

Д. В. Паршуков, Г. В. Миронов

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА БАНКРОТСТВА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Рассмотрена система построения модели для оценки риска банкротства сельскохозяйственных предприятий Красноярского края. Проведен факторный и дискриминантный анализ данных.

Ключевые слова: факторы, дискриминантные функции, древовидная иерархия, агрегирование, функции принадлежности.

Мировой финансовый кризис и, как следствие, нестабильность на финансовых рынках вызвали резкое увеличение числа случаев банкротства предприятий на фоне замедления и даже падения экономического роста. В связи с этим для обеспечения стабильного функционирования предприятия необходимо проводить раннюю диагностику на предмет возможного банкротства в будущем. Это обуславливает высокую актуальность разработки эффективной модели оценки риска банкротства, которая позволила бы своевременно прогнозировать кризисные ситуации на российских предприятиях. Цель данной работы – построить модель оценки риска банкротства для сельскохозяйственных предприятий Красноярского края.

Построение модели предполагает последовательную реализацию ряда этапов:

1 этап. Определение набора финансовых коэффициентов для дальнейшего анализа, определение классов финансового состояния, составление лингвистических характеристик.

2 этап. Снижение размерности набора коэффициентов посредством метода главных компонент и построение иерархии факторов.

3 этап. Построение дискриминантных функций для выделенных на втором этапе главных компонент.

4 этап. Составление агрегированной матрицы для распознавания уровней на стандартном 01-классификаторе.

5 этап. Свертка по узлам иерархии для оценки принадлежности предприятия к определенным на первом этапе классам.

На *первом этапе* сформируем три группы предприятий: финансово-стабильные предприятия (третий класс), финансово-неустойчивые предприятия (второй класс), финансово-кризисные предприятия (первый класс). Далее сформируем массив данных из двадцати трех финансовых показателей, таких как показатели рентабельности, платежеспособности, деловой активности, которые характеризуют различные аспекты финансовой деятельности сельскохозяйственных предприятий [1]. Модель строилась по данным 2006–2007 гг. Проверка модели производилась по данным за 2008 г.

Сформируем так называемую лингвистическую переменную «Уровень фактора» [2] с терм-множеством значений L вида:

$$L = \{\text{низкий уровень (Н),}\br/>
\text{средний уровень (С), высокий уровень (В)}\}. \quad (1)$$

Введем критерий F_0 – уровень финансовой состоятельности и платежеспособности. Лингвистическая харак-

теристика – это качественное описание состояния предприятия с позиции F_0 . Зададим следующие лингвистические характеристики:

– уровень показателя F_0 «низкий» – предприятие принадлежит к классу финансово-кризисных предприятий (класс первый);

– уровень показателя F_0 «средний» – предприятие принадлежит к классу финансово-неустойчивых предприятий (класс второй);

– уровень показателя F_0 «высокий» – предприятие принадлежит к классу финансово-устойчивых предприятий (класс третий);

– предприятие принадлежит к классу финансово-кризисных предприятий – риск банкротства «высокий»;

– предприятие принадлежит к классу финансово-неустойчивых предприятий – риск банкротства «средний»;

– предприятие принадлежит к классу финансово-устойчивых предприятий – риск банкротства «низкий».

Второй этап – отбор на основе факторного анализа (с предварительным анализом на мультиколлинеарность) факторов, обуславливающих наибольший вклад в дисперсию результирующего показателя F_0 , характеризующего факт банкротства предприятия через лингвистические характеристики. Описание алгоритма факторного анализа приведено в [2].

По алгоритму факторного анализа были выделены следующие факторы.

Фактор 1: $k1$ – коэффициент покрытия запасов; $k2$ – собственные оборотные средства в покрытии запасов; $k3$ – рентабельность оборотных активов; $k4$ – доля собственных оборотных средств в активах; $k5$ – доля запасов в оборотных активах.

