
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ

Юрий Зайченко, Светлана Рогоза, Владимир Столбунов

Аннотация: Рассмотрена проблема анализа риска банкротства предприятий. Изложен классический метод дискриминантного анализа риска банкротств, предложенный Е. Альтманом, проанализированы его достоинства и недостатки. Дается оценка возможности его применения в Украине. Далее излагается нечетко-множественный подход к оценке риска банкротства. Наконец, описан предложенный метод оценки риска банкротства предприятий на основе использования нечетких нейросетей с различными алгоритмами нечеткого вывода. Приводятся результаты сравнительного анализа различных методов в задаче оценки риска банкротства.

Ключевые слова: риск банкротства, метод Альтмана, нечетко-множественный метод, нечеткие нейронные сети, Мамдани, Цукамото, ANFIS

ACM Classification Keywords: H.4.2. Information system Applications: Types of Systems: Decision Support

Conference topic: Knowledge- Dialogue-Solution"KDS-2008, Uzhgorod, Ukraine, 2008

Введение

Одной из актуальных проблем, связанных со стратегическим менеджментом и планированием является анализ финансового состояния и оценка риска банкротства предприятия (корпорации).

Своевременное выявление признаков возможного банкротства позволяет руководству принимать срочные меры по исправлению финансового состояния и снижению риска банкротства.

В настоящее время существует несколько общепризнанных методов и методик оценки риска банкротства. Наиболее известной и широко применяемой является методика профессора Альтмана [Altman, 1968].

Z- модель Альтмана представляет собой статистическую модель, которая на основе оценки показателей финансового состояния и платежеспособности компании позволяет оценить риска банкротства и разделить хозяйственные субъекты на потенциальных банкротов и небанкротов. Вместе с тем модель Альтмана имеет ряд недостатков, и ее применение для экономики Украины сопряжено с определенными трудностями. Поэтому в последние годы разрабатываются альтернативные подходы и методы, учитывающие специфику анализа и принятия решений в условиях неопределенности. К их числу относятся аппарат нечетких множеств и нечеткие нейронные сети.

Целью настоящей работы является анализ эффективности применения различных методов и подходов к оценке риска банкротства предприятий применительно к экономике Украины.

Модель Альтмана

Модель Альтмана построена с использованием аппарата мультипликативного дискриминантного анализа (МДА), который позволяет подобрать такие показатели, дисперсия которых между группами была бы максимальной, а внутри группы минимальной. В данном случае классификация проводилась по двум группам компаний одни из которых позднее обанкротились, а другие, наоборот, смогли выстоять и упрочить свое финансовое положение.

В результате МДА построена модель Альтмана (Z-счет), имеющая следующий вид [Altman, 1968]:

$$Z=1.2 K_1 +1.4 K_2 +3.3 K_3+0.6 K_4+2.0 K_5$$

где K_1 = собственный оборотный капитал/ сумма активов;

K_2 = перераспределенная прибыль/ сумма активов;

K_3 = прибыль до уплаты процентов/ сумма активов;

K_4 = рыночная стоимость собственного капитала/ стоимость заемного капитала;

K_5 = объем продаж/ сумма активов;

В результате подсчета Z – показателя для конкретного предприятия делается заключение :

если $Z < 1,81$ – очень высокая вероятность банкротства;

если $1,81 \leq Z \leq 2,7$ – высокая вероятность банкротства;

если $2,7 \leq Z \leq 2,99$ –возможно банкротство;

если $Z \geq 30$ – вероятность банкротства крайне мала.

Модель Альтмана дает достаточно точный прогноз вероятности банкротства с временным интервалом 1-2 года.

Примером применения модели Альтмана являются результаты исследований самим автором модели 86 компаний- банкротов в период 1969 – 1975 р.р., 110 компаний банкротов в период 1976 – 1995 р.р. и 120 обанкротились в период 1997 – 1999 годы. Используя пороговое значение 2,675, точность применения метода была в диапазоне от 82% до 96%. При повторном тесте модели, который базировался на одном финансовом периоде у, точность была в пределах 80-90%. [Altman, 1983].

Слабая сторона модели Альтмана состоит в том, что модель является чисто эмпирической, подогнанной по выборке, и не имеет под собой самостоятельной теоретической базы. Кроме того, приведенные коэффициенты должны определяться для различных отраслей промышленности и будут естественно, различаться.

