

Сергей Дмитриевич Голубев родился в 1938 г., окончил в 1962 г. Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе. Канд. техн. наук, главный специалист Центра имущественного страхования ОАО “Росно”. Автор 62 научных работ в области автоматического управления.

S.D. Golubev (b. 1938) graduated from Moscow Aviation Institute n. a. S. Ordzhonikidze in 1962. Ph. D. (Eng.), main specialist of Center of Property Insurance of open stock company “OAO “ROSNO”. Author of 62 publications in the field of automatic control.



Людмила Александровна Черная родилась в 1945 г., окончила в 1969 г. Хабаровский политехнический институт. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Теория механизмов и машин” МГТУ им. Н.Э. Баумана, главный специалист Центра имущественного страхования ОАО “Росно”. Автор 69 научных работ в области технической механики и актуарных расчетов.

L.A. Chornaya (b. 1945) graduated from the Khabarovsk Polytechnic Institute in 1969. Ph. D. (Eng.), assoc. professor of “Theory of Mechanisms and Machines” department of the Bauman Moscow State Technical University, main specialist of Center of Property Insurance of open stock company “OAO “ROSNO”. Author of 69 publications in the field of technical mechanics and actuarial calculations.

---

УДК 336.717.061

В. К. С е л ю к о в

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КРЕДИТНЫМ РИСКОМ В БАНКОВСКИХ СКОРИНГОВЫХ СИСТЕМАХ**

*Рассмотрены подходы к оптимизации процесса управления кредитным риском в скоринговых системах потребительского кредитования на основе методов проверки статистических гипотез. Для анализа использованы критерии минимума среднего риска, максимального правдоподобия, Неймана–Пирсона, а также весовой критерий. Построены кривые оптимального управления кредитным риском. Выбраны основные критерии для корректировки скор-карт.*

Рынок потребительского кредитования в России является одним из динамично развивающихся сегментов финансового рынка. За последние три года он увеличился в пять раз [1]. По данным экспертов, этот спрос будет возрастать и в дальнейшем. В настоящее время предоставление кредитов физическим лицам на покупку потребительских товаров (бытовой техники, мебели, в некоторых случаях и автомобилей) может осуществляться не только в офисах банков, но и непосредственно в магазинах. Коммерческим банкам выгодно осуществлять такое кредитование, так как оно позволяет в значительной степени расши-

ритель бизнес и диверсифицировать риски при формировании кредитных портфелей. Особенностью скорингового кредитования является быстрая (как правило, в пределах одного часа) оценка платежеспособности потенциального заемщика, оценка его желания рассчитываться по долгам и столь же быстрое принятие решения о выдаче кредита. Такое ускоренное предоставление кредитов существенно повышает кредитный риск — риск финансовых потерь банка, связанных с невозвратом заемщиком основной суммы долга и/или процентов по нему, а также потерь из-за упущенной выгоды при отказе в кредите добросовестным заемщикам. Имеющаяся статистика [1] показывает, что доля невозвратов кредитов может превышать 10%. Складывающееся положение на рынке потребительского кредитования требует совершенствования методов управления рисками.

В банковских скоринговых системах процесс управления кредитным риском условно можно разделить на три основных этапа.

На первом этапе оценивается качество заемщика. В ходе такой оценки с каждым потенциальным заемщиком связывается некоторая числовая характеристика (score), которая, по мнению банка, отражает вероятность того, что должник полностью погасит кредит в установленное время. Для получения указанной характеристики потенциальному заемщику предлагается заполнить разработанную банком анкету (скор-карту). По большинству экспресс-кредитов для заполнения такой анкеты достаточно данных, содержащихся в паспорте и еще каком-либо документе, удостоверяющем личность. При выдаче экспресс-кредитов на покупку автомобилей количество предоставляемых документов может быть несколько большим. Заполненная анкета обрабатывается в банке, как правило, по уникальному алгоритму. В ходе такой обработки, во-первых, каждому ответу заемщика на вопрос анкеты ставится в соответствие некоторая сумма баллов и, во-вторых, эти баллы складываются с определенными весами (или обрабатываются иным образом). В итоге каждый потенциальный заемщик получает интегральную числовую оценку (характеристику). При этом следует отметить, что для банка характеристики заемщиков — это случайные величины, которые определяются многими факторами и могут изменяться в достаточно широком диапазоне. Необходимо отметить, что механизм оценки заемщиков (содержание и вес пунктов в заполняемых анкетах) должен подвергаться постоянному уточнению (более тонкой настройке) на основе собираемых банком статистических данных о заемщиках. В настоящее время большинство крупных розничных банков, действующих на российском рынке, имеют требуемые базы данных [1], позволяющие им успешно решать данную задачу. Вместе с тем, исследования, связанные с выбором критериев для кор-

