | Не женат | 0 | Ниже СО | НН | 12 |
| 9 | 52 | В разводе | 3 | ВП | СН | 35 |
| 10 | 26 | Женат | 1 | СП | НН | 20 |

Таблица 2. Частная информация физических лиц (часть 2)

| Клиент | Имущественное положение (w_3) | | Деловая репутация (w_4) | | |
|--------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|
| | Недвижимость, тыс. руб. (w_{31}) | Автотранспорт, тыс. руб. (w_{32}) | Кредитная история (w_{41}) | Трудовой стаж (w_{42}) | |
| | | | | Общий, лет (w_{421}) | На последнем месте работы, мес. (w_{422}) |
| 1 | 600 | 0 | Хорошая | 3 | 36 |
| 2 | 0 | 0 | Плохая | 1 | 10 |
| 3 | 500 | 600 | Удовлетворительная | 25 | 22 |
| 4 | 1000 | 150 | Удовлетворительная | 35 | 60 |
| 5 | 1200 | 0 | Хорошая | 24 | 12 |
| 6 | 2000 | 800 | Плохая | 8 | 28 |
| 7 | 1500 | 600 | Хорошая | 21 | 8 |
| 8 | 0 | 0 | Плохая | 4 | 4 |
| 9 | 800 | 300 | Удовлетворительная | 30 | 45 |
| 10 | 0 | 200 | Хорошая | 5 | 6 |

Таблица 3. Информация о значимости характеристик

| Название | Социальное положение | Трудовые показатели | Имущественное положение | Деловая репутация | Оценка кредитоспособности |
|----------|----------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|
| Условие | $w_{11} > w_{12}$ | $w_{21} = w_{22}$ | $w_{32} > w_{31}$ | $w_{421} < w_{422}$ | $w_2 > w_1$ |
| | | | | | $w_2 > w_3$ |
| | $w_{13} \leq 0,3$ | $w_{23} \geq 0,5$ | $w_{31} \geq 0,2$ | $w_{41} \geq 0,4$ | $w_4 > w_1$ |
| | | | | | $w_4 > w_3$ |
| | | | | $w_3 \geq 0,2$ | |

кредит, имеют одинаковый вес в оценке кредитоспособности ($w_{21} = w_{22}$);

- социологический опрос может показать, что супружество (w_{12}) не столь значимо для производительности физического лица, как возраст клиента (w_{11});

- эксперт может установить, что стоимость автотранспорта физического лица (w_{32}) представляет больший интерес (имеет больше вес в итоговой оценке кредитоспособности) для банка за счет более высокой ликвидности по сравнению с недвижимостью (w_{31});

- банк может установить, что для стабильности прогноза доходов клиента стаж на последнем рабочем (w_{422}) месте важнее (имеет больший вес в итоговой оценке кредитоспособности) общего трудового стажа (w_{421}).

Значение весовых коэффициентов получено путем рандомизации на множестве допустимых значений и вычислении математического ожидания. Далее посчитаны значения показателей первого уровня иерархии. На основе значения весовых коэффициентов и показателей первого уровня иерархии вычислены значения оценки кредитоспособности для каждого клиента (табл. 4), которые округлены до четвертого знака после запятой. При необходимости более детальной оценки кредитоспособности можно увеличить количество знаков после запятой.

Таблица 4. Значение оценки кредитоспособности

| Клиент | 7 | 5 | 1 | 6 | 9 | 4 | 10 | 3 | 2 | 8 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Оценка кредитоспособности | 0,7913 | 0,7384 | 0,7147 | 0,7022 | 0,6186 | 0,5091 | 0,5032 | 0,4047 | 0,1306 | 0,0204 |

Клиенты классифицированы по убыванию оценки кредитоспособности. Построенная оценка может быть использована банком для определения дальнейших условий взаимодействия с потенциальным заемщиком:

1. Отказать в выдаче кредита клиентам 8, 2 и 3, как обладателям самого низкого уровня кредитоспособности. Остальным клиентам выдать кредит по единой цене.

2. Отказать в выдаче кредита только клиентам 8 и 2. Остальным заемщикам дифференцировать процентную ставку по кредиту в соответствии с оценкой кредитоспособности. Клиенту 7 предоставить наименьшую процентную ставку среди рассматриваемых физических лиц, для клиента 5 процентную ставку чуть выше и т.д. Клиенту 3 предоставить наибольшую процентную ставку.

Результаты

В данной статье построен метод кредитного скоринга, по которому кредитоспособность физических лиц оценивается по непрерывной шкале. В качестве основы был использован метод рандомизированных сводных показателей. Использование данного метода при оценке кредитоспособности позволяет получить два преимущества:

- 1) результирующая оценка варьируется в непрерывном диапазоне от 0 до 1;

- 2) возможность использования ординальной и неточной информации при определении значимости характеристик потенциального заемщика.

Оценка кредитоспособности, непрерывно распределенная в диапазоне от 0 до 1, содержит обработанную частную информацию потенциального заемщика в форме, которая, в отличие от бинарной оценки, позволяет банку принимать больше обоснованных управленческих решений, например, дифференцировать цену кредита в соответствии с данной оценкой кредитоспособности.

Информация о значимости характеристик для составления оценки кредитоспособности может включать различные источники: анализ математических моделей, результаты социологических исследований, экспертное мнение и др. Кроме того, возможность учета ординальной и неточной информации при определении значимости характеристик потенциального заемщика позволяет банку корректировать искомую оценку в

форме, доступной для человека без математического образования. Например, работник банка может указать, что трудовые показатели значимее деловой репутации, что будет иметь соответствующий результат в оценке кредитоспособности.

