

УДК 657.338:334.68

**ЄВГЕНІЯ ЛІНДЕР**

м. Київ

evhenia.snitko@mail.ru

## ЕВОЛЮЦІЯ МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА

*У статті досліджено основні математичні моделі прогнозування банкрутства суб'єктів господарювання, проведено оцінку придатності зарубіжних моделей до прогнозування банкрутства українських банків. Проаналізовано можливість використання штучних нейронних мереж для прогнозування банкрутства суб'єктів господарювання.*

*Ключові слова: банкрутство, моделі прогнозування банкрутства, фінансові коефіцієнти, дискримінантний аналіз, багатofакторний аналіз, нейронні мережі.*

Прогнозування ймовірності банкрутства – це складний етап діагностики кризових явищ, необхідний для з'ясування тенденцій розвитку суб'єкта господарювання в умовах постійної зміни факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, пошуку раціональних заходів для підтримання стійкості його економічної поведінки. Умови сучасної економіки характеризуються значною кількістю дестабілізуючих чинників (факторів) впливу на стабільність функціонування суб'єкта господарювання, що послаблює його фінансово-економічну стійкість, спричинюючи передумови банкрутства. Тому з необхідністю прогнозування майбутніх економічних вигід пов'язана практична робота будь-якої організації, відтак сучасний менеджер і фахівець з аналітичних досліджень повинен володіти основними навичками прикладного прогнозування ймовірності банкрутства організації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питанню прогнозування ймовірності настання банкрутства присвячено багато праць як українських, так і зарубіжних вчених. На сьогодні у світі накопичені значна теоретико-методична база і практичний досвід щодо діагностики кризових явищ і прогнозування можливого банкрутства суб'єктів господарювання, в тому числі і банків. Зокрема, розробкою та визначенням критеріїв моделей прогнозування банкрутства займалися такі зарубіжні провідні фахівці, як Дж. Фіцпатрік, А. Вінакор, Р. Сміт, Е. Альтман, Р. Ліс, В. Бівер та інші. Заслужують уваги і наукові праці українських вчених, таких як О. Терещенко,

Островська, В. О. Подольська, Н. П. Шморгун, О. Я. Базилінська.

Метою даної статті є дослідження еволюції моделей оцінки ймовірності банкрутства організації, узагальнення їх переваг та недоліків в контексті можливості адаптації в аналітичну практику вітчизняних банків.

Оцінка ймовірності банкрутства як самостійна проблема виникла в передових капіталістичних країнах (і в першу чергу, в США) відразу після закінчення Другої світової війни. Цьому сприяло зростання числа банкрутств у зв'язку з різким скороченням військових замовлень, нерівномірність розвитку фірм, процвітання одних і розорення інших. Природно, виникла проблема можливості априорного визначення умов, що призводять фірму до банкрутства.

Розробки перших моделей прогнозування банкрутства відносяться до початку двадцятого сторіччя. Дж. Фіцпатрік (1931–1932 рр.) провів дослідження щодо прогнозування банкрутства і виявив, що деякі показники діяльності фірм за декілька років до їх краху мають значно гірші значення, ніж в інших. П. Фітцпатрік (P. J. Fitzpatrick) вивчив трирічні і п'ятирічні тенденції 13 фінансових коефіцієнтів у 19 підприємств, які збанкрутували з 1920 по 1929 роки. Провівши порівняння (за допомогою однофакторного аналізу) цих коефіцієнтів з фінансово стійкими підприємствами він зробив висновок про те, що найкращими показниками, що прогнозують банкрутство підприємства, є прибуток на власний капітал та відношення власного капіталу до суми заборгованості.

Також одними з перших, хто запропонував досліджувати фінансово-господарські коефіцієнти для діагностики ризику банкрутства, були А. Вінакор і Р. Сміт (A. Winakor, R. F. Smith) з університету Іллінойс (штат США). Вчені вивчили 183 американських підприємства різних галузей, які перебували в скрутному фінансовому становищі протягом 10 років (1921–1931 рр.). Вони зробили висновки про те, що одним з основних маркерів банкрутства підприємства є коефіцієнт співвідношення чистого оборотного капіталу до суми активів підприємства.