ректировки характеристик заемщиков, не находят еще достаточного отражения в финансовой литературе.

На втором этапе управления кредитным риском по характеристике заемщика принимается решение о выдаче ему кредита. Для принятия такого решения каждым банком разрабатывается свой уникальный критерий (определяется своя функция решения). Если характеристика заемщика соответствует требованиям выбранного критерия, то считается, что данный заемщик с большой вероятностью вернет сумму долга и выплатит причитающиеся проценты (заемщик “хороший”). Такому заемщику предоставляется кредит. Если же характеристика не соответствует требованиям критерия, то предполагается, что заемщик не вернет долг (заемщик “плохой”). Такому заемщику будет отказано в кредите. Ввиду того, что характеристика заемщика является случайной величиной, в процессе принятия решения возможны ошибки и, следовательно, потери со стороны банка. Величина этих потерь в денежном выражении обычно используется для оценки уровня кредитного риска. Как показывает анализ отечественных и зарубежных скоринговых систем, наиболее часто в них применяют однопороговые, двухпороговые и иные более сложные (комбинированные) функции решения. К сожалению, вопросы, связанные с оптимизацией указанных функций с точки зрения минимизации потерь, вызванных кредитованием “плохих” заемщиков и отказом в кредитах “хорошим” заемщикам, также не находят достаточного отражения в современной финансовой литературе.

На третьем этапе управления кредитным риском банк непрерывно анализирует деятельность торговых партнеров по потребительскому кредитованию. Он оценивает общий уровень кредитного риска и вклад в него каждого из своих партнеров. По результатам такой оценки могут, в частности, проводиться следующие корректирующие действия:

- изменение параметров функции решения (в частности, значения пороговых уровней на ту или иную торговую организацию);
- уменьшение (увеличение) кредитных лимитов на торговые организации в зависимости от их вклада в общий кредитный риск банка;
- ограничение финансирования наиболее рискованных товаров;
- корректировка скор-карт;
- повышение квалификации кредитных консультантов — сотрудников банка, непосредственно работающих в магазинах и пр.

Одной из важных проблем этого этапа является выбор и эффективное использование индикаторов для оперативной оценки изменения рискованного состояния банка на рынке потребительского кредитования.

Таким образом, основными задачами, решаемыми при управлении кредитным риском в скоринговых системах, являются:

— разработка и, прежде всего, последующая корректировка (тонкая настройка) скор-карт на основе постоянно пополняемого статистического материала о заемщиках;

— оптимизация процесса принятия решения о выдаче кредита с точки зрения минимизации потерь, вызванных кредитованием “плохих” заемщиков и отказом в кредитах “хорошим” заемщикам;

— выбор и эффективное использование индикаторов для оперативной оценки изменения рискованного состояния банка на рынке потребительского кредитования.

Все перечисленные задачи взаимосвязаны, и их решение исключительно важно для организации риск-менеджмента в банках, осуществляющих потребительское кредитование. В рамках настоящей статьи рассмотрены подходы к оптимизации функции решения, принятой банком при выдаче потребительского кредита, а также выбраны основные критерии для корректировки скор-карт.

Для нахождения оптимальной функции решения при выдаче потребительских кредитов (с точки зрения минимизации потерь, вызванных кредитованием “плохих” заемщиков и отказом в кредитах “хорошим” заемщикам) применены методы проверки статистических гипотез. Такие методы широко используются, в частности, в статистической радиотехнике и радиолокации при обнаружении и измерении сигналов [2–4]. В настоящей статье использованы критерии минимума среднего риска, максимального правдоподобия, Неймана–Пирсона и весовой критерий.