Искомая оценка при использовании предложенного метода может быть многоуровневой, где результирующая оценка на одном этапе является исходной характеристикой на следующем. Таким образом, данный метод допускает представление частной информации заемщика в виде иерархии, что упрощает анализ данных.

Для построения оценки кредитоспособности физических лиц по предложенному методу банку необходимо собрать частную информацию клиентов, структурировать данную информацию, каждому элементу данной структуры определить значение функции качества и значимость в исковой оценке. Например, физическому лицу с возрастом 50 лет при выдаче кредитной карты со стандартным кредитным лимитом будет соответствовать более высокое значение функции качества по данной характеристике, чем при ипотечном кредите сроком на 20 лет.

Заключение

В данной статье было показано, что существующие методы кредитного скоринга проводят бинарную оценку физических лиц, что ограничивает возможности банка в принятии управленческих решений. При современном материально-техническом и информационном обеспечении, мощности вычислительной техники банку целесообразно использовать метод кредитного скоринга, обеспечивающий более информативную оценку кредитоспособности физических лиц. В настоящей статье предложен метод кредитного скоринга, производящий оценку кредитоспособности физических лиц по непрерывной шкале. Применение предложенного метода позволит коммерческим банкам расширить возможности по установлению цены кредита:

- банк, как и при использовании приведенных в данной статье методов кредитного скоринга, может классифицировать заемщиков как кредитоспособных и некредитоспособных, выдавая кредит только кредитоспособным по единой цене;

- банк может дифференцировать цену кредита в соответствии с полученной оценкой кредитоспособности.

В результате применения банком метода кредитного скоринга, который позволяет оценивать кредитоспособность физических лиц по непрерывной шкале, средства, направленные на сбор

и анализ частной информации потенциальных заемщиков, расходуются эффективнее. Другими словами, при тех же затратах на сбор и анализ частной информации физических лиц оценка кредитоспособности получается информативнее и позволяет банку принимать больше обоснованных решений по взаимодействию с клиентом.

При оценке кредитоспособности физических лиц предложенным методом каждый заемщик получил индивидуальную оценку кредитоспособности. Для автоматизации процесса установления процентной ставки физическим лицам банкам необходимо определить зависимость цены кредита от оценки кредитоспособности. Каждому значению оценки кредитоспособности будет соответствовать процентная ставка. Тогда каждому заемщику по индивидуальной оценке кредитоспособности банк сможет в автоматизированном режиме установить индивидуальную процентную ставку по кредиту.

Банку для применения предложенного метода кредитного скоринга физических лиц необходимо произвести настройку параметров в соответствии с доступной частной информацией клиентов, типом кредита, особенностями клиентской базы. Дальнейшая разработка предложенного метода кредитного скоринга и решение смежных вопросов являются перспективными направлениями исследования. При схожих затратах банка на сбор и анализ частной информации физических лиц банк сможет получить более информативную оценку кредитоспособности, что способствует более эффективному управлению кредитным риском.

¹ Wang Z., Yan S. C., Zhang C.S. Active learning with adaptive regularization // Pattern Recognition. 2011. Vol. 44, □ 10-11. P. 2375-2383.

² Khashman A. Credit risk evaluation using neural networks: Emotional versus conventional models // Applied Soft Computing. 2011. Vol. 11, □ 8. P. 5477-5484.

³ Chi B.W., Hsu C.C. A hybrid approach to integrate genetic algorithm into dual scoring model in enhancing the performance of credit scoring model // Expert Systems with Applications. 2012. Vol. 39, □ 3. P. 2650-2661.

⁴ Two credit scoring models based on dual strategy ensemble trees / G. Wang [et al.] // Knowledge-Based Systems. 2012. Vol. 26. P. 61-68.

⁵ Credit rating analysis with support vector machines and neural networks: A market comparative study / Z. Huang // Decision Support Systems. 2004. Vol. 37. P. 543-558.

⁶ Oreski S., Oreski D., Oreski G. Hybrid system with genetic algorithm and artificial neural networks and its application to retail credit risk assessment // Expert

Systems with Applications. 2012. Vol. 39, □ 16. P. 12605-12617.

⁷ *Setiono R., Baesens B., Martens D.* Rule extraction from neural networks and support vector machines for credit scoring // *Data Mining: Foundations and Intelligent Paradigms*. Berlin, 2012. P. 299-320.

⁸ *Lin W.Y., Hu Y.H., Tsai C.F.* Machine learning in financial crisis prediction: a survey // *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, IEEE Transactions on. 2012. Vol. 42, □ 4. P. 421-436.

⁹ *Лунтовский Г.И.* О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, ссудной и приравненной к ней задолженности // *Вестн. Банка России*. 2014. Vol. 28 (752). С. 9.

¹⁰ *Einav L., Jenkins M., Levin J.* The impact of credit scoring on consumer lending // *The RAND Journal of Economic*. 2013. Vol. 44, □ 2. P. 249-274.

¹¹ *Лотов А.В., Поспелова И.И.* Многокритериальные задачи принятия решений. Москва, 2008.

¹² *Колесов Д.Н., Михайлов М.В., Хованов Н.В.* Оценка сложных финансово-экономических объектов с использованием системы поддержки принятия решений АСПИД-3W. Санкт-Петербург, 2009.

¹³ *Oreski S., Oreski G.* Genetic algorithm-based heuristic for feature selection in credit risk assessment // *Expert systems with applications*. 2014. Vol. 41, □ 4. P. 2052-2064.

¹⁴ *Международная стандартная классификация образования* 2011. Монреаль, 2013.

¹⁵ *Barro R.J., Lee J.W.* A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010. *Journal of development economics*. 2013. Vol. 104. P. 184-198.

Поступила в редакцию 06.03.2015 г.