

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

#### 3.1. МОДЕЛЬ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Балахнев Ю.Н., аспирант

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ)*

В статье предложена математическая модель экспресс-анализа кредитоспособности организации использующая количественные и качественные показатели деятельности заемщика. Предлагаемая модель, позволит получить обоснованные точные, а не интервальные оценки количественных и качественных показателей заемщика. Для принятия решения о выдаче кредита, данная модель дает наилучший результат, чем использование внутрибанковской методики.

В начале 1970-х гг. стали применяться различные дискриминантные методики анализа финансового состояния заемщика. Одним из главных преимуществ множественного дискриминантного анализа (МДА) является применение различных взаимосвязанных показателей и коэффициентов, свойственных для идентичных организаций. При использовании данной методики рассчитывается дискриминантная функция  $Z$ , которая включает коэффициенты регрессии и факторы, определяющие финансовое состояние заемщика.  $Z$ -оценка является предупреждающим значением о возможности банкротства организации.

Для применения такой модели требуется репрезентативная выборка организаций по различным отраслям и масштабам деятельности, а для расчета коэффициента регрессии – достаточное число обанкротившихся хозяйствующих субъектов. Наиболее распространенной моделью МДА является модель Альтмана [3, с. 36] из пяти показателей, которая оценивает общее финансовое положение организации. Кроме МДА-моделей использовались упрощенные модели. Так, Бивер [4] добавил к общепринятым финансовым индикаторам коэффициент (отношение чистой прибыли и амортизации к сумме долгосрочных и краткосрочных обязательств). Коэффициент Бивера был получен с помощью одномерного анализа, для него существуют нормативные значения, несоответствие которым сигнализирует о высокой вероятности банкротства.

В течение последующих десятилетий ученые глубоко изучали и совершенствовали множественный дискриминантный анализ, что привело к появлению вероятностных моделей (Логит и Пробит), улучшались модели с помощью математического программного обеспечения и классификационных деревьев. Отличием от  $Z$ -оценки, прогнозирующей совокупное финансовое положение предприятия является модель Чессера [5], которая оценивает более частный аспект – это вероятность несоблюдения организацией – заемщиком установленных условий кредитного договора, под которыми подразумевается полное или частичное погашение в срок платежей по основному долгу и процентам.

В банковской практике Российской Федерации, МДА-модели почти не применяются. Как правило, финансовый показатель, входящий в систему показателей

оценки финансового состояния и превосходящий наиболее оптимальное пороговое значение, добавляет к рейтинговой оценке потенциального заемщика определенный балл. Необходимо отметить, что почти редко принимаются во внимание качественные характеристики деятельности: вид деятельности, деловая репутация, конкурентоспособность продукции и др. Построим новую модель которая, на наш взгляд, может устранить выявленные недостатки и оптимизировать оценку кредитоспособности организации.

Модель экспресс-анализа кредитоспособности организации состоит из следующих этапов:

- процесса принятия решения о кредитовании;
- количественных и качественных показателей для определения размера резерв на возможные потери по ссудам (РВПС) при кредитовании организации.

Для построения математической модели экспресс-анализа кредитоспособности организации требуются качественные и количественные характеристики, полученные на основе анализа бухгалтерской отчетности заемщика: показатели ликвидности активов и баланса; показатели финансовой устойчивости; показатели оборачиваемости; показатели рентабельности.

К качественным характеристикам, необходимым для построения моделей и проведения анализа относят следующие:

- вид деятельности (производство / торговля);
- наличие положительной деловой репутации, кредитной истории (да / нет);
- конкурентоспособность продукции (да / нет);
- прогноз бурного развития отрасли (да / нет);
- большая степень зависимости от решений одного или нескольких собственников (да / нет).

Указанные качественные характеристики заемщика определяются на основе профессионального суждения кредитного инспектора. Для корректного построения моделей и их апробации требуются достоверные количественные данные заемщика. Количественные и качественные характеристики удобно вносить в разработанные таблицы Excel.

