

**О. В. ШМАТКО**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХП»;

**А. В. ГОГА**, студентка НТУ «ХП»

## **ОЦІНКА РИЗИКУ БАНКРУТСТВА ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ НЕЧІТКИХ МНОЖИН**

Розглянуто основні проблеми оцінки ризику банкрутства підприємства, проаналізовані існуючі методи, моделі та інформаційні технології для оцінки ризику банкрутства підприємства. Виявлені переваги та недоліки існуючих методів. Наведено класифікацію методів для оцінки ризику банкрутства підприємства і алгоритм, що реалізує оцінку ризику банкрутства підприємства методом нечітких множин.

**Ключові слова:** підприємство, ризик банкрутства, неплатоспроможності, фінансовий стан, інформаційна система, метод нечітких множин.

**Вступ.** Пріоритетним завданням будь-якої держави виступає побудова стійкої і стабільно розвинутої економічної системи. Ключовим елементом регулювання економічної системи є законодавство про неплатоспроможність (банкрутство), яке необхідне для регулювання розвитку країни. Важливою проблемою в сучасній країні, яка динамічно розвивається, є профілактика банкрутства, його своєчасне виявлення і усунення. В умовах трансформації економічних відносин особливо характерна висока ступінь невизначеності, що істотно підвищує ризик банкрутства підприємств в результаті впливу як зовнішніх, так і внутрішніх економічних факторів.

**Огляд та аналіз існуючих методів та моделей оцінки ризику банкрутства підприємства.** На сучасному етапі розвитку існують наступні методи оцінки ризику банкрутства підприємства: евристичні методи; методи побудови дискримінантної функції; методи, засновані на використанні економічних систем, що радять (зокрема, експертні системи та системи нейромережових обчислень); методи класифікації; методики, засновані на розрахунку та аналізі фінансових показників; методи розрахунку ймовірності банкрутства на основі імітаційного моделювання. Тому, на перший план виходять проблеми, пов'язані з виявленням несприятливих тенденцій розвитку підприємства та вибору методу оцінки банкрутства.

Першою групою методів оцінки ймовірності банкрутства є методики, засновані на використанні порівняльних оцінок (евристичні методи). Методики аналізу ймовірності банкрутства, що відображають евристичний підхід, ґрунтуються на порівняльних оцінках характеристик збанкрутілих компаній з аналогічними характеристиками аналізованої компанії. Основною перевагою даного підходу є те, що оцінка ймовірності банкрутства

здійснюється не в результаті одного критерію, а на підставі аналізу великої кількості характеристик, в оцінку включаються ті характеристики, які не піддаються чіткому кількісному вираженню. Евристичний підхід дозволяє врахувати накопичений досвід, відчуття і враження експертів. Але у цих методик є один дуже суттєвий недолік – повна відсутність систематизації і формалізації критеріїв оцінки. Найбільш відомими методиками, заснованими на використанні порівняльних оцінок, є наступні: метод Аргенті (А-рахунок) або оцінки ймовірності краху, методика якісного аналізу В. В. Ковальова, метод Скоуна, методика компанії ERNST & WHINNEY [1].

Другою групою методів оцінки ймовірності банкрутства є методи прогнозування ймовірності банкрутства, засновані на побудові дискримінантної функції. Відповідно до даної методики, метою дослідження фінансового стану підприємства є використання методології дискримінантного аналізу на основі фінансових показників сукупності підприємств, що знаходяться в кризовому стані, і побудові оптимальної дискримінантної функції (моделі), за допомогою якої можна з певним ступенем точності прогнозувати ймовірність банкрутства підприємства. Аналіз методів прогнозування ймовірності банкрутства підприємства, заснованих на побудові дискримінантних функцій, дозволив виділити наступні істотні недоліки, властиві даному підходу: відбір факторів, що включаються в модель, носить елемент суб'єктивізму, не враховується фактор часу при побудові прогнозних моделей, що знижує ступінь точності прогнозу при прогнозуванні ймовірності банкрутства більш ніж на два роки; моделі повинні щороку тестуватися на нових вибірках з метою уточнення їх дискримінантної сили; передбачається, що в міру наближення банкрутства фінансові показники компанії погіршуються лінійно, тобто не враховується можливість підприємств адаптуватися до змін середовища, в якому вони діють.

Третьою групою методів оцінки ймовірності банкрутства є методи, засновані на використанні економічних систем, що радять. При прогнозуванні ймовірності банкрутства підприємства з метою зниження суб'єктивізму прогнозу необхідно ґрунтуватися на великій кількості вихідних показників, що відображають діяльність підприємства. Задача набуває багатокритеріальний характер, рішення якої має базуватися на досвіді роботи великого числа експертів в даній області. В силу вищесказаного, застосування методів, заснованих на використанні економічних систем, що радять, набуває все більшої актуальності. Ці методи умовно можна розділити на дві групи: діагностичні експертні системи і системи нейромережових обчислень [2].