В экономике Украины модель Альтмана пока не получила широкого применения по следующим причинам:

- 1) требуется вычисление соответствующих коэффициентов при показателях K_i , $i=1,5$, которые, естественно, отличаются от их значений для зарубежных стран;
- 2) информация о финансовом состоянии анализируемых предприятий, как правило, недостоверна, руководство ряда предприятий «сознательно» подправляет свои показатели в финансовых отчетах, что делает невозможным найти достоверные оценки коэффициентов в Z- модели.

Поэтому задача оценки вероятности риска банкротства должна решаться в условиях неопределенности, неполноты исходной информации, и для ее решения предлагается использовать адекватный аппарат принятия решений – нечеткие множества и нечеткие нейронные сети (ННС).

Нечетко-множественный метод оценки риска банкротства

Рассмотрим матричный метод прогнозирования банкротства корпораций, предложенный доктором эконом. наук О.А. Недосекиным [Недосекин].

1. Эксперт строит лингвистическую переменную со своим терм-множеством значений. Например, «Уровень менеджмента» может иметь следующее терм-множество значений «Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень высокий».

2. Для того, чтобы конструктивно описать лингвистическую переменную, эксперт выбирает соответствующий количественный признак – например, сконструированный специальным образом показатель уровня менеджмента, который принимает значения от нуля до единицы.
3. Далее эксперт каждому значению лингвистической переменной которая по построению является нечетким подмножеством значений интервала $[0,1]$, ставит в соответствие функцию принадлежности того или иного нечеткого множества. Как правило, это трапецеидальная функция принадлежности. Верхнее основание трапеции соответствует полной уверенности эксперта в правильности классификации, а нижнее – уверенности в том, что никакие иные значения интервала $[0,1]$ не попадают в выбранное нечеткое множество. (см. рис.1.)

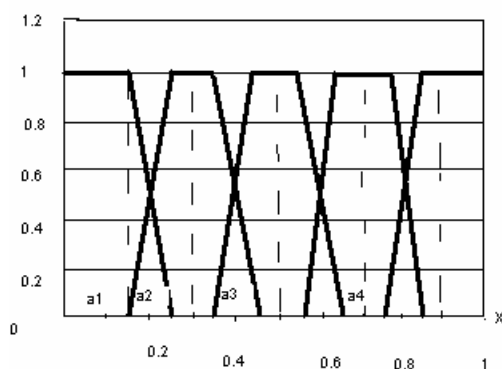


Рис.1. Трапецеидальная функция принадлежности

На этом описание лингвистических переменных заканчивается.

Нечетко-множественный метод, известный также, как матричный метод, состоит из следующих этапов:

Этап 1 (Лингвистические переменные и нечеткие множества)

а. Лингвистическая переменная **Е «Состояние предприятия»** имеет пять значений

E_1 – нечеткое подмножество состояний «предельного неблагополучия»;

E_2 – нечеткое подмножество состояний "неблагополучия";

E_3 – нечеткое подмножество состояний "среднего уровня";

E_4 – нечеткое подмножество состояний "относительного благополучия";

E_5 – нечеткое подмножество состояний "предельное благополучие".

б. Соответствующая переменной **Е** лингвистическая переменная **Г «Риск банкротства»** также имеет 5 значений:

G_1 – нечеткое подмножество состояний "предельный риск банкротства",

G_2 – нечеткое подмножество состояний "степень риска банкротства высокая",

G_3 – нечеткое подмножество состояний " степень риска банкротства средняя",

G_4 – нечеткое подмножество состояний « низкая степень риска банкротства»,

G_5 – нечеткое подмножество состояний "риск банкротства незначительный".

Носитель множества **Г** – показатель степени риска банкротства g – принимает значения от нуля до единицы по определению.

в. Для отдельного финансового показателя или показателя управления X_i задаем лингвистическую переменную V_i «уровень показателя X_i » на следующем терм-множестве значений:

V_{i1} - подмножество "очень низкий уровень показателя X_i ",

V_{i2} - подмножество "низкий уровень показателя X_i ",

V_{i3} - подмножество "средний уровень показателя X_i ",

V_{i4} - подмножество "высокий уровень показателя X_i ",

V_{i5} - подмножество "очень высокий уровень показателя X_i ".