Для принятия решения о кредитовании предлагается использовать следующие показатели:

1. решение о выдаче (да / нет);
2. сумма запрашиваемого кредита, тыс. руб.;
3. дата составления бухгалтерской отчетности;
4. внеоборотные активы, тыс. руб.;
5. оборотные активы, тыс. руб.;
6. дебиторская задолженность, тыс. руб.;
7. денежные средства, тыс. руб.;
8. капитал и резервы, тыс. руб.;
9. долгосрочные обязательства, тыс. руб.;
10. краткосрочные обязательства, тыс. руб.;
11. кредиторская задолженность, тыс. руб.;
12. выручка от продажи товаров, работ, услуг (за минусом налога на добавленную стоимость (НДС), акцизов), тыс. руб.;
13. валовая прибыль, тыс. руб.;
14. прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.;
15. прибыль (убыток) до налогообложения, тыс. руб.;
16. вид деятельности (производство / торговля);
17. наличие положительной деловой репутации (да / нет);
18. конкурентоспособность продукции (да / нет);
19. прогноз бурного развития отрасли (да / нет);
20. большая зависимость от одного или нескольких собственников (да / нет).

Для модели необходимы показатели пп. 2-20, а также величина расчетного резерва на возможные потери (в процентах от суммы основного долга по ссуде). Минимальное значение наблюдений (анализируемых заемщиков), которое необходимо для построения моделей, – 100, при этом требуются достоверные данные заемщика без случайного проставления характеристик (иначе в рамках модели возможно получение незначимых коэффициентов или коэффициентов с неправильным по экономическому содержанию знаком). При формировании базы данных в таблицу Excel следует вносить сведения только тех заемщиков, причиной отказа которым явились неудовлетворительные характеристики их деятельности. Не следует включать заемщиков, которые по своему желанию отказались от дальнейшего рассмотрения кредитной заявки и у которых банк не нашел достаточного обеспечения.

В модели выступает качественная переменная (решение о выдаче кредита), принимает только два значения: не выдать или выдать кредит, ноль или единица.

Пусть  $x_i$  – вектор-столбец наблюдаемых показателей по  $i$ -му заемщику,  $b$  – вектор-столбец оценок этих показателей. Тогда для моделирования значений вероятности  $P(y_i = \text{«выдать кредит»})$  подбирают функции, область значений которых определяется отрезком  $[0; 1]$ ,  $F(x_i; b)$  играет роль аргумента этой функции, т.е.  $P(y_i = \text{«выдать кредит»})$ , в результате получается уравнение:

$$P(y_i = 1) = F(x_i; b). \tag{1}$$

где  $P$  – вероятность выдачи кредита надежному заемщику;

$y_i$  – вектор-столбец, состоящий из нуля (в случае невыдачи кредита) и единицы (в случае выдачи кредита);

$x_i$  – вектор-столбец наблюдаемых показателей по  $i$ -му заемщику;

$b$  – вектор-столбец оценок этих показателей;

$i = 1, \dots, N, N$  – количество кредитных заявок потенциальных заемщиков.

Функция  $F$  должна быть непрерывной, неубывающей функцией. Наиболее часто в качестве функции  $F$  используют:

- функцию стандартного нормального распределения (Пробит-модель);
- функцию логистического распределения (Логит-модель):

$$F(u) = \Lambda(u) = \frac{e^u}{1 + e^u}. \tag{2}$$

Выбор этих распределений неслучаен: логистическое распределение удобно на практике для расчета коэффициентов; согласно же центральной предельной теореме, если случайная величина  $u$  представляет собой сумму большого числа независимых случайных величин, то случайная величина  $\Lambda$  имеет распределение, близкое к нормальному.

