УДК 336.72

ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ НАДЕЖНОСТИ КРЕДИТОЗАЕМЩИКОВ

Ендовицкий Дмитрий Александрович, д-р экон. наук, проф.
Ендовицкая Елена Валерьевна, канд. экон. наук
Фролов Игорь Владимирович, асп.

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, Россия, 394006; e-mail: rector@vsu.ru

Цель: построение моделей многовариантного прогнозного описания потенциальных финансовых возможностей кредитного заемщика. *Обсуждение*: кредитоспособность заемщика зависит от многих факторов, оценить и рассчитать каждый из них непросто. Большинство рассчитываемых на практике показателей кредитоспособности рассчитывается по данным за прошедший период или на основе данных на какую-либо отчетную дату, вместе с тем все они подвержены влиянию инфляции, искажающей данные показатели. При определении кредитоспособности сложность представляет определение и оценка количественного выражения различных факторов. В этой связи наибольшую актуальность приобретает формирование и оценка прогнозных альтернатив в исследованиях надежности кредитозаемщиков, которая позволяет оценить потенциальную финансовую устойчивость клиента и тем самым корректировать уровень кредитного риска. *Результаты*: построены модели прогнозной оценки кредитоспособности заемщика, дающие многовариантное описание будущего с наиболее полным представлением о возможном развитии событий в упреждающие моменты времени.

Ключевые слова: прогнозная оценка, кредитоспособность заемщика, модель, надежность.

DOI: 10.17308/meps.2015.9/1310

Введение

Вопрос об оценке надежности кредитозаемщика решается каждый раз, когда принимается решение о выдаче кредита. Большинство методик, специально разработанных для этих целей кредитными организациями, предусматривает изучение кредитной истории, исследование текущего финансового состояния, анализ динамики финансовых показателей, построение рейтинговых оценок и еще ряд процедур, позволяющих сделать вывод о кредитоспособности заемщика. Причем вывод делается относительно будущей кредитоспособности на основе результатов анализа текущей ситуации. Возникает естественный вопрос о надежности и даже правомерности решения, при обосновании которого использовалась информация о текущем финансовом состоянии и возможно о состоянии предшествующих периодов. Однозначного ответа на этот вопрос нет.

Понятно, что подобные решения принимаются в предположении, что благоприятное для выдачи кредита финансовое состояние сохранится в будущем. Без этого предположения положительное решение теряет смысл. Но данное предположение, являясь необходимым для принятия положительного решения по кредиту, тоже должно быть обосновано. Это обоснование требует применения специальных методов, с помощью которых можно сделать статистически надежные заключения о характере изменений, происходящих в финансовом состоянии заемщика.

В соответствии с этой логикой рейтинговые оценки тоже должны обладать устойчивостью. В противном случае разрушается представление о надежности принимаемых кредитных решений. Сомнений не вызывает вывод о том, что рейтинговые оценки, сформированные с использованием данных, обладающих динамической устойчивостью, сами являются устойчивыми и обеспечивают получение кредитных решений повышенной надежности. В силу этого анализ устойчивости должен стать обязательной составляющей предрейтингового анализа. Устойчивость в нашем понимании – это не состояние покоя, в котором рейтинговая оценка вместе с финансовыми показателями продолжительное время остается неизменной. Они обладают определенной динамикой, характер которой устойчив, т.е. изменения продолжают происходить, но по устойчивому сценарию, благодаря которому вероятность непредвиденных ситуаций чрезвычайно мала. Но она положительная, а неопределенность будущего таит в себе неизвестные риски. Поэтому кроме анализа устойчивости обязательной составляющей предрейтингового анализа является многовариантный прогноз.

Простейший случай многовариантного прогноза

Широко известный аппарат, используемый для расчета прогнозных траекторий, для этих целей не совсем пригоден. Фактически модели, которые использовались в анализе динамической устойчивости, уже обеспечили получение устойчивой траектории, которую можно принять за ожидаемые оценки будущего по соответствующему показателю. Но и динамическая устойчивость, как правило, с течением времени изменяется, а рейтинги демонстрируют дрейф. Обсудим все возможности применения малоизвестного подхода, который реализует идею многовариантного описания будущего с оценкой вероятности реальности каждого варианта.