Этап 2 (Показатели). Построим набор отдельных показателей $X=\{X_i\}$ общим числом N , которые по мнению эксперта, с одной стороны влияют на оценку риска банкротства предприятия, а с другой стороны, оценивают разные по природе стороны деловой и финансовой жизни предприятия. Например, в матричном методе используются такие показатели [Недосекин, Максимов]

- X_1 – коэффициент автономии (отношение собственного капитала к валюте баланса);
- X_2 – коэффициент обеспечения оборотных активов собственными средствами (отношение чистого оборотного капитала к оборотным активам);
- X_3 – коэффициент промежуточной ликвидности (отношение суммы денежных средств и дебиторской задолженности к краткосрочным пассивам);
- X_4 – коэффициент абсолютной ликвидности (отношение суммы денежных средств к краткосрочным пассивам);
- X_5 – оборотность всех активов за год (отношение выручки от реализации к средней выручке за период стоимости активов);
- X_6 – рентабельность всего капитала (отношение чистой прибыли к средней за период стоимости активов).

Этап 3 (Значимость показателей). Поставим в соответствие каждому показателю X_i уровень его значимости r_i . Для того, чтобы оценить этот уровень, необходимо поставить все показатели по порядку уменьшения их значимости так, чтобы выполнялось соотношение:

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots r_N.$$

Если система показателей проранжирована в порядке уменьшения их значимости, то вес i -го показателя r_i необходимо определять по правилу Фишберна:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}. \quad (1)$$

Если все показатели имеют одинаковый вес, то $r_i = 1/N$.

Этап 4 (Классификация степени риска). Построим классификацию текущего значения g показателя степени риска как критерий разбиения этого множества на нечеткие подмножества (таблица 1):

Таблица 1. Классификация степени риска

Интервал значений g	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq g \leq 0.15$	G_5	1
$0.15 < g < 0.25$	G_5	$\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$
	G_4	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 \leq g \leq 0.35$	G_4	1
$0.35 < g < 0.45$	G_4	$\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$
	G_3	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 \leq g \leq 0.55$	G_3	1
$0.55 < g < 0.65$	G_3	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$
	G_2	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 \leq g \leq 0.75$	G_2	1
$0.75 < g < 0.85$	G_2	$\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$
	G_1	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 \leq g \leq 1.0$	G_1	1

Этап 5 (Классификация значений показателей). Построим классификацию текущих значений показателей X как критерий разбиения полного множества их значений на нечеткие подмножества вида B . Один из примеров такой классификации приведен ниже. В клетках таблицы стоят трапецеидальные нечеткие числа, которые характеризуют соответствующие функции принадлежности

Этап 6 (Оценка уровня показателей). Проведем оценку текущего уровня показателей и сведем полученные результаты в таблицу 2.

Таблица 2. Текущий уровень показателей

Показатель	Текущее значение
X_1	x_1
...	...
X_j	x_j
...	...
X_N	x_N

Этап 7 (Классификация уровня показателей). Проведем классификацию текущих значений x по критерию таблицы, построенной на этапе 5. Результатом проведенной классификации есть таблица значений λ_{ij} – уровней принадлежности носителя x_i нечетким подмножествам B_j .

Этап 8 (Оценка степени риска). Выполним вычислительные операции для оценки степени риска банкротства g :

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (2)$$

где

$$g_j = 0.9 - 0.2 * (j-1), \quad (3)$$

Смысл применения формул (2) и (3) состоит в следующем. Сначала мы оцениваем вес того или иного подмножества из **B** в оценке состояния корпорации **E** и в оценке степени риска **G**. Эти веса далее принимают участие во внешней сумме для определения среднего значения показателя g_j , где g_j есть не что иное как средняя оценка g из соответствующего диапазона таблицы 1 этапа 4.

Этап 9 (Лингвистическое распознавание). Классифицируем полученное значение степени риска на базе данных таблицы 1. Результатом классификации являются лингвистическое описание степени риска банкротства и степени уверенности эксперта в правильности его классификации.

Основные достоинства нечетко-множественного матричного метода состоят в следующем:

- 1) возможность использования, кроме количественных, и качественных факторов;
- 2) учет неточной, приблизительной информации о значениях факторов.