Для получения модели экспресс-анализа кредитоспособности организации, найдем параметры  $b$  модели с использованием метода максимального правдоподобия. Наблюдения  $y_1, y_2, \dots, y_n$  независимы (независимы заемщики). С учетом того, что  $y_i$  принимает

значения ноль или единица, функция правдоподобия имеет следующий вид:

$$L = L(y_1, \dots, y_n) = \prod_{y_i=0} (1 - F(x_i; b)) \prod_{y_i=1} F(x_i; b). \tag{3}$$

Логарифмируя, получаем выражение логарифма функции правдоподобия:

$$L = \sum_i [y_i \ln F(x_i; b) + (1 - y_i) \ln(1 - F(x_i; b))] \tag{4}$$

Для нахождения максимума логарифмической функции правдоподобия необходимо выполнение следующего условия:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial b} = 0. \tag{5}$$

Отсюда получаем уравнение:

$$\frac{\partial L}{\partial b} = \sum_i \left( \frac{y_i f(x_i; b)}{F(x_i; b)} - \frac{(1 - y_i) f(x_i; b)}{1 - F(x_i; b)} \right) x_i = 0. \tag{6}$$

Уравнение (6) при использовании стандартного нормального распределения и логистического распределения нелинейно относительно  $b$ , и для его решения применим эконометрический пакет (decision time). В результате получим модель экспресс-анализа кредитоспособности организации-заемщика, а также оценки коэффициентов, входящих в модель. Эти коэффициенты показывают, насколько увеличивается вероятность выдачи кредита при изменении одной из характеристик заемщика при прочих равных. При обращении заемщика с кредитной заявкой в банк следует ввести количественные и качественные показатели его деятельности в предлагаемую модель. Если в результате применения данной модели вероятность  $P > 0,5$ , банку следует принять положительное решение о кредитовании заемщика.

Для обоснования возможности использования модели экспресс-анализа кредитоспособности организации в качестве инструмента формализованной оценки риска необходимо с помощью множественной регрессии построить матричную форму записи. Основная цель множественного регрессионного анализа – построить модель с большим числом факторов, определив при этом влияние каждого из них в отдельности. Качество предлагаемой модели оценим обратным тестированием результатов модели, используя исторические данные (за один год и более). Для этого обозначим  $i$ -е наблюдение зависимой переменной  $y_i$ , а объясняющих переменных  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$ . Тогда модель можно

представить в виде:

$$y_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_p x_{ip} + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n, \tag{7}$$

где

$n$  – количество наблюдений;

$p$  – количество факторов;

ошибка  $\varepsilon_i$  удовлетворяет предпосылкам: математическое ожидание ошибки равно нулю, дисперсия постоянна для любого  $i$  (условие гомоскедастичности), ошибки  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$  не коррелированы.

Удобна матричная форма записи, которую можно рассматривать как систему уравнений.

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \dots \\ b_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \quad y = xb + \varepsilon. \quad (8)$$

Применяя метод наименьших квадратов, получаем, что решением является вектор-столбец:

$$b = (x'x)^{-1} x'y. \quad (9)$$

Теорема Гаусса – Маркова утверждает, что при выполнении указанных предпосылок для ошибок оценка, полученная методом наименьших квадратов по формуле (9), является наиболее эффективной, т.е. обладает наименьшей дисперсией в классе линейных несмещенных оценок. Можно принять тот факт, что ошибки в модели не коррелированы (в силу независимости заемщиков) и имеют математическое ожидание, равное нулю. Однако гомоскедастичность не очевидна. На практике дисперсии ошибок редко равны постоянной величине. Поэтому при построении этой модели возникает вопрос о тестировании на гетероскедастичность.

Из возможных тестов будет применен тест Уайта [4, с. 24], так как он проверяет взаимосвязи без использования каких-либо предположений относительно структуры гетероскедастичности. В случае обнаружения непостоянной дисперсии ошибки в модели будут пересчитаны в стандартные в форме Уайта, что позволит получить состоятельную оценку матрицы ковариации оценок коэффициентов регрессии.

На основе этой модели возможно построение трех ее вариантов:

1. Основной вариант модели.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p$$

Характеристики нового заемщика подставляются в модель, определяется расчетный резерв  $y$ .