Первый фактор включает в себя показатели, характеризующие использование работы оборотных активов и запасов на предприятии. В качестве краткой характеристики можно его назвать показателем покрытия оборотных активов.

Фактор 2: $k6$ – коэффициент соотношения заемных и собственных средств; $k7$ – коэффициент финансовой зависимости; $k8$ – коэффициент маневренности собственного капитала; $k9$ – период окупаемости собственного капитала.

Фактор под номером два включает показатели, характеризующие использование собственного капитала на предприятии.

Фактор 3: $k10$ – коэффициент концентрации собственного капитала; $k11$ – коэффициент концентрации

заемного капитала; $k12$ – коэффициент рентабельности активов; $k13$ – коэффициент общей рентабельности.

Третий фактор объясняет рентабельность предприятия относительно концентрации капитала. Обозначим его фактором рентабельности.

Фактор 4: $k14$ – коэффициент абсолютной ликвидности; $k15$ – коэффициент быстрой ликвидности; $k16$ – коэффициент текущей ликвидности; $k17$ – рентабельность производства.

Фактор включает в себя показатели ликвидности и показатель рентабельности производства. В качестве краткой характеристики можно его назвать показателем платежеспособности.

Чтобы определить значимость факторов, рассмотрим табл. 1.

Пусть знак « $\approx$ » показывает безразличие между двумя факторами, т. е. два фактора равно значимые, знак « $\}$ » – предпочтение одного фактора другому, т. е. один из факторов более значим, чем другой, для корневого элемента иерархии (F_0). Совокупность символов и факторов образует систему отношений предпочтений. В нашем случае, данная система выглядит следующим образом:

$$\Phi = \{F_1 \} F_2 \approx F_3 \} F_4\} \quad (2)$$

и задается по результатам факторного анализа. Сравняется вклад каждого из факторов в общую сумму дисперсии признаков следующим образом: если $\Pi_i > \Pi_{i+1}$ более чем на 10 %, то $F_i \} F_{i+1}$, если $\Pi_i > \Pi_{i+1}$ менее чем на 10 %, то $F_i \approx F_{i+1}$, где Π_i – процент объясненной дисперсии каждым фактором (или вклад фактора в общую сумму дисперсии); i – порядковый номер фактора (так Π_1 – процент объясненной дисперсии первым фактором) [2].

Построим древовидную иерархию из данных факторов (рис. 1).

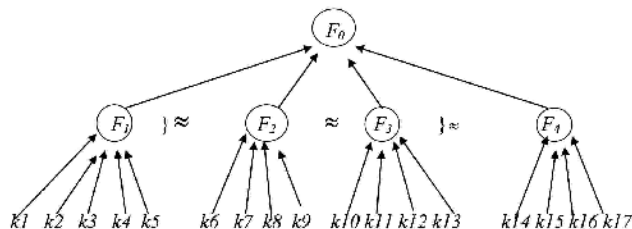


Рис. 1. Древовидная иерархия факторов

В нашем случае на основании выражения (2) и метода Фишберна [3] имеем весовые коэффициенты $\left(\frac{3}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}\right)$ для факторов F_1, F_2, F_3, F_4 соответственно.

Теперь необходимо оценить принадлежность предприятия к одному из классов по каждому из факторов

(F_1, F_2, F_3, F_4). Для этого сформируем на основе показателей, отобранных с помощью указанных выше процедур, оценки принадлежности к одной из групп финансовой состоятельности по каждому фактору. Это будет *третий этап* построения модели. Для каждого фактора по показателям, его определяющим, строим функцию, обладающую наилучшей прогностической способностью. В качестве данной функции будет выступать линейная дискриминантная функция. Для ее построения проведем дискриминантный анализ (табл. 2) [2]. По его результатам у нас получились следующие функции:

$$F_1 = -0,14 \cdot k1 - 0,055 \cdot k2 + 0,441 \cdot k3 + 1,534 \cdot k4 - 1,667 \cdot k5 + 2,462, \quad (3)$$