Основой процедуры многовариантных прогнозных расчетов является комбинированная модель со специальным механизмом, предусматривающим многовариантный расчет упреждающих значений ожидаемого финансового состояния заемщика. Для построения такой модели используются исторические данные, в которых заведомо не содержатся альтернативные варианты, и вопрос о возможной идентификации этих вариантов требует специальных исследований. Прежде всего, нужно обратить внимание на то, что будущее в отличие от прошлого всегда многовариантно, в силу чего несет в себе неопределенность. Однако в каждом моменте прошлого можно увидеть один из возможных вариантов альтернативного будущего. Из этого следует вывод, что альтернативные варианты будущего не возникают из ничего, они распределены по всему горизонту прошлого случайным образом. Для использования этого факта при построении прогнозной модели, отражающей альтернативность моделируемого процесса, требуется применение специальных приемов.

Сначала рассмотрим ситуацию, когда будущее можно представить всего двумя вариантами: высоким уровнем показателя и низким. Естественно, альтернативность будущего по каждому показателю значительно богаче, однако многие расчеты, используемые при обосновании кредитных решений, даже при рассмотрении двух альтернатив, имеют практическую значимость. Например, ожидается хорошее финансовое состояние выдавать кредит, плохое – кредит не выдавать. При построении модели не требуется определение конкретных величин высокого и низкого уровня, но в соответствии с теми колебаниями моделируемого показателя, которые имели место на рассматриваемом отрезке времени, будем предполагать, что в каждый момент времени значение показателя находится на высоком или низком уровне. Важно отметить, что понимание того, какой уровень следует считать высоким, а какой низким, формируется в процессе построения модели.

Простейший вариант комбинированной модели удобно записать следующим образом:

$$S_t = a_0 + a_1 S_{t-1} + dx + \delta_t \,, \tag{1}$$

где S_t – величина моделируемого показателя в момент времени t; δ_t – случайная составляющая, характеризующая ту часть вариации моделируемого показателя, которая не объясняется рамками данной модели; a_0, a_1, d – оцениваемые параметры модели.

$$\begin{cases} +1, & \textit{если показатель на высоком уровне} \\ -1, & \textit{если показатель на низком уровне}. \end{cases}$$

Последовательность значений, которые переменная x должна была принимать на протяжении исследуемого периода фактически образует информационный поток F, который требуется воспроизвести, чтобы появилась возможность построение прогнозной модели (1). Воспроизведение этого потока информации эквивалентно пониманию того, в какие моменты времени уровень показателя был высокий, а в какие низкий. Для этого необходимо определить среднее значение. Условимся считать средним значением показателя текущего момента величину, которая определяется как условное математическое ожидание в зависимости от значения предыдущего момента времени $\overline{S}_t = \mathrm{E}\left(S_t \mid S_{t-1}\right)$. В рамках нашей модели такую величину удобно определять с помощью авторегрессии первого порядка

$$\overline{S}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-1}, \qquad (2)$$

которая одновременно является составной частью модели (1). Тогда в качестве индикатора, по которому определяется, каким был уровень показателя, можно использовать отклонение $\Delta S_t = S_t - \overline{S}_t$.

Такая логика построения модели (1) реализуется в несколько этапов, которые связаны между собой конечной целью расчетов. На первом этапе строится авторегрессионное уравнение первого порядка, с помощью которого определяются отклонения от условного среднего, используемые при формировании специальной переменной по следующему правилу:

$$x_t = \begin{cases} +1 & \textit{если} \quad \Delta S_t \geq 0 \\ -1 & \textit{если} \quad \Delta S_t < 0 \end{cases}. \qquad (3)$$

Так полученной переменной в комбинированной модели отводится роль дискриминантной функции, с помощью которой различают, в какой момент времени исторического периода наблюдаемый уровень показателя был высоким, а когда низким.

На втором этапе, используя полученные значения переменной x, оцениваются все параметры уравнения (1). Результатом второго этапа является модель

$$S_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-1} + \hat{d} x_t, \qquad (4)$$

с помощью которой более точно воспроизводится динамика исторического периода. В тех случаях, когда точность этого воспроизведения достаточно высокая, возникает естественное желание использовать полученную таким образом модель для проведения прогнозных расчетов. Важно отметить, что наличие в модели переменной x_t обеспечивает возможность многовариантных расчетов. Альтернативность вариантов в рассматриваемом случае не означает их равнозначность для будущего периода. Поэтому возникает необходимость в определении их предпочтительности. Если не определить их предпочтительность, то это приведет к высокому уровню неопределенности в описании будущего. Таким образом, предусматривается еще один этап в построении прогнозной модели, который должен обеспечить получение вероятностной оценки реальности каждого из вариантов.

Вероятностное описание прогнозных вариантов

Необходимость вероятностного описания предпочтительности прогнозных вариантов в условиях рыночной экономики возникает довольно часто. Примером может служить биномиальная модель финансового рынка, предпочтительность вариантов на котором определяется с помощью бернуллиевской вероятности. Другим примером может служить имитационное моделирование, в котором с помощью метода Монте-Карло определяется частота появления какого-либо события. Серьезным недостатком большинства методов, в том числе и названных, является то, что с их помощью идентифицируются вероятности постоянные как для исторического периода, так и для упреждающего. Это не совсем соответствует реальности. Как правило, реальность постоянно изменяется, изменяя соответствующим образом предпочтительность вариантов. Тот вариант, который сегодня является предпочтительным, завтра может потерять свою предпочтительность. Поэтому, понимая несостоятельность подходов, предусматривающих определение фиксированных вероятностей, будем ориентироваться на эконометрический подход, который позволяет получать не оценки вероятностей, а строить модели, по которым определяются вероятности в зависимости от ожидаемой ситуации. Ожидаемая ситуация описывается факторами, которые можно использовать в качестве независимых переменных для расчета вероятностей предпочтительности прогнозных вариантов. Причем в расчетах вероятностей можно использовать не только значения факторов, описывающих текущее финансовое состояние, но и значения, которые описывают ожидаемую ситуацию.

Непосредственное построение модели, с помощью которой предполагается рассчитывать вероятности предпочтений, основано на предположении, в соответствии с которым существует две гипотетические функции полезности:

$$u_1 = \mathbf{zb}^1, \quad u_2 = \mathbf{zb}^2, \tag{5}$$

где $\mathbf{z}$ – вектор строка значений факторных переменных; $\mathbf{b}$ – вектор столбец оцениваемых коэффициентов линейной формы.

Первая из этих функций оценивает выигрыш, который может быть получен в случае, когда при выдаче кредита ориентировались на первый прогнозный вариант, а вторая – выигрыш в случае, когда ориентировались на второй прогнозный вариант. Используя данные функции, введем в рассмотрение дискретную переменную:

$$u = \begin{cases} 1 & \textit{если} \quad u_1 - u_2 \geq 0, \\ 0 & \textit{если} \quad u_1 - u_2 < 0, \end{cases} \tag{6}$$

описывающую очевидное правило, в соответствии с которым необходимо осуществлять выбор прогнозного варианта, наиболее предпочтительного для обоснования кредитного решения.

Если разность между полезностями представить как

$$u_1 - u_2 = \mathbf{zb} + \varepsilon, \tag{7}$$

где ε – вектор случайных ошибок, которые могут быть допущены при оценке полезности от выбора наиболее предпочтительного прогнозного варианта, а через $\mathbf{b}$ обозначить разность $\mathbf{b} = \mathbf{b}^1 - \mathbf{b}^2$, то вероятность того, что предпочтение в момент времени t получит первый прогнозный вариант, может быть записана следующим образом:

$$\Pr\left(u_n = 1 \mid \mathbf{z}_t\right) = \Pr\left(\mathbf{z}_t\mathbf{b} + \varepsilon > 0\right) = \Pr\left(\varepsilon > -\mathbf{z}_t\mathbf{b}\right) = \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_t\mathbf{b}\right). \tag{8}$$

В качестве вероятностной функции $\mathrm{F}\left(\mathbf{z}_t\mathbf{b}\right)$ в практике решения прикладных задач чаще всего используются две функции. Если в качестве такой функции используется стандартная нормальная вероятностная функция распределения

$$\Phi\left(\mathbf{z}_t\mathbf{b}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\mathbf{z}_t\mathbf{b}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt\,, \tag{9}$$

то нелинейная регрессионная зависимость называется пробит-моделью. В тех случаях, когда используется логистическая функция

$$\Lambda\left(\mathbf{z}_t\mathbf{b}\right) = \frac{e^{\mathbf{z}_t\mathbf{b}}}{1+e^{\mathbf{z}_t\mathbf{b}}}\,, \tag{10}$$

нелинейная регрессионная зависимость называется логит-моделью.