Интерпретация коэффициентов: коэффициент  $b_i$  показывает, насколько (при прочих равных) увеличивается размер расчетного резерва при увеличении переменной  $x_i$  на единицу;

2. Модель с эластичностью объясняющих переменных.

$$y = b_0 + b_1 \ln(x_1) + b_2 \ln(x_2) + \dots + b_p \ln(x_p)$$

Интерпретация коэффициентов: коэффициент  $b_i$  показывает, насколько (при прочих равных) увеличивается размер расчетного резерва при увеличении переменной  $x_i$  на 1%;

3. Модель с эластичностью.

$$\ln y = b_0 + b_1 \ln(x_1) + b_2 \ln(x_2) + \dots + b_p \ln(x_p)$$

Интерпретация коэффициентов: коэффициент  $b_i$  показывает, на сколько процентов (при прочих равных) увеличивается размер расчетного резерва при увеличении переменной  $x_i$  на 1%.

## ВЫВОДЫ

Анализ работы показал, что в предлагаемой модели, коэффициенты оценки определяют насколько увеличивается вероятность выдачи кредита при изменении одной из характеристик заемщика. Обосновывая возможность использования модели в качестве инструмента формализованной оцен-

ки кредитоспособности с помощью множественной регрессии, была создана матричная форма записи, которая позволяет более точно определять уровень риска. Для построения уравнения логарифмической функции правдоподобия использовался эконометрический пакет (decision time). По тем заемщикам, которые допускают просрочку платежей, результат модели в 90% наблюдений показывает отказ в выдаче заемных средств. Данная модель определения кредитоспособности заемщика позволяет существенно сэкономить время по сравнению с моделью экспертной оценки, которая применяется в банке.

## Литература

1. Магнус Я.Р. и др. Эконометрика. Начальный курс [Текст] / Я.Р. Магнус, П.К. Катывшев, А.А. Пересецкий. – М. : Дело, 2010.
2. Остапенко В.В. Динамическое моделирование экономических объектов [Текст] / В.В. Остапенко. – Казань : Фэн, 2011.
3. Altman E.I., Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy // Journal of finance. 1968. September. Pp. 589-609.
4. Beaver W. Financial ratios as predictors of failure / W. Beaver // Journal of accounting research. 1966. №4.
5. Chesser D. Predicting loan noncompliance / D. Chesser // Journal of commercial bank lending. 1974. №56.
6. H. White: New perspectives in econometric theory: the selected works of Halbert White. 2004. Vol. 2. Cheltenham: Edward Elgar, 2004.

## Ключевые слова

Математическая модель; дискриминантный анализ; предприятие; экономико-математическое моделирование; прогноз; эффективность; оптимизация; кредит; заемщик.

*Балахнев Юрий Николаевич*

## РЕЦЕНЗИЯ

В статье описывается модель по оценке кредитоспособности заемщика с учетом количественных и качественных характеристик. Автор на основе 19 отобранных факторов строит логистическую модель (логит-модель).

Научное исследование, отраженное в статье, является актуальным, так как рассматривает проблему оценки кредитоспособности заемщика, с чем постоянно связаны банки. Предлагаемая модель основана на реальных статистических данных, которая действительно позволяет существенно сэкономить время и получить точные данные с использованием количественных и качественных показателей при осуществлении анализа кредитоспособности организации.

Степень разработки темы, обусловлена глубоким анализом статистических и математических данных, размещенных в учебных изданиях и глобальной сети, позволяет говорить о практической значимости исследования. Материал, представленный в статье, хорошо систематизирован и содержит научную новизну. Применяемые автором в процессе исследования научные, теоретические и экспериментальные методы соответствуют современным достижениям науки и практики.

В использовании научной терминологии не отмечается ошибок и неточностей. Оформление статьи соответствует требованиям научного стиля и не требует существенной правки. Выводы, сформулированные автором, обоснованы и не нуждаются в дополнениях.

Научная статья Балахнева Ю.Н «Модель экспресс-анализа кредитоспособности организации» может быть рекомендована к публикации.

*Суходоева Л.Ф., к.э.н, доцент, зав. кафедрой «Коммерция» Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского*