

УДК 338.14

ПРОГНОЗУВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА МЕТОДАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

В. Палійчук, Т. Завгородня, О. Проскурович

*Хмельницький національний університет
29016, м. Хмельницьк, вул. Інститутська, 11*

В статті проаналізовано доцільність застосування програм, заснованих на методах нечіткої логіки, для оцінки ймовірності банкрутства українських підприємств легкої промисловості. Проведено порівняльний аналіз адекватності результатів прогнозу порівняно з іншими методами прогнозування.

Ключові слова: оцінка ймовірності банкрутства, штучні нейронні мережі, дискримінантний аналіз, підприємства легкої промисловості.

В умовах сучасної економічної нестабільності та великих ризиків для ведення бізнесу, важливим аспектом прогнозування діяльності підприємства постає оцінка ймовірності банкрутства. Оскільки метою створення і діяльності кожного підприємства є отримання прибутку, доцільним буде реорганізація його діяльності при виявленні загрози понесення відносно великих збитків і подальшого банкрутства. Сьогодні для України проблема збитковості та банкрутства і надалі залишається надзвичайно актуальною. Адаже в умовах кризового стану економіки загалом, більшість підприємств працює збитково, а також є велика частка тих, що знаходяться на межі банкрутства або на стадії порушення справ про банкрутство боржників їх кредиторами у суді.

Під банкрутством підприємства розуміється неможливість виконання ним своїх фінансових зобов'язань. З позицій фінансового менеджменту банкрутство характеризує реалізацію катастрофічних ризиків підприємства в процесі його фінансової діяльності, унаслідок якої воно не в змозі задовольнити у встановлений термін пред'явлені з боку кредиторів вимоги і виконати зобов'язання перед бюджетом. [2]

Дослідженнями проблеми прогнозування банкрутства українських підприємств проводилися А.Е. Волосовичем, А. Недрянко, Г. Пеніною, О. Аксьоновою, Ю. Коваленко та іншими. Проте, більшість з цих досліджень швидко перестають бути актуальними в динамічному економічному середовищі. Тому, в межах цієї статті буде визначено найбільш адекватні методи прогнозування банкрутства та механізм їх реалізації на конкретному підприємстві.

На сьогоднішній день існує безліч моделей і методів визначення можливості настання банкрутства, які базуються на математичних моделях чи евристичних методах. Загалом їх можна узагальнити у чотири основних підходи до оцінки й прогнозування ймовірності банкрутства підприємств: 1) експертні методи; 2) економіко-математичні методи; 3) штучні інтелектуальні системи; 4) методи оцінки фінансового стану. [1]

Усі формалізовані моделі та методи досить неточні, через неможливість врахування усіх внутрішніх та зовнішніх факторів діяльності підприємства. Через неврахування всіх факторів, низьку репрезентативність вибірки з підприємств та залежність від індивідуальних поглядів дослідника, ці моделі не можна назвати точними.

За сучасних умов інформатизації та динамічності зовнішнього середовища, широкого розповсюдження набувають системи прогнозування ймовірності банкрутства підприємств, побудовані на методах нечіткої логіки, а саме – штучні інтелектуальні системи. Ці системи також не можна вважати ідеальними, проте вони базуються на великій кількості даних, динамічно змінюються в залежності від своєї бази знань та не залежні від поглядів і суджень дослідника. До цих методів можна віднести діагностичні експертні системи та штучні нейронні мережі.

Діагностичні експертні системи, як методи оцінки ймовірності банкрутства, розробляються для виявлення причин, що призвели до виникнення кризового стану підприємства. Як правило, такі системи базуються на оцінці та аналізі фінансово-економічних показників діяльності підприємств.

Під діагностичними експертними системами будемо розуміти інтелектуальні системи представлені, як правило, у вигляді комп'ютерної програми, що містять знання та аналітичні здібності одного або кількох експертів щодо конкретної галузі застосування і здатні робити логічні висновки на основі цих знань, моделюючи таким чином механізм мислення людини у цій галузі і тим самим забезпечуючи вирішення специфічних завдань [3].