$$F_2 = -0,713 \cdot k6 + 0,738 \cdot k7 - 0,88 \cdot k8 + 1,658 \cdot k9 - 0,08, \quad (3a)$$

$$F_3 = -0,063 \cdot k10 - 0,139 \cdot k11 + 0,912 \cdot k12 + 2,044 \cdot k13 + 0,802, \quad (3б)$$

$$F_4 = 0,071 \cdot k14 - 0,008 \cdot k15 + 0,462 \cdot k16 + 3,339 \cdot k17 - 1,014. \quad (3в)$$

Судя по значениям коэффициента корреляции (езде больше 0,5), корреляция удовлетворительная. Значимость p для всех функций меньше 0,001, что указывает на значимое различие средних значений каждой функций для каждого из классов. Высокие собственные значения (больше единицы) указывают на «хорошие» (удачно подобранные) дискриминантные функции.

Рассчитаем средневзвешенные значения между центроидами для функций факторов и получим интервалы принадлежности к классам (табл. 3, 4).

Получив интервалы принадлежности для факторов и функции для расчета их количественного значения, можно производить свертку по узлам иерархии. Для лингвистической переменной «Уровень фактора» с терм-множеством значений L вида (1) и иерархии факторов в качестве семейства функций принадлежности будет выступать стандартный трехуровневый 01-классификатор (СНК) [3], где функции принадлежности – трапециевидные треугольные числа (рис. 2):

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x \leq 0,2, \\ 5(0,4 - x), 0,2 \leq x \leq 0,4, \\ 1, 0,4 \leq x \leq 1, \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x \leq 0,2, \\ 5(x - 0,2), 0,2 \leq x \leq 0,4, \\ 1, 0,4 \leq x \leq 0,6, \\ 5(0,8 - x), 0,6 \leq x \leq 0,8, \\ 0, 0,8 \leq x \leq 1, \end{cases} \quad (4a)$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x \leq 0,6, \\ 5(x - 0,6), 0,6 \leq x \leq 0,8, \\ 1, 0,8 \leq x \leq 1. \end{cases} \quad (4б)$$

Таблица 1

Объясненная суммарная дисперсия

Факторы	Первичные собственные значения		
	Сумма	Процент дисперсии (Π)	Совокупный процент, %
1	6,676	29,026	29,026
2	4,006	17,417	46,444
3	3,178	13,818	60,261
4	1,833	7,967	68,229

Примем $F_0 = x$, и везде в выражениях (4) x – это 01–носитель (отрезок $[0, 1]$ вещественной оси).

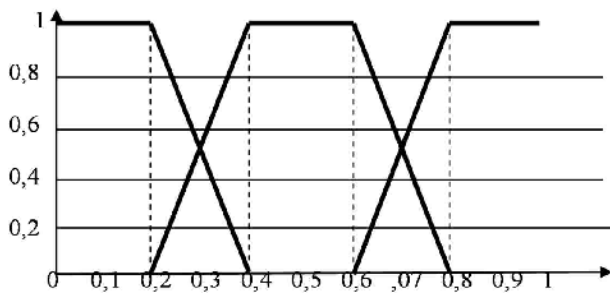


Рис. 2. Система трапецевидных функций принадлежности на 01-носителе

Стандартный классификатор осуществляет проекцию нечеткого лингвистического описания на 01-носитель, при этом делает это непротиворечивым способом, симметрично располагая узлы классификации (0,1; 0,5; 0,9). В

этих узлах значение соответствующей функции принадлежности равно единице, а всех остальных функций – нулю. Неуверенность эксперта в классификации убывает (возрастает) линейно с удалением от узла (с приближением к узлу, соответственно); при этом сумма функций принадлежности во всех точках носителя равна единице.

Показатель F_0 рассчитаем посредством матричной свертки:

$$F_0 = PMV = (p_1 \ p_2 \ \dots \ p_n) \times \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,1 \\ 0,5 \\ 0,9 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где P – вектор коэффициентов факторов $\left(\frac{3}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}\right)$; $\begin{pmatrix} 0,1 \\ 0,5 \\ 0,9 \end{pmatrix}$ – вектор вершин трапецевидных чисел СНК; M –

Таблица 2

Статистические выкладки для дискриминантных функций

Функция	Собственное значение	% дисперсии	Совокупный %	Каноническая корреляция	Лямбда Уилкса	Хи-квадрат	Значимость p
Для F_1	1,431	94,8	94,8	0,767	0,382	32,758	,000
Для F_2	3,316	95,6	95,6	0,877	0,201	55,403	,000
Для F_3	2,022	89,9	89,9	0,818	0,269	45,249	,000
Для F_4	3,463	96,7	96,7	0,881	0,200	55,467	,000

Таблица 3

Функции групповых центроидов

Группа	Функция в групповых центроидах			
	Для F_1	Для F_2	Для F_3	Для F_4
3 класс	1,409	2,324	1,856	2,641
2 класс	,333	–2,211	,014	–,725
1 класс	–1,286	–,223	–1,402	–1,482

Таблица 4

Интервалы принадлежности по дискриминантным функциям факторов

Интервал значения	Классификация уровня параметра	Риск банкротства по каждому из факторов
Для F_1		
$F_1 < -0,476 \ 5$	Класс первый	Высокий
$-0,476 \ 5 < F_1 < 0,871$	Класс второй	Средний
$0,871 < F_1$	Класс третий	Низкий
Для F_2		
$-1,217 < F_2 < 1,050 \ 5$	Класс первый	Высокий
$F_2 < -1,217$	Класс второй	Средний
$1,050 \ 5 < F_2$	Класс третий	Низкий
Для F_3		
$F_3 < -0,694$	Класс первый	Высокий
$-0,694 < F_3 < 0,935$	Класс второй	Средний
$0,935 < F_3$	Класс третий	Низкий
Для F_4		
$F_4 < -1,103 \ 5$	Класс первый	Высокий
$-1,103 \ 5 < F_4 < 0,958$	Класс второй	Средний
$0,958 < F_4$	Класс третий	Низкий

матрица принадлежности; γ – это принадлежность предприятия к одному из классов по каждому фактору по выражениям (3), (3а)–(3в). Если, например, по F_1 из выражения (3) предприятие принадлежит к первому классу, то элемент γ_{11} равен единице, а остальные элементы первой строки равны нулю. Тем же образом формируются остальные строки матрицы.

Расчетное значение сопоставим с табличными данными и оценим вероятность банкротства по лингвистическим характеристикам (табл. 5).

Результатом является лингвистическое описание степени риска банкротства предприятия и (дополнительно) степень уверенности эксперта в правильности распознавания, тем самым вывод о степени риска имеет не только лингвистическую форму, но и характеристику качества утверждений.

Построение модели для оценки риска банкротства предприятия завершено. Рассмотрим *расчетный пример*.

Для предприятия ГПК «Бородинское» Рыбинского района, которое находилось в классе финансово-неустойчивых предприятий, но данные по этому предприятию не принимали участия в построении модели (табл. 6), рассчитаем значение факторов по формулам (3) на основании данных табл. 2.

Получаем по формулам (3), (3а)–(3в) $F_1 = -0,5$ – класс первый; $F_2 = -1,6$ – класс второй; $F_3 = -0,22$ класс второй; $F_4 = -0,32$ – класс второй;

$$F_0 = PMV = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 & 1 \\ 8 & 4 & 4 & 8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.5 \\ 0.9 \end{pmatrix} = 0,35.$$

По табл. 5 получаем, что предприятие с вероятностью $5(0,4-0,35) = 0,25$ принадлежит к первому классу и вероятностью $1 - 0,25 = 0,75$ ко второму классу. Предприятие характеризуется неудовлетворительным уровнем покрытия оборотных средств и запасов (по фактору $F_1 = -0,5$ принадлежит к первому классу), неэффективным использованием собственных средств, неудовлетворительной рентабельностью и платежеспособностью (по факторам F_1 , F_3 и F_4 принадлежит ко второму классу). Риск банкротства в ближайший период расценивается как средний.

По финансовым данным сельскохозяйственных предприятий, предоставленных Агентством сельского хозяйства Красноярского края, мы рассчитали значение показателя F_0 для десяти предприятий из каждого класса на следующий год и сравнили с первоначальной классификацией. Точность полных совпадений составила 85,2 %, т. е. когда предприятия, с вероятностью, равной единице, принадлежали к классу в соответствии с первоначальной классификацией. Не было зафиксировано ни одного случая, когда предприятие, принадлежавшее к классу финансово-кризисных предприятий (первый класс), по результатам анализа переходило в третий класс (финансово-устойчивые предприятия), что говорит о применимости модели для оценки риска банкротства.

Предложенная модель оценки риска банкротства может использоваться как эффективное дополнение к методам оценки финансового состояния предприятий, что позволит их финансовым службам проводить постоянный мониторинг на предмет возможного банкротства и, что особенно важно в условиях экономической неста-

Таблица 5

Классификация уровня F_0 на основе СНК

Интервал значения F_0	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности), значение $\times 100\%$
$0 \leq F_0 \leq 0,2$	Низкий	1
$0,2 < F_0 < 0,4$	Низкий	$\mu_1 = 5(0,4 - F_0)$
	Средний	$1 - \mu_1 = \mu_2$
$0,4 \leq F_0 \leq 0,6$	Средний	1
$0,6 < F_0 < 0,8$	Средний	$\mu_2 = 5(0,8 - F_0)$
	Высокий	$1 - \mu_2 = \mu_3$
$0,8 \leq F_0 \leq 1$	Высокий	1

Таблица 6

Данные бухгалтерской отчетности

Показатель	Тыс. руб.	Показатель	Тыс. руб.	Показатель	Тыс. руб.	Показатель	Тыс. руб.
Выручка	16 028	Запасы	12 552	Баланс	36 937	Долгосрочные обязательства	2 023
Себестоимость	17 686	Долгосрочная дебиторская задолженность	1 967	Уставной капитал	100	Займы и кредиты	6 298
Прибыль до налогообложения	-1 658	Краткосрочная дебиторская задолженность	514	Добавочный капитал	45 606	Кредитная задолженность	36 110
Основные средства	20 132	Денежные средства	100	Чистая прибыль	-53 200	Краткосрочные обязательства	42 408
Внеоборотные активы	20 132	Оборотные средства	16 508	Капиталы и резервы	-7 494	Пассив	36 937

бильности, своевременно разработать пакет антикризисных мероприятий.

Библиографические ссылки

1. Гиляровская Л. Т. Экономический анализ : учебник для вузов / под ред. Л. Т. Гиляровской. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

2. Дубров А. М., Трошин Л. И., Мхитарян В. С. Многомерные статистические методы : учебник. М. : Финансы и статистика, 2000.

3. Недосекин А. О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний. СПб. : Сезам, 2002. [Электронный ресурс]. URL: http://sedok.narod.ru/sc_group.html#book_2.

D. V. Parshukov, G. V. Mironov

THE MODEL RISK ASSESSMENT OF BANKRUPTCY FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES OF KRASNOYARSK TERRITORY

In this work we consider the algorithm of development of a bankruptcy risk assessment model to be applied to agricultural firms of Krasnoyarsk Territory, which involves factorial and discriminatory analysis of relevant data.

Keywords: factors, discriminators, tree-type hierarchy, aggregation, membership functions.

© Паршуков Д. В., Миронов Г. В., 2010