Пусть в кредитное подразделение банка поступает информация о потенциальных заемщиках в виде последовательности  $X$  их числовых характеристик. При этом  $X_i$  — числовая характеристика  $i$ -го заемщика. Как отмечалось ранее, данная характеристика формируется по алгоритму, принятому банком, на основе заполненной клиентом анкеты и является случайной величиной. Предполагается, что эта случайная величина принадлежит одному из двух распределений с условными плотностями вероятностей  $\varphi(X|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$ , связанных с взаимоисключающими состояниями (событиями)  $S_0$  и  $S_1$ :

— событие  $S_0$  состоит в том, что заемщик вернет долг (“хороший” заемщик);

— событие  $S_1$  состоит в том, что заемщик не вернет долг (“плохой” заемщик).

Таким образом,  $\varphi(X|S_0)$  — плотность вероятности значений характеристик при условии, что заемщик “хороший”, а  $\varphi(X|S_1)$  — плотность вероятности значений характеристик при условии, что заемщик “плохой”.

Задача состоит в создании оптимального алгоритма обработки поступающих характеристик заемщиков, позволяющего с минимальными потерями (с минимальным кредитным риском) принимать решение о принадлежности  $X_i$  к одному из указанных распределений. При этом могут быть выдвинуты две взаимоисключающие гипотезы  $H_0$  и  $H_1$ :

— гипотеза  $H_0$  состоит в том, что  $X_i$  принадлежит распределению  $\varphi(X|S_0)$ ;

— гипотеза  $H_1$  состоит в том, что  $X_i$  принадлежит распределению  $\varphi(X|S_1)$ .

Возможны два решения:

1) решение  $\gamma_0$  — гипотеза  $H_0$  принимается (заемщик “хороший”);

2) решение  $\gamma_1$  — гипотеза  $H_0$  отклоняется (принимается гипотеза  $H_1$  — заемщик “плохой”).

При принятии решения  $\gamma_0$  возможны два варианта совмещения событий:

$H_0S_0$  — принимается гипотеза  $H_0$  при событии  $S_0$  (правильное определение “хорошего” заемщика);

$H_0S_1$  — принимается гипотеза  $H_0$  при событии  $S_1$  (потеря банком всей суммы предоставленного заемщику кредита и процентов по нему).

При принятии решения  $\gamma_1$  возможны два варианта совмещения событий:

$H_1S_0$  — принимается гипотеза  $H_1$  при событии  $S_0$  (потеря “хорошего” заемщика);

$H_1S_1$  — принимается гипотеза  $H_1$  при событии  $S_1$  (правильное определение “плохого” заемщика).

Поскольку кредитный риск обусловлен возможностью принятия неправильных решений, то для его измерения целесообразно ввести следующие величины денежных потерь:

$h_{01}$  — величина потерь, возникающих из-за предоставления кредита “плохому” заемщику (эти потери могут быть приняты равными сумме кредита, предоставленного “плохому” заемщику, и невыплаченных процентов по нему);

$h_{10}$  — величина потерь, возникающих из-за отказа в предоставлении кредита “хорошему” заемщику (эти потери могут быть приняты равными сумме процентов, не полученных банком из-за отказа в кредите “хорошему” заемщику, скорректированной на величину издержек на привлекаемый банком капитал).

Ввиду того, что потерь при принятии правильных решений нет, можно считать, что

$$h_{00} = h_{11} = 0.$$

Рассмотренным вариантам совмещения событий соответствуют четыре вероятности, сумма которых равна единице:

$$\mathbf{P}(H_0S_0) + \mathbf{P}(H_0S_1) + \mathbf{P}(H_1S_0) + \mathbf{P}(H_1S_1) = 1.$$

В этом случае систему управления кредитным риском (систему принятия решения о выдаче кредита) можно характеризовать средней величиной допускаемого кредитного риска  $\bar{h}$ :

$$\bar{h} = h_{01}\mathbf{P}(H_0S_1) + h_{10}\mathbf{P}(H_1S_0). \quad (1)$$

Лучшей из систем управления кредитным риском будет та, которая обеспечит минимум среднего риска.