Нейронні мережі являють собою математичні моделі, а також їхні програмні та апаратні реалізації, побудовані за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж. Цей метод є високоефективним інструментом для проведення класифікації образів, кластеризації, прогнозування та низки інших завдань. Тому, штучні нейронні мережі також знайшли своє застосування для прогнозування ймовірності банкрутства підприємств. Для вирішення цієї задачі нейронні мережі здатні, на основі досить великих масивів вхідних даних, виявити певні закономірності у фінансово-економічних показниках та інших характеристиках підприємства з різним станом платоспроможності. Після цього нейронні мережі можуть бути використані для розпізнавання (класифікації) нових підприємств щодо схильності останніх до банкрутства.

Отже, для отримання адекватного прогнозу ймовірності банкрутства підприємства в сучасних економічних реаліях доцільно розробляти штучні інтелектуальні системи, що здатні вирішувати специфічні завдання, самонавчатись, базуватись на широкій базі знань, обґрунтовувати свої висновки та не залежати від суб'єктивних поглядів дослідника.

Для проведення оцінки ймовірності банкрутства підприємства обиралися дані фінансової звітності фінансово-стійких підприємств і банкрутів для попереднього аналізу. Крім досліджуваного об'єкта, взято ще десять підприємств легкої промисловості, а саме з текстильної галузі областей Подільського економічного району. Для цих підприємств уже відомі результати діяльності після 2011 року, тому вони виступають як навчальна послідовність прикладів в штучно нейронній мережі.

Вибір незалежних факторів базувався на таких принципах [5,6]:

по-перше, вони повинні бути максимально об'єктивними, тобто відображати реальний стан підприємства;

по-друге, значення показників повинні істотно коливатися при зміні фінансового стану зі стійкого на кризовий і водночас бути наближеними всередині кожної групи;

по-третє, необхідно добирати чинники з найменшою парною кореляцією;
по-четверте, обрані чинники не повинні бути мультиколінеарними, тобто між усіма показниками моделі не повинно бути кореляційного зв'язку.

При виявленні факторів, за якими можна спрогнозувати вірогідність банкрутства підприємства, можна обрати фактори, що представлені у п'яти-факторній моделі Альтмана:

- K1 відношення власного оборотного капіталу до суми всіх активів підприємства;
- K2 відношення нерозподіленого прибутку до суми всіх активів;
- K3 рівень доходності активів, тобто відношення загального прибутку до суми активів;
- K4 відношення власного капіталу до суми залученого капіталу;
- K5 коефіцієнт оборотності активів, тобто відношення виручки від реалізації до середньої суми активів.

Ці коефіцієнти визначені уже давно, сумніву підлягають лише їхні ваги у моделі Альтмана. Для програми ж, ваги не задаються.

Коефіцієнти, на відміну від первинних значень, несуттєво відрізняються один від одного в абсолютній величині, тому краще інтерпретуються програмами. Розраховані значення коефіцієнтів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Розраховані фінансові коефіцієнти діяльності підприємств легкої промисловості Подільського регіону

Коефіцієнти:	K1	K2	K3	K4	K5	Результат діяльності
ПАТ "Славутська суконна фабрика"	0,3701	-0,2089	-0,0519	2,5289	0,0824	не банкрут
ЗАТ "Хмельницька трикотажна фабрика"	0,6203	-0,7046	-0,1946	-0,1078	0,4917	не банкрут
ПАТ "Чортківська швейна фабрика"	0,0695	-8,0990	-0,0227	8,3806	0,0006	банкрут
ПАТ "Швейна фабрика "Браїлівчанка"	0,4338	-0,1127	0,0308	19,456	1,0893	не банкрут
ВАТ "Козятинська швейна фабрика"	0,8605	0,0416	0,2124	1,9126	1,6691	не банкрут
ВАТ "Дунаєвецька суконна фабрика"	0,2540	-7,6303	-0,1433	0,2009	0,1475	банкрут
ВАТ "Хмельницька швейна фабрика "Лілея"	0,4657	1,0077	-0,0695	3,6459	2,2691	не банкрут
ПАТ "Могилів - Подільська швейна фабрика "Аліса"	0,0660	0,3363	0,0222	1,4577	0,2163	не банкрут
ПАТ Швейна фабрика "Бужанка"	0,5752	-1,2644	0,1719	0,0289	1,8607	не банкрут
ВАТ "Барська швейна фабрика"	0,2823	-1,6373	-0,1694	-0,0414	1,0950	банкрут

Під значенням «банкрут» слід розуміти не тільки ліквідацію підприємства, а й продаж, реорганізацію, неплатоспроможність підприємства, відсутність виробничої діяльності з подальшим продажем основних засобів.

Визначившись з факторами, можна перейти власне до прогнозування імовірності настання банкрутства ПАТ "Тульчинська швейна фабрика" в 2013р. базуючись на фінансовій звітності 2012р. Для цього можна використати звичайний багатошаровий перцептрон з п'ятьма входами K_i , двома виходами (0 - банкрут; 1 - не банкрут) та десятьма прикладами в навчальній послідовності.

Програмою, з похибкою в 0,002, було видано результат 1 - не банкрут. Тобто, через рік ПАТ "Тульчинська швейна фабрика" наврядче збанкрутує. Звісно, потрібно перевірити, чи адекватно програма сприйняла навчальні вектори і видала результат.

Перевірку можна здійснити використавши деякі багатофакторні моделі, а саме: модель Альтмана, модель Спрінгейта, модель Теффлера та модель Р. Ліса. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Оцінка ймовірності банкрутства підприємства

Назва моделі	Значення Z на 2012 р.	Ймовірність банкрутства
Модель Альтмана	1,727	низька
Модель Спрінгейта	0,913	низька
Модель Теффлера	0,460	низька
Модель Р. Ліса	0,045	низька

Як впливає з даних таблиці 2, розраховані значення Z - показника за різними моделями не суперечать побудованому прогнозу, який виявлено за допомогою багатошарового перцептронного. При цьому, перцептрон має суттєві переваги над розглянутими моделями – можливість включити безліч факторів; зручність і швидкість користування; відсутність потреби задавати вагові коефіцієнти для показників. Проте цей програмний засіб досить примітивний, призначений для виконання простих навчальних завдань і використаний, власне, для демонстрації відповідності модельних і програмних прогнозів.

Для точності перевірки адекватності отриманого прогнозу, доцільно було б розробити власну дискримінантну модель діагностики банкрутства. Вважається, що дискримінантна модель повинна містити не більше п'яти - семи показників. Цими показниками можуть служити коефіцієнти K_i в моделі Альтмана. Розробка моделі передбачає розбиття підприємств на дві групи – банкрути та не банкрути. Досліджувані підприємства характеризують розвиток фінансової діяльності текстильної промисловості Подільського економічного району, тобто здійснюють економічну діяльність в приблизно однакових умовах. Проте, кількість підприємств в обох групах недостатня для виконання умови відношення кількості підприємств в групах до кількості факторів. В такому випадку можна скористатись розробленою Л. Л. Гриценко моделлю визначення ймовірності банкрутства на базі сорока підприємств [3] (таблиця 3).

$Z < 0$ – фінансовий стан підприємства незадовільний, воно перебуває у кризі або під її загрозою.

Таблиця 3.

Прогнозування ймовірності банкрутства ПАТ "Тульчинська швейна фабрика" за моделлю Л. Гриценко (станом на кінець року 2012 р.)

Назва показника	Умовне позначення	Характеристика	2012 рік
Коефіцієнт швидкої ліквідності	K1	відношення оборотних активів за вирахуванням виробничих запасів і готової продукції до суми поточних витрат.	0,494
Коефіцієнт фінансування	K2	відношення власного капіталу до зобов'язань	0,306
Коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами	K3	відношення власного оборотного капіталу до поточних активів.	0,789
Коефіцієнт оборотності активів	K4	відношення чистого доходу від реалізації до валюти балансу	1,122
Z - показник	$Z = 0,082K1 + 0,0209K2 + 0,0987K3 + 0,9915K4 - 1,253$		- 0,015
Ймовірність банкрутства		висока	

Отже, останній розрахований Z – показник вказує на високу ймовірність банкрутства. Таким чином, ставляться під сумнів зроблені раніше висновки про стабільний фінансовий стан підприємства і придатність багат шарового перцептрона для визначення ймовірності банкрутства. В такому випадку, можна застосувати більш потужну штучну нейронну мережу, а саме програму jоone. При кількості нейронів - три у другому сигмоїдальному шарі нейронної мережі отримано наступні ймовірності настання банкрутства підприємства: не банкрут – 0,9734; банкрут – 0,0266. Тобто, з ймовірністю 97,3% можна стверджувати, що ПАТ "Тульчинська швейна фабрика" не збанкрутує в 2013 році. При збільшенні кількості нейронів у другому сигмоїдальному шарі до 5 та 10 нейронів, результати суттєво не змінювались.