По сравнению с нормальным распределением логистическое распределение более удобно при проведении различных расчетов. Поэтому расчеты, результаты которых будут приведены в следующей главе, осуществлялись с использованием логит-модели.

Ожидаемой полезностью выбора соответствующего прогнозного варианта будем считать условное математическое ожидание, которое в соответствии с правилами может быть записано следующим образом:

$$\mathrm{E}\left(u_n \mid \mathbf{z}_n\right) = 1 \times \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_n\mathbf{b}\right) + 0 \times \left(1 - \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_n\mathbf{b}\right)\right) = \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_n\mathbf{b}\right). \tag{11}$$

Обычно это выражение интерпретируется как нелинейная регрессия u на $\mathbf{z}$ и записывается в виде

$$u_t = \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_t\mathbf{d}\right). \tag{12}$$

Таким образом, решение вопроса, связанного с определением вероятностной меры, которая играет важную роль в многовариантном описании будущего с помощью нескольких прогнозных траекторий, сведено к задаче построения регрессионной модели с качественной (дискретной) зависимой переменной.

Полученная в соответствии с (3) последовательность случайным образом чередующихся положительных и отрицательных значений единицы, может рассматриваться как зависимая переменная u_t модели бинарного выбора. Но для этого необходимо провести замену -1 на 0, т.е.

$$u_t = \begin{cases} 1, & x_t = 1 \\ 0, & x_t = -1 \end{cases}. \tag{13}$$

Такая перекодировка, несмотря на то, что является формальной процедурой, должна выполняться в обязательном порядке. Это связано с тем, что функция правдоподобия модели бинарного выбора представима в виде произведения соответствующих вероятностей с использованием значений зависимой переменной

$$L\left(\mathbf{u},\mathbf{b}\right) = \prod_{k=1}^{n} \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_k\mathbf{b}\right)^{u_k} \left[1 - \mathrm{F}\left(\mathbf{z}_k\mathbf{b}\right)^{1-u_k}\right]. \tag{14}$$

Если в последовательности u_k были бы отрицательные значения, то это привело бы к искажению функции правдоподобия и построению совсем другой модели.

Модель многовариантного прогноза

Оцененная модель многовариантных прогнозных расчетов окончательно записывается следующим образом:

$$\hat{S}_{t+1} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_t + \hat{d} x_{t+1}, \tag{15}$$

$$x_t = \begin{cases} +1; \\ -1, \end{cases} \qquad \Pr\left(x_{t+1} = 1 \mid z_{t+1}\right) = \frac{e^{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 z_{t+1}}}{1 + e^{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 z_{t+1}}}, \tag{16}$$

где z_{t+1} – значения факторов, с помощью которых описывается ожидаемое финансовое состояние заемщика.

В модели две составляющие. Первая составляющая (15) отвечает за многовариантную экстраполяцию, а вторая (16) – за оценку вероятности реальности каждого из экстраполяционных вариантов.

Если учесть, что переменная x_t может принимать всего два значения 1 и -1, то модель после взятия математического ожидания может быть записана в следующем виде:

$$\mathrm{E}\left(S_{t+1} \mid S_t, z_{t+1}\right) = \hat{a}_0 - \hat{d} + \hat{a}_1 S_t + 2\hat{d}\,\mathrm{F}\left(z_{t+1}\right) \tag{17}$$

и интерпретироваться как математическое ожидание многовариантного описания будущего.

В отличие от (15) – (16) модель (17) оценивает усредненный прогнозный вариант при заданной с помощью факторов $\mathbf{z}$ ожидаемой ситуации. Важно отметить, что это не средний вариант, а условно средний, при расчете которого вероятности предпочтительности были скорректированы на ожидаемую ситуацию. Вопрос факторного описания ожидаемой ситуации – это вопрос получения прогнозных оценок этой ситуации. Прогноз факторов может быть как экстраполяционным, так и экспертным, в том числе и многовариантным. В случае многовариантного описания ожидаемого финансового состояния прогноз потенциальной кредитоспособности рассчитывается для каждого состояния. И здесь возникает вопрос об оптимизации числа вариантов в зависимости от ожидаемой ситуации, предусматривающий выбор наиболее реальных вариантов описания будущего. Однозначного решения у этой проблемы нет

Обобщенный вариант модели

Изложенный подход к многовариантному прогнозированию, основанный на модели бинарного выбора, является минимально допустимым в части многообразия прогнозных вариантов. В случае необходимости это многообразие может быть расширено. Причем реализовать эту возможность можно несколькими способами. Будем рассматривать тот, который является естественным обобщением изложенного выше подхода.

Основной смысл обобщения в том, чтобы решить вопрос, связанный с увеличением числа экстраполяционных вариантов и вероятностным описанием их реальности.

Вопрос об увеличении числа экстраполяционных вариантов решается довольно просто. Их число увеличивается путем удвоения по той же самой схеме, которая применялась при формировании двух вариантов. Без всяких сомнений, увеличение числа вариантов повышает точность многовариантного описания будущего, но требует применения других моделей для расчета вероятностей реальности прогнозных траекторий. Рассмотрим детали этой обобщенной схемы.

Вначале строится авторегрессионное уравнение первого порядка

$$\hat{S}_t^{(1)} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-1}, \tag{18}$$

по расчетным значениям которого определяются отклонения

$$\Delta S_{1t} = S_t - \hat{S}_t^{(1)}, \tag{19}$$

используемые в качестве индикатора для определения того, какой была траектория моделируемого процесса на историческом периоде. Если отклонение положительно, то траектория выше условного среднего, и считается высокой, если отрицательно, то траектория ниже условного среднего, и считается низкой. В силу того, что с помощью уравнения (18) в динамике цен выделяются случаи высокой траектории и случаи низкой траектории, т.е. все случаи делятся на два класса, это уравнение будем называть моделью первого уровня дискриминации.

С помощью отклонений (19) формируется переменная, значение которой равно 1, если траектория в соответствии с принятым определением была высокой и равна -1, если траектория была низкой. Формально это правило записывается по аналогии с тем, которое имело место выше,

$$x_{1t} = \begin{cases} +1 & если \quad \Delta S_{1t} \geq 0, \\ -1 & если \quad \Delta S_{1t} < 0. \end{cases} \tag{20}$$

Используя сформированную таким образом переменную, которую в силу ее назначения будем называть дискриминирующей, строится регрессионное уравнение второго уровня дискриминации

$$\hat{S}_t^{(2)} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-1} + \hat{d} x_{1t}. \tag{21}$$

Процедура формирования дискриминирующей переменной повторяется, но с использованием расчетных значений регрессионного уравнения (21), т.е. для всего исторического периода определяются отклонения

$$\Delta S_{2t} = S_t - \hat{S}_t^{(2)}, \tag{22}$$

позволяющие разделить уже выделенные группы случаев на подгруппы, сформировав при этом, как и выше, новую дискриминирующую переменную

$$x_{2t} = \begin{cases} +1 & если \quad \Delta S_{2t} \geq 0, \\ -1 & если \quad \Delta S_{2t} < 0. \end{cases} \tag{23}$$

Если число экстраполяционных вариантов обеспечивает требуемую точность, то процедура их увеличения останавливается на данном шаге, если нет, то осуществляется следующее удваивание вариантов по описанной здесь схеме.

Вопрос определения вероятностей реальности прогнозных вариантов в этом случае осуществляется с помощью эконометрической модели множественного выбора. В этой модели зависимая переменная, как и в случае модели бинарного выбора, является дискретной. В качестве значений этой переменной будем использовать номера прогнозных вариантов. В принципе присвоение номеров прогнозным вариантам может быть произвольным.

Важно только соблюдать правило, по которому каждому номеру ставятся в соответствие только те значения факторов, от которых зависит вероятность предпочтения прогнозного варианта с этим номером. Таким образом, построению эконометрической модели множественного выбора предшествует процедура присвоения номеров прогнозным вариантам. Опишем процедуру построения такой модели для случая, когда число прогнозных вариантов больше двух.

Для простоты описания схемы построения модели множественного выбора проведем для случая, когда будущее описывается с помощью четырех прогнозных вариантов. Присвоение номеров прогнозным вариантам (формирование значений дискретной зависимой переменной) проведем по следующему правилу

$$u_t = \begin{cases} 0, & \text{если } (x_{1t}, x_{2t}) = (\ 1,\ 1) \\ 1, & \text{если } (x_{1t}, x_{2t}) = (\ 1, -1) \\ 2, & \text{если } (x_{1t}, x_{2t}) = (-1,\ 1) \\ 3, & \text{если } (x_{1t}, x_{2t}) = (-1, -1) \end{cases}.$$

В общем случае множество прогнозных вариантов можно нумеровать в произвольном порядке $0, 1, 2, \dots J$. (Нумерация начинается с 0 только с той целью, чтобы было единообразие с моделью бинарного выбора, в которой использовались 0 и 1.)

Вероятность реальности того или иного варианта в рамках этой модели рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{P}(u_t = j / \mathbf{z}_t) = \frac{e^{\mathbf{z}_t \mathbf{b}_j}}{\sum_{k=0}^{J} e^{\mathbf{z}_t \mathbf{b}_k}}, \ j = 0, 1, \dots, J-1. \quad (24)$$

В этой записи для удобства используется расширенный вектор факторных значений $\mathbf{z}_t = (1, \mathbf{z}_t)$. Коэффициенты $\mathbf{b}_j$ для последнего варианта J не оцениваются, а полагаются равными нулю. Это такая особенность построения полиномиальной логит-модели. В соответствии с этой особенностью компьютерные пакеты рассчитывают коэффициенты только для первых J зависимостей $\mathbf{b}_0, \mathbf{b}_1, \dots, \mathbf{b}_{J-1}$, по которым в соответствии с (24) вычисляются вероятности $\mathrm{P}(u_t = 0), \mathrm{P}(u_t = 1), \dots, \mathrm{P}(u_t = J-1)$, а вероятность выбора последнего варианта $\mathrm{P}(u_t = J)$ компьютерной программой не рассчитывается, а должна определяться отдельно путем вычитания из 1 полученных вероятностей.

Для модели с двухуровневой дискриминацией

$$\hat{S}_{t+1}^{(2)} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_{t-1} + \hat{d}_1 x_{1t+1} + \hat{d}_2 x_{2t+1} \quad (25)$$

по аналогии с моделью бинарного выбора можно записать условное математическое ожидание для прогнозных вариантов:

$$\mathrm{E}(S_{t+1}^{(2)} \mid S_t, \mathbf{z}_{t+1}) = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 S_t + (\hat{d}_1 + \hat{d}_2)\mathrm{P}(u_{t+1} = 0) +$$
$$+(\hat{d}_1 + \hat{d}_2)\mathrm{P}(u_{t+1} = 1) + (\hat{d}_1 + \hat{d}_2)\mathrm{P}(u_{t+1} = 2) + (\hat{d}_1 + \hat{d}_2)\mathrm{P}(u_{t+1} = 3). \quad (26)$$

Математическое ожидание является удобным инструментом для анализа ожидаемой кредитоспособности заемщика в зависимости от возможных ситуаций. Если изменяется ситуация, то происходит изменение вероятностей предпочтительности прогнозных вариантов и соответственно изменяется значение математического ожидания, демонстрируя снижение или повышение надежности заемщика.

Математическое ожидание в виде (26) можно обобщить на модели с более высоким уровнем дискриминации. Естественно, выражение окажется более сложным, но вполне обозримым. Для модели с трехуровневой дискриминацией рассмотрению подлежат восемь прогнозных вариантов. Для проведения практических расчетов восемь прогнозных вариантов являются разумным пределом.

Последний вопрос, который следует рассмотреть в рамках методики, касается точности отражения прогнозными вариантами реальной ситуации, которая может иметь место в будущем. Вопрос не простой и его решение нельзя скомпилировать с тех идей, которые заложены в определение точности прогнозных моделей.

Заключение

Формирование многовариантного прогнозного описания потенциальных возможностей заемщика осуществляется с помощью двух моделей. Естественно, для этой цели должны использоваться адекватные модели, демонстрирующие хорошую подгонку к историческим данным. Эта точка зрения поддерживается данным подходом. Но концепция многовариантного описания будущего ориентирована не на точность, а на обеспечение кредиторов наиболее полным представлением о возможном развитии событий в упреждающие моменты времени. Поэтому наиболее важной характеристикой для многовариантного описания будущего является уровень неопределенности, в котором кредиторы вынуждены принимать решение. Как известно, уровень неопределенности оценивается с помощью энтропии. К сожалению, непосредственное использование энтропии не позволяет сделать вывод, который можно было бы использовать при принятии кредитного решения. Поэтому предлагается в качестве критерия использовать коэффициент в виде отношения энтропии прогнозных вариантов к среднему уровню энтропии, который позволяет определить модель на историческом периоде

$$EFI = \frac{-\sum_{k=0}^{J} p_{kT+1} \log_2 p_{kT+1}}{-\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=0}^{J} p_{kt} \log_2 p_{kt}}. \qquad (27)$$

Данный коэффициент может принимать значения больше и меньше единицы. Если значение коэффициента меньше единицы, то уровень неопределенности, в котором кредитор вынужден принимать решение, ориентируясь на многовариантный прогноз, ниже, чем тот, который обеспечивала модель на протяжении всего исторического периода. Если больше единицы, то имеет место прямо противоположная ситуация.

Список источников

1. Борисов А.Н., Воищева О.С., Давнис В.В., Тинякова В.И. *Рейтинговое оценивание в условиях риска.* Москва, Ваш полиграфический партнер, 2012.

2. Давнис В.В. *Адаптивное прогнозирование: модели и методы*. Воронеж, изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997.

3. Давнис В.В., Кирьянчук В.Е., Коротких В.В. Эконометрическое моделирование рейтинговых оценок инвестиционной привлекательности территориальных таксонов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2011, no. 10(22), с. 144-158.

4. Давнис В.В., Коротких В.В. Адаптивное трендовое разложение финансовых временных рядов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2014, no. 10 (58), с. 8-24.

5. Давнис В.В., Коротких В.В. Об использовании двух гипотез при эконометрическом моделировании стохастических процессов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2014, no. 7 (55), с. 30-43.

BORROWERS' RELIABILITY: ALTERNATIVE FORECASTING TECHNIQUES

Endovitsky Dmitry Aleksandrovich, Dr. Sc. (Econ.), Prof.
Endovitskaya Elena Valerevna, Cand. Sc. (Econ.)
Frolov Igor Vladimirovich, graduate student

Voronezh State University, University sq., 1, Voronezh, Russia, 394006;
e-mail: rector@vsu.ru

Purpose: multivariate simulation of the borrower's financial capacity. *Discussion*: the creditworthiness of the borrower depends on many factors, which estimation is not easy. Most credit metrics are based on data for the last period or data on any reporting date. However, these figures are often distorted by inflation. In addition, it is difficult to determine and estimate the value of various factors during creditworthiness simulation. In this regard, the most urgent issue is alternative forecasting techniques, which allow estimating the potential financial stability of clients and thereby adjusting the level of credit risk. *Results*: we present creditworthiness forecasting models, giving a multivariable description of the future with the most comprehensive presentation of possible developments in proactive times.

Keywords: predictive estimate, the creditworthiness of the borrower, model, reliability.

Reference

1. Borisov A.N., Voishcheva O.S., Davnis V.V., Tinyakova V.I. *Rating under Conditions of Risk.* Moscow, Vash Poligraficheskii Partner Publ., 2012. (In Russ.)
2. Davnis V.V. *Adaptive Forecasting: Models and Methods.* Voronezh, Voronezh St. Univ. Publ., 1997. (In Russ.)
3. Davnis V.V., Kiryanchuk V.E., Korotkikh V.V. [Econometric model-building of rating estimations of investment attractiveness of territorial taxons]. *Modern Economics: Problems and Solutions*, 2011, no. 10(22), pp. 144-158. (In Russ.)
4. Davnis V.V., Korotkikh V.V. [Adaptive trend decomposition of financial time series]. *Modern Economics: Problems and Solutions,* 2014, no. 10 (58), pp. 8-24. (In Russ.)
5. Davnis V.V., Korotkikh V.V. On two hypotheses in stochastic processes econometric modeling. *Modern Economics: Problems and Solutions*, 2014, no. 7 (55), pp. 30-43. (In Russ.)