Для решения задачи минимизации выражения (1) необходимо определить вероятности  $\mathbf{P}(H_0S_1)$  и  $\mathbf{P}(H_1S_0)$ , которые, как известно, вычисляются следующим образом:

$$\mathbf{P}(H_0S_1) = \mathbf{P}(S_1)\mathbf{P}(H_0|S_1),$$

$$\mathbf{P}(H_1S_0) = \mathbf{P}(S_0)\mathbf{P}(H_1|S_0).$$

Вычисление априорных вероятностей  $\mathbf{P}(S_0)$  и  $\mathbf{P}(S_1)$ , т.е. вероятностей обращения в банк “хорошего” или “плохого” заемщика, в реальной практике затруднительно. Поэтому определение  $\mathbf{P}(H_0S_1)$  и  $\mathbf{P}(H_1S_0)$  также представляет большие трудности. Вместе с тем известно, что при построении оптимальных систем во многих случаях достаточно воспользоваться условными (апостериорными) вероятностями  $\mathbf{P}(H_0|S_0)$ ,  $\mathbf{P}(H_1|S_0)$ ,  $\mathbf{P}(H_0|S_1)$  и  $\mathbf{P}(H_1|S_1)$  [3]. Целесообразно рассмотреть возможность применения такого подхода для оптимизации системы управления кредитным риском.

Введем следующие обозначения:

$$\mathbf{P}_0 = \mathbf{P}(H_0|S_0) = \frac{\mathbf{P}(H_0S_0)}{\mathbf{P}(S_0)}$$

— вероятность принятия гипотезы  $H_0$  (заемщик “хороший”) по поступившей характеристике “хорошего” заемщика (это вероятность правильного определения “хорошего” заемщика);

$$\hat{\mathbf{P}}_0 = \mathbf{P}(H_1|S_0) = \frac{\mathbf{P}(H_1S_0)}{\mathbf{P}(S_0)}$$

— вероятность принятия гипотезы  $H_1$  (заемщик “плохой”) по поступившей характеристике “хорошего” заемщика (это вероятность потери “хорошего” заемщика).

Поскольку гипотезы  $H_0$  и  $H_1$  взаимоисключающие и соответствуют одному и тому же условию  $S_0$ , то  $P_0 + \hat{P}_0 = 1$ .

Обозначим также:

$$P_1 = P(H_0|S_1) = \frac{P(H_0S_1)}{P(S_1)}$$

— вероятность принятия гипотезы  $H_0$  (заемщик “хороший”) по поступившей характеристике “плохого” заемщика (это вероятность потери банком всей суммы выданного кредита);

$$\hat{P}_1 = P(H_1|S_1) = \frac{P(H_1S_1)}{P(S_1)}$$

— вероятность принятия гипотезы  $H_1$  (заемщик “плохой”) по поступившей характеристике “плохого” заемщика (это вероятность правильного определения “плохого” заемщика).

Поскольку гипотезы  $H_0$  и  $H_1$  взаимоисключающие и соответствуют в этом случае одному и тому же условию  $S_1$ , то  $P_1 + \hat{P}_1 = 1$ .

Подставляя значения условных вероятностей в (1), получаем следующее выражение для среднего риска:

$$\begin{aligned} \bar{h} &= h_{10}\hat{P}_0P(S_0) + h_{01}P_1P(S_1) = h_{10}(1 - P_0)P(S_0) + h_{01}P_1P(S_1) = \\ &= h_{10}P(S_0) \left[ (1 - P_0) + \frac{h_{01}P(S_1)}{h_{10}P(S_0)}P_1 \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Если в выражении (2) через  $l_0$  обозначить  $\frac{h_{01}P(S_1)}{h_{10}P(S_0)}$ , то получим соотношение

$$\bar{h} = h_{10}P(S_0) [1 - (P_0 - l_0P_1)]. \quad (3)$$

Анализ зависимости (3) показывает, что среднее значение кредитного риска  $\bar{h}$  будет минимальным тогда, когда “взвешенная” разность  $P_0 - l_0P_1$  будет максимальной, т. е. критерий минимума среднего риска сводится к весовому критерию

$$P_0 - l_0P_1 \rightarrow \max. \quad (4)$$

В выражении (4) величина  $l_0$  является весовым множителем. Данный множитель зависит от соотношения величин потерь из-за ошибочных решений каждого вида при выдаче кредита, взвешенных по вероятностям обращения в банк “хороших” и “плохих” заемщиков.

При фиксированном значении  $l_0$  для оптимальной системы управления кредитным риском с параметрами  $P_{0\text{ опт}}$  и  $P_{1\text{ опт}}$  будет выполняться следующее неравенство:

$$P_{0\text{ опт}} - l_0P_{1\text{ опт}} \geq P_0 - l_0P_1,$$

или

$$P_{0\text{ опт}} \geq P_0 + l_0(P_{1\text{ опт}} - P_1). \quad (5)$$

Анализ неравенства (5) показывает, что если  $P_1 \leq P_{1\text{ опт}}$ , то  $P_{0\text{ опт}} \geq P_0$  или  $\hat{P}_{0\text{ опт}} \leq \hat{P}_0$ , т. е. из всех систем управления кредитным риском, вероятность потерь которых из-за предоставления кредитов “плохим” заемщикам не выше, чем у оптимальной системы ( $P_1 \leq P_{1\text{ опт}}$ ), оптимальная система дает наименьшую вероятность потерь при невыдаче кредитов “хорошим” заемщикам ( $\hat{P}_{0\text{ опт}} \leq \hat{P}_0$ ). Данное условие представляет собой критерий оптимальности Неймана–Пирсона. Этот критерий может быть использован для определения порогового уровня в системе управления кредитным риском. При этом исходя из практических соображений должны быть заданы допустимые значения условных вероятностей  $P_1$  (вероятности потери суммы кредита) и  $\hat{P}_0$  (вероятности потери “хорошего” заемщика).

Построение оптимального механизма принятия решения о выдаче потребительского кредита заемщику (ключевого звена системы управления кредитным риском) целесообразно рассмотреть на конкретном примере.

Как отмечено в настоящей статье, в кредитное подразделение банка поступает информация о потенциальных заемщиках в виде последовательности  $X$  их числовых характеристик, изменяющихся в широком диапазоне значений (например, от  $-\infty$  до  $+\infty$ ). Для каждого  $i$ -го заемщика по его числовой характеристике  $X_i$  должно быть принято решение о выдаче (или невыдаче) ему кредита, т. е. ключевым моментом при построении оптимальной системы управления кредитным риском является выбор оптимальной функции решения  $\gamma_{\text{опт}}(X)$ . Пусть также известно, что условные вероятности характеристик в случаях, когда выбранные значения соответствуют “хорошему” или “плохому” заемщику, распределены по нормальному закону, т. е. условные плотности вероятности  $\varphi(x|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$  описываются следующими выражениями:

$$\varphi(X|S_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(X-b)^2}{2\sigma^2}\right\},$$
$$\varphi(X|S_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(X-b)^2}{2\sigma^2}\right\},$$

Параметры законов распределения следующие:

$a$  — математическое ожидание значений  $X$  в случае принадлежности выборки  $X_i$  к числовым характеристикам “плохих” заемщиков, т. е. к плотности вероятности  $\varphi(X|S_1)$ ;



$b$  — математическое ожидание значений  $X$  в случае принадлежности выборки  $X_i$  к числовым характеристикам “хороших” заемщиков, т. е. к плотности вероятности  $\varphi(X|S_0)$ ;

$\sigma$  — среднее квадратическое отклонение (для упрощения задачи предполагается, что оно одинаково для обоих законов распределения).

Предполагается также, что  $b > a$ .

Для заданных исходных условий необходимо максимизировать значение  $P_0 - l_0 P_1$ :

$$\begin{aligned} P_0 - l_0 P_1 &= \int_{-\infty}^{+\infty} \gamma(X) \varphi(X|S_0) dX - l_0 \int_{-\infty}^{+\infty} \gamma(X) \varphi(X|S_1) dX = \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \gamma(X) \varphi(X|S_1) (l(X) - l_0) dX. \quad (6) \end{aligned}$$

В выражении (6)

$$l(X) = \frac{\varphi(X|S_0)}{\varphi(X|S_1)}.$$

Эта величина называется отношением правдоподобия. Она представляет собой отношение плотностей вероятности одной и той же характеристики  $X$  для двух условий: когда заемщик возвращает всю сумму долга и когда он не выполняет свои обязательства. Это отношение показывает, какую из гипотез о выполнении указанных взаимоисключающих условий следует считать более правдоподобной.

Для максимизации разности  $P_0 - l_0 P_1$  необходимо максимизировать подынтегральное выражение в формуле (6) за счет правильного выбора решающей функции  $\gamma(X)$ . Анализ выражения (6) показывает, что для обеспечения оптимального управления кредитным риском оптимальная функция решения  $\gamma_{\text{опт}}(X)$  должна принимать значения 0 или 1 в следующих случаях:

$$\gamma_{\text{опт}}(X) = \begin{cases} 1, & \text{если } l(X) > l_0, \\ 0, & \text{если } l(X) < l_0. \end{cases}$$

Следовательно, критерием оптимального решения о выдаче потребительского кредита заемщику является критерий отношения правдоподобия. Если отношение правдоподобия  $l(X)$  превышает значение порога  $l_0$ , то принимается решение о выдаче кредита. Если  $l(X)$  не превышает порога  $l_0$ , то принимается решение об отказе в выдаче кредита.

Для рассматриваемого примера

$$l(X) = \frac{\exp\left\{-\frac{(X-b)^2}{2\sigma^2}\right\}}{\exp\left\{-\frac{(X-a)^2}{2\sigma^2}\right\}} = \exp\left\{\frac{a^2-b^2}{2\sigma^2}\right\} \exp\left\{\frac{(b-a)X}{\sigma^2}\right\}.$$

В силу того, что  $l(X)$  является монотонно возрастающей функцией, условие  $l(X) > l_0$  эквивалентно условию  $X > X_0$ , где  $X_0$  — некоторое пороговое значение, с которым сравнивается характеристика заемщика. Условие  $l(X) < l_0$  эквивалентно условию  $X < X_0$ . Оптимальная функция решения  $\gamma_{\text{опт}}(X)$  будет иметь следующий вид:

$$\gamma_{\text{опт}}(X) = \begin{cases} 1, & \text{если } X > X_0, \\ 0, & \text{если } X < X_0. \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом, для нормального закона распределения оптимальной с точки зрения минимизации потерь, вызванных кредитованием “плохих” заемщиков и отказом в кредитах “хорошим” заемщикам, является однопороговая функция решения.

На рис. 1 представлены графические изображения условных плотностей вероятности  $\varphi(X|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$ , а также функции решения  $\gamma_{\text{опт}}(X)$ . На этом рисунке значение  $P_1$  (вероятности потери банком всей суммы выданного кредита и процентов по нему) представляет собой площадь под кривой  $\varphi(X|S_1)$  правее порога  $X_0$ :

$$P_1 = 0,5 - N\left(\frac{X_0 - a}{\sigma}\right), \quad (8)$$

где  $N(u)$  — функция стандартного нормального распределения.

Анализ соотношения (8) показывает, что значение  $P_1$  определяется только выбором порогового уровня  $X_0$ . Чем больше значение разности  $X_0 - a$  (т. е. чем выше установлен порог относительно  $a$ ), тем меньше  $P_1$ .

Из выражения (8) при заданных значениях  $P_1$  и  $\sigma$  может быть определена величина порога  $X_0$ :

$$X_0 = a + \sigma N^{-1}(0,5 - P_1), \quad (9)$$

где  $N^{-1}(u)$  — обратная функция стандартного нормального распределения.

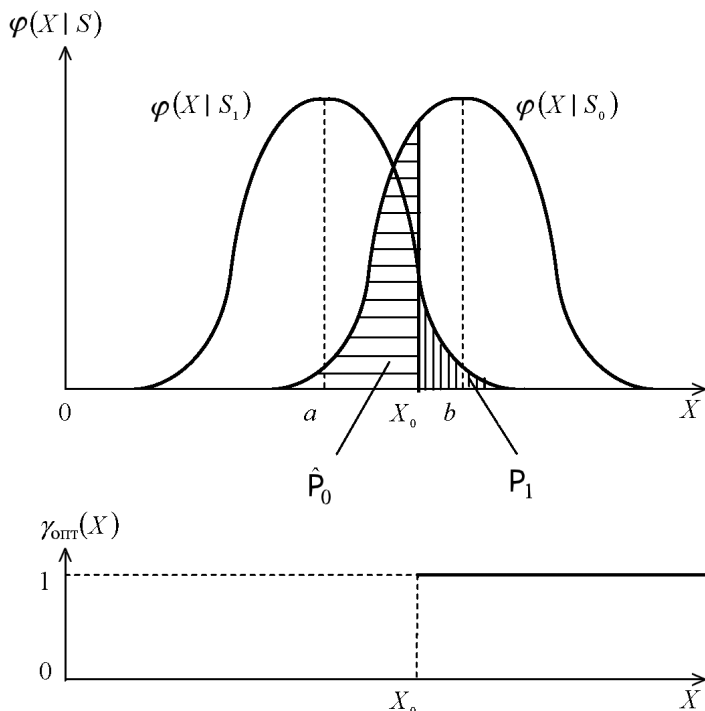
Значение  $\hat{P}_0$  (вероятности потери “хорошего” заемщика) представляет собой площадь под кривой  $\varphi(X|S_0)$  левее порога  $X_0$ .

Анализ рис. 1 показывает, что  $\hat{P}_0$  зависит не только от величины выбранного порога  $X_0$ , но и от разности  $b - a$  и волатильности  $\sigma$ . Чем больше разность  $b - a$ , тем меньше значение  $\hat{P}_0$ . Чем меньше волатильность характеристик заемщиков  $\sigma$ , тем меньше значение  $\hat{P}_0$  (при той же самой разности  $b - a$ ). Для вычисления  $\hat{P}_0$  необходимо использовать выражения (8), (9). При этом имеем

$$\hat{P}_0 = 0,5 + N\left(\frac{b-a}{\sigma} - N^{-1}(0,5 - P_1)\right).$$

Семейство зависимостей  $\hat{P}_0$  от параметра  $\frac{b-a}{\sigma}$  при фиксированных значениях  $P_1$  и для случая применения оптимальной функции решения  $\gamma_{\text{опт}}(X)$  по аналогии с [3] может быть названо семейством кривых оптимального управления кредитным риском. На рис. 2 в качестве примера представлено семейство кривых оптимального управления кредитным риском для значений  $P_1$ , равных 0,01; 0,05 и 0,1.

С помощью рассматриваемого семейства кривых можно оценить минимально достижимый уровень кредитного риска при заданном пороге  $X_0$ . Для этого необходимо иметь параметры распределений  $\varphi(X|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$ , т. е.  $a$ ,  $b$  и  $\sigma$ , а также величины потерь  $h_{01}$  и  $h_{10}$



**Рис. 1. Условные плотности вероятности  $\varphi(X|S_0)$ ,  $\varphi(X|S_1)$  и функция решения  $\gamma_{\text{опт}}(X)$**

из-за ошибок в ходе кредитования. Может быть решена и обратная задача: по заданным значениям  $P_1$  и  $\hat{P}_0$  предъявлены требования к параметрам распределений  $\varphi(X|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$ .

Поскольку параметры распределений  $\varphi(X|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$  в значительной степени определяются содержанием скор-карт, весом соответствующих пунктов заполняемых заемщиками анкет, то данные параметры можно использовать в качестве целевых критериев при составлении и корректировке указанных скор-карт, т. е. есть основной целью (критерием) корректировки (тонкой настройки) скор-карт целесообразно считать увеличение разности  $b - a$  и уменьшение  $\sigma$  статистических характеристик заемщиков  $\varphi(X|S_0)$  и  $\varphi(X|S_1)$ .

Таким образом, в настоящей статье решены следующие задачи.

1. На основе апостериорных статистических данных по качеству заемщиков найдена оптимальная функция решения при выдаче потребительских кредитов (с точки зрения минимизации потерь, вызванных кредитованием “плохих” заемщиков и отказом в кредитах “хорошим” заемщикам). Для нормального закона распределения — это однопороговая функция. Уровень этого порога следует выставлять по задаваемому значению вероятности невозврата кредитов. В процессе решения задачи использованы такие методы проверки статистических гипотез, как критерии минимума среднего риска, максимального правдоподобия, Неймана–Пирсона и весовой критерий.

2. Введено понятие кривых оптимального управления кредитным риском и построено семейство таких кривых для конкретного случая. Эти кривые позволяют оценивать минимально достижимый уровень кредитного риска при заданном пороге функции решения, апостериорных статистических данных о заемщиках и величинах потерь из-за ошибок при выдаче кредитов. Кроме того, с помощью рассматриваемого семейства кривых возможно решение обратной задачи: по заданным вероятностям невозврата кредитов и отказам в них “хорошим” заемщикам предъявление требований к параметрам распределений статистических данных о заемщиках. Это, в свою очередь, позволяет целенаправленно решать задачу корректировки скор-карт.

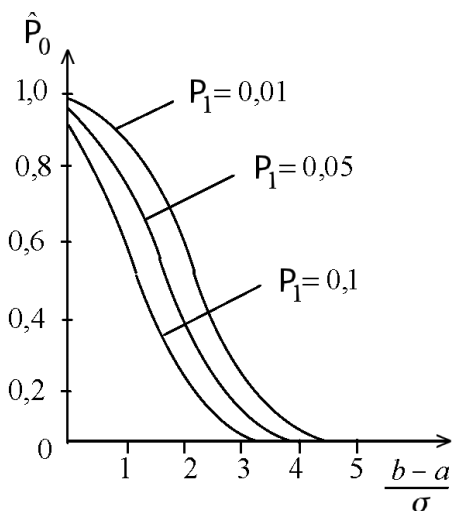


Рис. 2. Кривые оптимального управления кредитным риском

3. Конкретизирована основная цель (основной критерий) корректировки (тонкой настройки) скор-карт при потребительском кредитовании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г у м а н к о в К. Спецэкспресс // Финансы. – 2005. – № 32. – С. 24–25.
2. У о т ш е м Т. Д ж., П а р р а м о у К. Количественные методы в финансах: Учеб. пособ. для вузов / Пер. с англ. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. – 527 с.
3. Т е о р е т и ч е с к и е основы радиолокации / Под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Сов. радио, 1970. – 560 с.
4. Л е в и н Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Сов. радио, 1966. – 728 с.

Статья поступила в редакцию 11.05.2005

Владимир Константинович Селюков родился в 1944 г. Окончил Военную инженерную академию им. Л.А. Говорова в 1967 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Финансы” факультета “Инженерный бизнес и менеджмент” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор 80 научных работ в области финансового менеджмента и ценных бумаг.

V.K. Selyukov (b. 1944) graduated from the Military Engineering Academy n. a. L.A. Govorov in 1967. Ph. D. (Eng.), assoc. professor of “Finances” department of the “Engineering Business and Management” faculty of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 80 publications in the field of financial management and securities.

---

## ЖУРНАЛ “ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени Н.Э. БАУМАНА”

В журнале публикуются наиболее значимые результаты фундаментальных и прикладных исследований и совместных разработок, выполненных в МГТУ имени Н.Э. Баумана и других научных и промышленных организациях.

Журнал издается в трех сериях: “Приборостроение”, “Машиностроение”, “Естественные науки” — с периодичностью 12 номеров в год.

### Подписка по каталогу “Газеты, журналы” агентства “Роспечать”

Индекс	Наименование серии	Объем выпуска	Подписная цена (руб.)	
		Полугодие	3 мес.	6 мес.
72781	“Машиностроение”	2	250	500
72783	“Приборостроение”	2	250	500
79982	“Естественные науки”	2	250	500

**Подписывайтесь и публикуйтесь!**

Адрес редакции журнала: 105005 Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5.  
Тел.: (495) 263-62-60.  
Факс: (495) 265-42-98; 263-67-07.  
E-mail: [press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)