К. Л. Мервін провів дослідження фінансових коефіцієнтів 939 зарубіжних фірм з 1926 по 1936 рік, виокремивши три основних, які найбільш точно прогнозують банкрутство підприємства за 4–5 років. Він виділив 3 фінансових коефіцієнта: коефіцієнт покриття відсоткових платежів, відношення чистого оборотного капіталу до суми активів та відношення чистого власного капіталу до суми заборгованості. Всі ці коефіцієнти знижують свої значення нижче нормованого рівня перед настанням неплатоспроможності підприємства.

В. Німаном в процесі аналізу випуску корпоративних облігацій за період 1900–1943 рр. було встановлено, що найкращими коефіцієнтами, що дають можливість передбачити банкрутство за 5 років до його настання, є коефіцієнт покриття відсоткових платежів та відношення чистого прибутку до обсягів продажу.

Чудсон (Chudson) у 1945 році, вивчаючи фінансові коефіцієнти стійкості, що придатні для макроекономіки в цілому, виявив, що кожна галузь має свою специфіку і універсальні моделі прогнозування ризику банкрутства, розроблені для загального застосування, не можуть використовуватися для них.

У 1962 році Джекендоф (Jackendoff), аналізуючи звітність прибуткових і збиткових підприємств виділив два фінансових коефіцієнта, що чітко ділять компанії на прибуткові та неприбуткові: коефіцієнт покриття і показник чистого власного капіталу.

Одним з перших звернув свою увагу на фінансові коефіцієнти як на суттєвий інструмент прогнозування банкрутства компаній, був Вільям Бівер (Biver, 1966) [3]. У своїй роботі він дав визначення таким поняттям, як

фінансовий коефіцієнт, прогнозна сила фінансового коефіцієнта; спробував емпірично перевірити корисність цих коефіцієнтів, а також вплив тих або інших факторів на ймовірність банкрутства компанії. Так, цим вченим були виділені чотири принципи: (1) чим вище обсяг ліквідних активів, тим нижче ймовірність банкрутства; (2) чим вище чистий грошовий потік від операційної діяльності, тим нижче ймовірність банкрутства; (3) чим вище розмір зобов'язань, тим вище ймовірність банкрутства; (4) чим вище капітальні вкладення, тим вище ймовірність банкрутства. У ході дослідження Бівер прийшов до того, що різні коефіцієнти мають різну прогнозну силу; особливо високою селективною силою відрізняється ставлення грошових потоків до загального обсягу боргових зобов'язань. Його одномірна теорія аналізу фінансових показників стала базою для формування аналогічної багатовимірної моделі.

У подальшому Едвард Дікін повторив процедуру прогнозування ймовірності банкрутства, запропоновану Бівером, а також спробував знайти лінійну комбінацію 14 показників, що використовувалися в роботі Бівера, яка змогла б найкращим чином прогнозувати банкрутство за кожні п'ять років до його настання. Дікін використовував для аналізу 32 компанії, збанкрутілі в період з 1964 по 1970 рік.

Слід відмітити, що аналіз співвідношень, представлений в роботах Бівера та Дікіна, чутливий до неправильної інтерпретації результатів, а отже є потенційно заплутаним. Наприклад, фірму з низькою рентабельністю і/або платоспроможністю можна розглядати як потенційного банкрута. Проте, завдяки достатній ліквідності, яка знаходиться на рівні вище середнього, ситуація не виглядає серйозною. Потенціал двозначності у відносній ефективності декількох фірм прослідковується доволі чітко.

Зауважимо, що у фаховій літературі не існує єдиної думки щодо оптимальної кількості фінансових коефіцієнтів багатофакторних моделей прогнозування банкрутства суб'єктів господарювання. Наприклад, Е. Альтман (1968) починав з розробки двохфакторних моделей. Потім на основі обстеження 66 підприємств і

дослідження 22 фінансових коефіцієнтів їм була запропонована п'ятифакторна модель прогнозування, що ґрунтується на розрахунку індексу кредитоспроможності, побудованому із застосуванням апарату мультиплікативного дискримінантного аналізу та дозволяє виділити серед господарюючих суб'єктів потенційних банкрутів.

У ході свого дослідження в 2000 році Е. Альтман отримав наступне рівняння:

$$Z = 0,71 X_1 + 0,84 X_2 + 3,1 X_3 + 0,42 X_4 + 0,99 X_5. \quad (1)$$

де  $X_1$  – робочий капітал / активи – показник ліквідності;  $X_2$  – нерозподілений прибуток / активи – показник рентабельності;  $X_3$  – операційний прибуток / активи – показник фінансової спроможності;  $X_4$  – балансова вартість власного капіталу / балансова вартість позик – показник фінансового важеля;  $X_5$  – дохід від реалізації / активи – показник активності.

Переваги цієї моделі – простота розрахунку; наявність послідовності дослідження. Також присутні і недоліки, а саме: модель можна застосовувати лише на відносно великих підприємств, що котирують свої акції на біржах; нерозвиненість фондового ринку України, зокрема, вторинного фондового ринку; відмінність українського бухгалтерського обліку від західних стандартів; необхідність адаптації вагових коефіцієнтів та прогнозних значень; не враховуються коливання курсів акцій.

Модель прогнозування банкрутства Р. Ліса було створено для підприємств Великобританії в 1972 році. Це одна з перших європейських моделей, створена після моделі американця Е. Альтмана (1968). Модель Ліса має вигляд:

$$Z = 0,063 X_1 + 0,092 X_2 + 0,057 X_3 + 0,0014 X_4, \quad (2)$$

де  $X_1$  – оборотний капітал / сума активів;  $X_2$  – валовий прибуток / сума активів;  $X_3$  – нерозподілений прибуток / сума активів;  $X_4$  – власний капітал / позиковий капітал.

Крім моделі Ліса для британських підприємств була побудована модель Річарда Таффлера. Для побудови моделі прогнозування банкрутства вчений взяв 46 підприємств, які збанкрутували, і 46 підприємств, які залишилися фінансово стійкими в період з 1969 по 1975 роки. Модель Таффлера має вигляд [2]:

$$Z = 0,53 K_1 + 0,13 \times K_2 + 0,18 \times K_3 + 0,16 \times K_4, \quad (3)$$

де  $K_1$  = Валовий прибуток / поточні зобов'язання;  $K_2$  = Оборотні активи / Зобов'язання;  $K_3$  = Поточні зобов'язання / Активи;  $K_4$  = Виручка / Активи.

Наступна модель прогнозування банкрутства підприємства створена канадським вченим Гордоном Спрінгейтом в університеті Саймона Фрейзера. Модель Спрінгейта була побудована в 1978 році Г. Л. В. Спрінгейтом за допомогою методу поетапного дискримінантного аналізу, розробленого Е.І.Альтманом. Модель Спрінгейта має вигляд:

$$Z = 1,03 K_1 + 3,07 K_2 + 0,66 K_3 + 0,4 K_4, \quad (4)$$

де  $K_1$  = Оборотний капітал / Активи;  $K_2$  = (Прибуток до оподаткування + Відсотки до сплати) / Активи;  $K_3$  = Прибуток до оподаткування / Короткострокові зобов'язання;  $K_4$  = Виручка / Активи.

Перевагою моделі Спрінгейта є точність до 90%. Недоліком є те, що модель була створена для підприємств США і Канади; коефіцієнти наведені в доларах; модель створена для оцінювання кредитоспроможності підприємств.

Наступна модель прогнозування банкрутства підприємства розроблена американським ученим Д. Фулмером для підприємств США у 1983 році. Для розробки моделі він використовував фінансові звіти 60 підприємств США, 30 з яких стали банкрутами, а 30 залишилися фінансово стійкими. Модель Фулмера має вигляд:

$$H = 5,528 K_1 + 0,212 K_2 + 0,073 K_3 + 1,27 K_4 + 0,12 K_5 + 2,235 K_6 + 0,575 K_7 + 1,083 K_8 + 0,984 K_9 - 3,075, \quad (5)$$

де  $K_1$  = Нерозподілений прибуток минулих років / Активи;  $K_2$  = Виручка від продажів / Активи;  $K_3$  = (Прибуток до оподаткування + Відсотки до сплати) / Власний капітал;  $K_4$  = Чистий Грошовий потік / (Короткострокові + Довгострокові зобов'язання);  $K_5$  = Довгострокові зобов'язання / Активи;  $K_6$  = Короткострокові зобов'язання / Активи;  $K_7$  =  $\log$  (матеріальні активи);  $K_8$  = Оборотний капітал / (Довгострокові + Короткострокові зобов'язання);  $K_9$  = [(Прибуток до оподаткування + Відсотки до сплати) / Відсотки до сплати].

У 1987 році Гуді (Goudie, 1987) тестував модифіковану модель Альтмана на даних виробничих і розподільних компаній Великобританії за період з 1960 по 1974 роки. Головна відмінність моделі Гуді від моделі Альтмана –

набір змінних, що використовуються. Однак процедура відбору змінних була запозичена ним у Бівера.

Таким чином, в 60–70-ті роки ХХ століття основним підходом для розробки моделей прогнозування банкрутства був багатовимірний дискримінантний аналіз. Пізніше, на початку 80-х рр., стали застосовуватися більше розвинуті моделі: логіт – аналіз (Олсон, 1980) і пробіт – аналіз (Zmijevsky, 1984).

Проблему адаптації зарубіжних методик у практиці оцінювання фінансового стану українських суб'єктів господарювання спробував вирішити вітчизняний економіст О. Терещенко. Він розробив дискримінантну функцію із 6 змінними [5]:

$$Z = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6, \quad (6)$$

де  $a_1, \dots, a_6$  – параметри дискримінантної функції, питома вага показників;  $X_1$  – коефіцієнт покриття;  $X_2$  – коефіцієнт фінансової автономії;  $X_3$  – коефіцієнт оборотності капіталу (активів);  $X_4$  – коефіцієнт рентабельності операційного продажу за Cash – flow;  $X_5$  – коефіцієнт рентабельності активів за Cash–flow;  $X_6$  – коефіцієнт оборотності позикового капіталу.

Одним із сучасних інструментів прогнозування банкрутства є нейронні мережі. Останні дослідження в області штучних нейронних мереж показали, що вони виступають потужним інструментом в розпізнаванні образів і класифікацій завдяки своїм нелінійним непараметричним властивостям адаптивного навчання. Більшість дослідників, що займалися проблемою прогнозування банкрутства, дійшли висновку, що нейронні мережі мають значно більш високу точність прогнозу, ніж класичні статистичні підходи.

У статті Джанг (Zhang, 1999) розглядається питання про те, чи дають нейронні мережі значущі переваги при оцінці ймовірності банкрутства. В своєму дослідженні він розглядає шість фінансових показників (п'ять таких же, як і в моделі Альтмана, а шостий – коефіцієнт поточної ліквідності). Для аналізу були взяті американські публічні компанії, що ведуть торги на Нью-Йоркській, американській біржах та біржі NASDAQ. За підсумками дослідження, Джанг дійшов висновку, що нейронні мережі дійсно є більше ефективним методом оцінки ймовірності банкрутства саме завдяки

тому, що опускаються передумови, значущі для традиційних статистичних моделей.

Пізніше, в 2009 році, З. Хо також опублікував роботу присвячену проблемам інтеграції традиційних статистичних підходів до оцінки ймовірності банкрутства та інноваційних підходів штучного інтелекту (Cho, 2009). Він запропонував об'єднати дискримінантний аналіз, логістичну регресію, нейронні мережі і модель дерева рішень. Тестування даної моделі на реальних даних показало, що по відношенню до кожного вихідного методу вона дає значно більшу ефективність отриманих результатів.