Загалом, в статті розглянуто малі та середні підприємства легкої промисловості. За результатами проведених розрахунків, можна відмітити, що навіть найпростіші штучні нейронні мережі цілком можна використовувати для адекватних прогнозів банкрутства підприємства на короткостроковий період. Прогноз тим точніший, чим більша база даних (прикладів) закладена в систему. Для створення такої бази даних необхідні певні ресурси і достатній досвід економічної діяльності на відповідному ринку. Тому, малі підприємства не мають можливості, та й узагалі їм недоцільно користуватись потужними системами заснованими на неформальній логіці. Для таких підприємств цілком підходять методи оцінки фінансового стану та навіть експертні методи. Середні підприємства, зазвичай, мають в своєму розпорядженні значно більші фінансові ресурси і довше функціонують на ринку. Для таких підприємств доцільним є поєднання чи паралельне прогнозування економіко-математичними методами та методами неформальної логіки (купівля даних програмних засобів). Перші оперують чисто математичними перетвореннями, другі ж

не мають чітких залежностей. Великі підприємства та корпорації віддають перевагу власній розробці моделей заснованих на неформальній логіці.

Висновки: Отже, для отримання адекватного прогнозу ймовірності банкрутства підприємства в сучасних економічних реаліях доцільно використовувати штучні інтелектуальні системи для середніх та великих підприємств, що здатні вирішувати специфічні завдання, самонавчатись, базуватись на широкій базі знань, обґрунтовувати свої висновки та не залежати від суб'єктивних поглядів дослідника. При цьому необхідно використовувати й інші методи прогнозування для запобігання неадекватним прогнозам з боку штучно-інтелектуальної системи при недостовірній базі навчальних прикладів. Ця область економічного прогнозування передбачає великі перспективи досліджень в економіці як теоретичного обґрунтування алгоритму створення штучно-інтелектуальних систем, так і практичного застосування цих систем в економічних дослідженнях.

1. Кизим Н.А. Оценка и прогнозирование платежеспособности предприятий: монография / Н.А. Кизим, И.С. Благунов, Ю.С. Копчак. – Х . : Издательский Дом «ИНЖЭК», 2004. – 144 с.
2. Прохорова В., Крупчатников О. Прогнозування банкрутства як складова антикризового фінансового управління / В. Прохорова, О. Крупчатников // Економічний простір. - 2009. - №23/2. - С. 103-109.
3. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике / Ю.Ф. Тельнов . - М . : СИНТЕГ, 2002. – 316 с.
4. Гриценко Л.Л. Дискримінантна модель діагностики банкрутства малих підприємств / Л.Л. Гриценко, І.М. Боярко, А.А. Губар// Актуальні проблеми економіки. - 2009. - №5/95. - С. 256-262.
5. Салига С.Я., Дацій Н.В., Корецький С.О., Нестеренко Н.В. Антикризове управління підприємством: Навч. посібник / С.Я. Салига, Н.В. Дацій, С.О. Корецький, Н.В. Нестеренко. – К.: ЦНЛ, 2006. – 274 с.
6. Терещенко О.О. Антикризове фінансове управління на підприємстві: Монографія. – 2-ге вид., без змін. – К.: КНЕУ, 2006. – 268 с

PROBABILITY OF BANKRUPTCY PREDICTION METHODS OF FUZZY LOGIC

T. Paliychuk, O. Zavgorodnyaya, V. Proskurovych

*Khmelnytsky National University
29016, Khmelnytsky str. Instytut'ska 11*

This paper analyzes the feasibility of programs based on fuzzy logic techniques for evaluating the probability of bankruptcy Ukrainian light industry. A comparative analysis of the adequacy of the forecast results compared with other methods of forecasting.

Keywords: evaluation of the probability of bankruptcy, artificial neural networks, discriminant analysis, light industry.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА
МЕТОДАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ****В. Палійчук, Т. Завгородня, А. Проскурович***Хмельницький національний університет
29016, г. Хмельницький, ул. Інститутська, 11*

В статье проанализирована целесообразность применения программ, основанных на методах нечеткой логики, для оценки вероятности банкротства украинских предприятий легкой промышленности. Проведен сравнительный анализ адекватности результатов прогноза по сравнению с другими методами прогнозирования.

Ключевые слова: оценка вероятности банкротства, искусственные нейронные сети, дискриминантный анализ, предприятия легкой промышленности.

*Стаття надійшла до редколегії 23.11.2013,
прийнята до друку 02.12.2013.*