Для прогнозування ймовірності банкрутства підприємств можуть застосовуватися нейронні мережі Кохонена [3]. Метод СКО (самоорганізована карта ознак) дозволяє розпізнавати різні схеми поведінки компаній і визначати відповідні їм ознаки за допомогою візуального

представлення даних на карті, де окремі кластери представлені різними кольорами.

Для того, щоб прогноз став більш обґрунтованим, рекомендується використовувати декілька методів при оцінці ймовірності ризику банкрутства підприємства, що дозволить значно підвищити ступінь достовірності отриманих результатів.

**Теорія нечітких множин для оцінки ризику банкрутства підприємства.** Моделі, побудовані за допомогою нечітко-множинного методу є ефективним інструментом визначення схильності підприємства до банкрутства, адже вони дозволяють віднести досліджуване підприємство з певним ступенем приналежності до того чи іншого класу кризи. Крім того, дані моделі є адаптивними, оскільки пристосовуються до змін зовнішнього середовища, що дуже важливо в умовах нестаціонарності економічної системи України. Розглянемо дану модель нечітких множин.

У запропонованій моделі підприємство описується набором кількісних і якісних чинників загальним числом  $N$ . При цьому всі чинники є вимірними.

Етап 1 – формування множини. Використовується наступні базові множини і підмножини станів:  $E_1$  – підмножина станів "граничного неблагополуччя";  $E_2$  – підмножина станів "неблагополуччя";  $E_3$  – підмножина станів "середнього рівня";  $E_4$  – підмножина станів "відносного благополуччя";  $E_5$  – підмножина станів "граничне благополуччя".

Відповідне множині  $E$  повна множина ступеню ризику банкрутства  $G$  розбивається на 5 підмножин:  $G_1$  – підмножина станів "граничний ризик банкрутства";  $G_2$  – підмножина станів "ступінь ризику банкрутства високий";  $G_3$  – підмножина станів "ступінь ризику банкрутства середній";  $G_4$  – підмножина станів "низький ступінь ризику банкрутства";  $G_5$  – підмножина станів "ризик банкрутства незначний".

Тут і далі передбачаємо, що показник  $G$  набуває значень від нуля до одиниці за визначенням.

Для окремого фінансового або управлінського показника  $X_i$  повна множина його значень  $B_i$  розбивається на п'ять підмножин:  $B_{i1}$  – підмножина "дуже низький рівень показника  $X_i$ ";  $B_{i2}$  – підмножина "низький рівень показника  $X_i$ ";  $B_{i3}$  – підмножина "середній рівень показника  $X_i$ ";  $B_{i4}$  – підмножина "високий рівень показника  $X_i$ ";  $B_{i5}$  – підмножина "дуже високий рівень показника  $X_i$ ".

Етап 2 – формування показників. Побудова набору окремих показників  $X = \{X_i\}$  загальним числом  $N$ , які на думку експерта, з одного боку, впливають на оцінку ризику банкрутства підприємства, а з іншого боку, оцінюють різні за природою сторони ділового і фінансового життя підприємства (щоб уникнути дублювання показників з точки зору їх значущості для аналізу).

Етап 3 – визначення значущості показників. Поставимо у відповідність кожному показнику  $X_i$  рівень його значущості  $r_i$ . Для того, щоб оцінити цей рівень, необхідно поставити всі показники по порядку зменшення їх значущості так, щоб виконувалося співвідношення:  $r_1 \geq r_2 \geq \dots r_N$ .

Якщо система показників проранжована в порядку убавання їх важливості, то вагу  $i$ -го показника  $r_i$  необхідно визначати за правилом Фішберна [4]:

$$r_i = (2(N - i + 1)) / (N + 1)N \quad (1)$$

Якщо всі показники мають однакову вагу, то  $r_i = 1/N$ .

Етап 4 – класифікація ступеня ризику банкрутства. Побудова класифікації поточного значення  $g$  показника ступеня ризику  $G$  як критерій розбиття цієї множини на підмножини (табл.).

Таблиця – Класифікація ступеня ризику банкрутства

Інтервал значень $G$	Найменування підмножин
$0.8 < g < 1$	$G1$ – "граничний ризик банкрутства"
$0.6 < g < 0.8$	$G2$ – "ступінь ризику банкрутства високий"
$0.4 < g < 0.6$	$G3$ – "ступінь ризику банкрутства середній"
$0.2 < g < 0.4$	$G4$ – "низький ступінь ризику банкрутства"
$0 - 0.2$	$G5$ – "ризик банкрутства незначний"

Етап 5 – класифікація значень показників. Побудова класифікації поточних значень  $x$  показників  $X$  як критерій розбиття повної множини їх значень на підмножини вигляду  $B$ .