Нечеткие нейронные сети для оценки риска банкротства

Преимущества систем с нечеткой логикой и ННС состоят в следующем [Недосекин], [Зайченко, 2004]:

- 1) описание условий и методы решения задач в терминах приближенных к естественному языку;
- 2) возможность оперирования с нечеткой информацией, в частности, с информацией заданной в виде интервальных оценок, использование знаний специалистов – экспертов, которые представляются в виде нечетких правил вывода «если...то».

Для анализа риска банкротства были применены нечеткие нейронные сети Цукамото, Мамдани и ANFIS [Зайченко, 2004]. Они использовались в качестве классификаторов. В качестве входных данных выступали разные наборы финансовых показателей предприятий, описанные ниже. Таким образом, число входных нейронов равняется количеству показателей в соответствующем наборе, а число выходных нейронов равняется количеству классов, т.е. имеем 2 исходных нейрона.

База правил состояла из нечетких правил вида «если-то» с гауссовскими функциями принадлежности. Выбор гауссовских функций принадлежности был обусловлен их дифференцируемостью в каждой точке, которая позволяет гарантировать сходимость процесса обучения (градиентного алгоритма). Были проведены эксперименты с разным количеством правил (20, 30, 40), параметры которых настраивались в процессе обучения. Первичная выборка разбивалась на обучающую и проверочную. Кроме того, для большей надежности процесс обучения осуществлялся на нескольких окнах данных.

Экспериментальные исследования

В данной работе для анализа эффективности прогнозирования методами дискриминантного анализа, анализа на основе нечетких множеств, предложенного Недосекиным, а также нечетких нейронных сетей были взяты финансовые показатели пятидесяти шести предприятий Украины, из которых 13 в 2006 году были признанные арбитражным судом банкротами. Другие предприятия выбирались случайно. Финансовые показатели взяты из годовых балансов и годовых отчетов о финансовых результатах за 2003, 2004 и 2005 года. Были проведены эксперименты по классификации предприятий относительно риска банкротства с использованием нечетких нейросетей с логическими выводами Мамдани, Цукамото и Сугено.

Сначала был проведен анализ риска банкротства на базе следующих показателей (Набор 1):

1. Отношение рабочего капитала к общей стоимости активов;
2. Отношение чистой прибыли к общей стоимости активов;
3. Отношение чистой выручки от реализации до общей стоимости активов;
4. Отношение уставного капитала к сумме задолженности;
5. Отношение дохода от реализации к общей стоимости активов.

Обучение осуществлялось в несколько этапов длиной в 100 эпох.

Итоговые результаты представлены на рис.2.

Далее набор показателей был изменен следующим образом (Набор 2):

1. Отношение чистого оборотного капитала к общей стоимости активов;
2. Отношение прибыли к собственному капиталу;
3. Коэффициент оборотных активов;
4. Норма прибыли.

Соответствующие результаты приведены на рис. 3.

Были проведены сравнительные эксперименты по оценки риска банкротства с использованием статистических методов- метода Альтмана, метода Спрингейта и метода Давыдовой-Беликова [Давыдова, Беликов,1999], нечетко-множественного метода Недосекина, а также нечетких нейросетей с выводом Мамдани, Цукамото и Сугено (ННС ANFIS), результаты которых приведены на рис. 4.

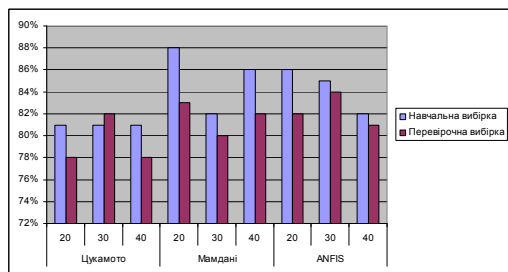


Рис. 2

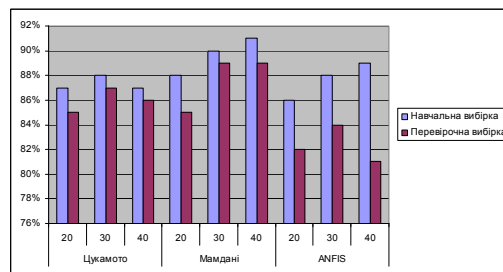
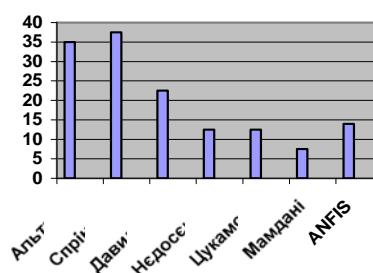
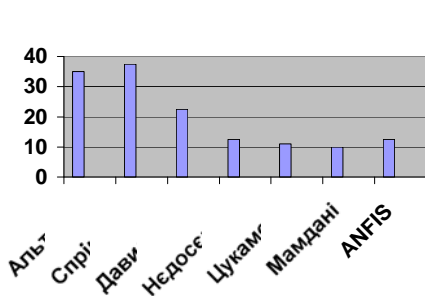