У світовій практиці в різні періоди і для різних економічних умов сформульовано різнотипові системи моделей для прогнозування оцінки загроз та ймовірності банкрутства суб'єкта господарювання. У базову основу цих моделей покладено дискримінантний аналіз (Multiple – discriminant analysis). Розглядаючи історію розвитку методики прогнозування банкрутства, необхідно відзначити, що аналіз фінансових показників почався з розробки єдиного коефіцієнта – коефіцієнта поточної ліквідності (current ratio), який використовується для оцінки платоспроможності.

Домінування перспективного аналізу над ретроспективним є чітко вираженим у базовій основі «школи прогнозування банкрутства компанії» (Distresses Predictors School). Безперечно, що базові засади цієї школи, сформульовані Альтманом, ґрунтуються насамперед на аналізі фінансової стійкості підприємства, оскільки цінність фінансової звітності визначається виключно її здатністю передбачити можливе банкрутство.

Підбір числових параметрів математичної моделі варто проводити зважаючи на вітчизняну специфіку. Найбільш адаптованою моделлю прогнозування ймовірності банкрутства банківських установ в Україні є модель прогнозування фінансової стійкості Банківські установи можуть досить успішно її використовувати для виявлення на ранній стадії ознак зароджуваного фінансового краху.

#### Список використаних джерел

1. Altman E. I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy / E. I. Altman // Journal of Finance. — 1968. — Vol. 23. — No. 4. — С. 589–609.

2. Agarwal, V., and Taffler, R., 2008. Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models. *Journal of Banking and Finance* 32, P. 1541–1551.
3. Beaver W. H. Have Financial Statements Become Less Informative Evidence from the Ability of Financial Ratios to Predict Bankruptcy (February 2, 2005) [Electronic resources] / W. H. Beaver, M. F. McNichols, Jung-Wu Rhie. — Access mode : <http://papers.ssrn.com>.
4. Подольська В. О. Фінансовий аналіз : навч. посібник / В. О. Подольська, О. В. Яріш. — К. : Центр навч. л-ри, 2007. — 488 с.
5. Терещенко О. О. Фінансова санація та банкрутство підприємства / О. О. Терещенко. — К. : КНЕУ, 2000. — 412 с.
6. Тридід О. М. Моделювання діагностики банкрутства комерційних банків / О. М. Тридід, Хонг-вен Чанг // Фінанси України. — 2002. — № 10. — С. 147—153.

**YEVHENIIA LINDER**

Kiev

### **EVOLUTION OF BANKRUPTCY PROBABILITY MODELS**

*In the article the basic bankruptcy predicting models of business entities for both foreign and domestic authors are evaluated. The suitability of foreign models for predicting bankruptcy Ukrainian banks are analyzed and advantages and disadvantages of each are listed.*

*In the paper was investigated which factors have the greatest impact on the future change in the financial state of the domestic banks. Particular attention is given to the use of modern methods such as artificial intelligence neural network. The article covered the following main provisions: principles of artificial neural networks, performance, and basic functions. In addition, it analyzes the use of artificial neural networks for economic entities bankruptcy predicting.*

*Ke ywords: bankruptcy, bankruptcy prediction model, financial ratios, discriminant analysis, multivariate analysis, neural networks.*

**ЕВГЕНИЯ ЛИНДЕР**

г. Киев

### **ЭВОЛЮЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА**

*В статье исследованы основные математические модели прогнозирования банкротства субъектов хозяйствования, проведена оценка пригодности зарубежных моделей к прогнозированию банкротства украинских банков Проанализированы возможности использования искусственных нейронных сетей для прогнозирования банкротства субъектов хозяйствования.*

*Ключевые слова: банкротство, модели прогнозирования банкротства, финансовые коэффициенты, дискриминантный анализ, многофакторный анализ, нейронные сети.*

Стаття надійшла до редколегії 04.06.2016