Етап 6 – формування оцінки рівня показників. Проведення оцінки поточного рівня показників і зведення отриманих результатів в таблицю.

Етап 7 – класифікація рівня показників. Проведення класифікації поточних значень  $x$  за критерієм розбиття, побудованого на етапі 5. Результатом проведеної класифікації є значення  $\lambda_{ij}$  – рівнів приналежності носія  $x_i$  нечітким підмножинам  $B_j$ , де  $\lambda_{ij} = 1$ , якщо  $b_{i(j-1)} < x_i < b_{ij}$  та  $\lambda_{ij} = 0$  – у протилежному випадку (коли значення не потрапляє у вибраний діапазон класифікації).

Етап 8 – оцінка ступеня ризику банкрутства. Виконаємо формальні арифметичні операції для оцінки ступеня ризику банкрутства  $g$ :

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

де

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

$\lambda_{ij}$  визначається на етапі 7, а  $r_i$  – за допомогою формули 1.

Сутність формул (2) і (3) полягає в наступному. Спочатку ми оцінюємо вагу тієї або іншої підмножини з  $B$  в оцінці стану корпорації  $E$  і в оцінці

ступеня ризику банкрутства  $G$  (внутрішнє підсумовування в 2). Ці ваги в подальшому беруть участь в зовнішньому підсумовуванні для визначення середнього значення показника  $g$ , де  $g_j$  є середня оцінка  $g$  з існуючого діапазону таблиці 1 етапу 4.

Етап 9 – лінгвістичне розпізнавання. Класифікація набутого значення ступеня ризику на базі даних таблиці 1. Результатом класифікації є лінгвістичний опис ступеня ризику банкрутства і міри упевненості експерта в правильності його класифікації. І тим самим наш висновок ступеня ризику банкрутства підприємства набуває не лише лінгвістичну форму, але і характеристику якості наших тверджень [5].

**Висновки.** Запропонована в роботі модель, яка використовує нечітко-множинний підхід являється ефективним інструментом визначення схильності підприємства до банкрутства. Використання описаного методу дозволяє визначити клас кризи для підприємства, що досліджується. Крім того, така модель є адаптивною, оскільки пристосовується до змін зовнішнього середовища, що є важливим в умовах нестационарності економічної системи України.

**Список літератури:** 1. Мозенков О. В. Банкрутство і санація підприємства: теорія і практика кризового управління / Т. С. Клебанова, О. М. Бондар, О. В. Мозенков та ін. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2003. – 272 с. 2. Романов А. Н. Советующие информационные системы в экономике : Учеб. пособие для вузов / А. Н. Романов, Б. Е. Одинцов. – М. : ЮНИТИ-ДИАНА, 2000. – 487 с. 3. Кизим Н.А. Оценка и прогнозирование неплатежеспособности предприятий: Монография / Н. А. Кизим, И. С. Благуи, Ю.С. Копчак – Х. : Издат. дом «ИНЖЭК», 2004. – 144 с. 4. Фишберн П. В. Теория полезности принятия решений / П.В. Фишберн. – М. : Наука, 1978. – 220 с. 5. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций / А.О. Недосекин. – СПб. : Типография «Сезам», 2002. – 310 с.

*Надійшла до редколегії 25.11.2013*

---

УДК 519.876.2

**Оцінка ризику банкрутства підприємства методом нечітких множин / О. В. Шматко, А. В. Гога, // Вісник НТУ «ХП». Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХП», 2014. – № 2 (1045). – С. 101-105. – Бібліогр. : 5 назв.**

Рассмотрены основные проблемы оценки риска банкротства предприятия, проанализированы существующие методы, модели и информационные технологии для оценки риска банкротства предприятия. Выявлено преимущества и недостатки существующих методов. Приведена классификация методов для оценки риска банкротства предприятия и алгоритм, реализующий оценку риска банкротства предприятия методом нечетких множеств.

**Ключевые слова:** предприятие, риск банкротства, неплатежеспособность, финансовое состояние, информационная система, метод нечетких множеств.

Examined the main problems of the risk assessment of bankruptcy, analyzed the existing methods, models and information technology for assessing the risk of bankruptcy. Revealed advantages and disadvantages of the existing methods. Is given a classification of methods for assessing the risk of bankruptcy and the algorithm that implements the risk assessment of bankruptcy by fuzzy sets.

**Keywords:** company, the risk of bankruptcy, insolvency, financial state, information system, the method of fuzzy sets.