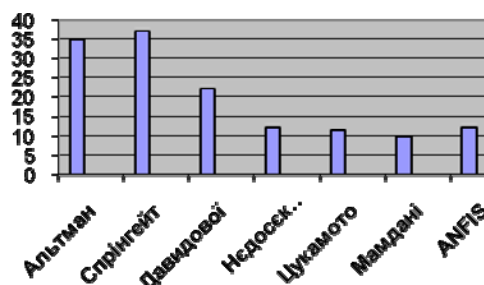
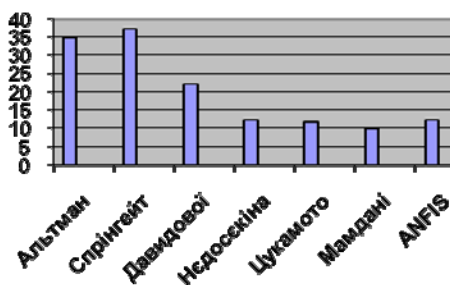
Рис. 3

набор 1

набор 2



а) 20 правил



б) 30 правил

Рис. 4

Анализ этих результатов позволяет сделать следующие **выводы**:

Наилучших результатов удалось достичь с помощью нечеткой нейронной сети Мамдани, точность классификации на которой при 40 нечетких правилах составила 97% на обучающей и 95% на тестовой выборках. На втором месте находятся результаты прогноза банкротства, полученные с использованием ННС Цукамото, и наконец, на третьем месте результаты, полученные матричным методом Недосекина.

Что же касается, статистических методов дискриминантного анализа, то они оказываются существенно хуже в сравнении с нечеткими методами, среди них наилучшим оказался метод Давыдовой-Беликова.

Выводы

1. Рассмотрены различные методы оценки риска банкротства предприятий: классический метод дискриминантного анализа Альтмана, нечетко-множественный метод Недосекина, нечеткие нейронные сети с различными алгоритмами вывода.
 2. Проведены сравнительные экспериментальные исследования вышеуказанных методов применительно к анализу риска банкротства предприятий Украины.
 3. Проведенные эксперименты показали, что наиболее предпочтительными для оценки риска банкротства для украинских предприятий оказались ННС с выводом Мамдани, за ними следует матричный метод проф. Недосекина, и, наконец, на последнем месте оказались статистические методы дискриминантного анализа.
-

Литература

- [Давыдова, Беликов, 1999] Давыдова Г.В., Беликов А.Ю. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий//Управление риском, 1999, № 3, с. 13-20.
- [Зайченко, 2004] Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем. Навчальний посібник – К.: Видавничий Дім «Слово», 2004. – 352 с.
- [Недосекин, Максимов] Недосекин А.О. Максимов О.Б., Павлов Г.С. Анализ риска банкротства предприятия. Метод. указания по курсу «Антикризисное управление - На сайте http://sedok.narod.ru/sc_group.htm.
- [Недосекин] Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний.- На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.htm.
- [Altman, 1983] Altman E.I. Corporate Financial Distress.- New York, John Wiley, 1983.
- [Altman 1968] Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the prediction of Corporate Bankruptcy. // Journal of Finance, September, 1968, pp. 589-609.
-

Authors' Information

Зайченко Юрий Петрович, профессор, д.т.н., декан факультета «Институт прикладного системного анализа». НТУУ «КПИ», Киев, ул. Политехническая 14. тел: 38044-241-86-93, e-mail: zaych@i.com.ua

Рогоза Светлана, магистр «Институт прикладного системного анализа». НТУУ «КПИ», Киев, ул. Политехническая 14, e-mail: sweetlana_r@ukr.net

Столбунов Владимир, магистр «Институт прикладного системного анализа». НТУУ «КПИ», Киев, ул. Политехническая 14, atrabarba@gmail.com