

УДК 336.71

МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ БАНКРУТСТВА БАНКІВ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ НАЇВНОГО БАЙЄСІВСЬКОГО КЛАСИФІКАТОРА

К. К. ПИСАНЕЦЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті досліджено коефіцієнти та показники фінансового стану, за допомогою яких можна зробити висновки щодо платоспроможності банків України. На основі наївного байєсівського класифікатора, відібраних коефіцієнтів та показників побудовано модель дискримінації для оцінки ризику банкрутства банків України.

Банківські установи у своїй діяльності стикаються з великою кількістю ризиків, які породжуються внутрішніми та зовнішніми факторами. Дослідження методів оцінки цих ризиків, зокрема ризику банкрутства банків, зумовлене важливістю оцінки стабільності функціонування банківських установ, що підтвердила Світова економічна криза, а також розвитком методів моделювання. На сучасному етапі для моделювання ризиків часто застосовуються методи, що використовують історичні дані та базуються на ймовірнісних характеристиках. Таким чином, у роботі досліджується метод оцінки ризику банкрутства банків, що був реалізований за допомогою наївного байєсівського класифікатора, який враховує специфіку українського банківського ринку.

Об'єкти та методи дослідження

На сьогодні проблема визначення методів оцінки ризиків банкрутства має суттєві наукові здобутки у сфері теоретичного аналізу та економіко-математичного моделювання. Дослідженням зазначеної проблеми займалися такі вітчизняні вчені, як Максименко Ю., Міщенко В., Пацера М., Потійко Ю., Примостка М., Раєвська Т., Шматов О., зарубіжні вчені Віл Форд, Джоріон П., Джейк Анселл, Джинні Мак, Кучерова О., Корнілов Ю., Севрук В., Чорних С, Ю Чанг Ху та інші. Проте, дослідження вище наведених вчених були присвячені або вивченню теоретичних аспектів ризику банкрутства, або ж його розрахунку для підприємств, зокрема, роздрібною торгівлі. Ми пропонуємо дослідження проблеми оцінки ризику банкрутства у банківській сфері, тому об'єктом дослідження у роботі виступає ризик банкрутства банків як один з основних ризиків фінансово-кредитних установ.

Постановка завдання

Метою даної роботи є дослідження застосування наївного байєсівського класифікатора для оцінки ризику банкрутства банків, створення на його основі моделі для банківського сектору України.

Результати та їх обговорення

На сучасному етапі розвитку економік країн світу діяльність суб'єктів господарювання неможлива без фінансово-кредитних відносин, що складаються між ними. Основу цих взаємовідносин забезпечують банки, які швидко та безперервно здійснюють операції, необхідні для забезпечення функціонування суб'єктів економічної діяльності [2].

Закон України «Про банки та банківську діяльність» визначає банк як юридичну особу, яка має виключне право на підставі ліцензії Національного банку України здійснювати у сукупності такі операції: залучення у вклади грошових коштів фізичних і юридичних осіб та розміщення зазначених коштів від свого імені, на власних умовах та на власний ризик, відкриття і ведення банківських рахунків

фізичних та юридичних осіб [1]. Банківські установи, що намагаються максимізувати свої прибутки, стикаються з великою кількістю ризиків, які породжені мінливістю економічного середовища, що є його невід'ємною характеристикою. Тому виникає потреба у дослідженні банківських ризиків та пошуку ефективних механізмів їх оцінки.

Одним з найбільш комплексних ризиків суб'єктів банківської діяльності є ризик банкрутства (неплатоспроможності). В Україні неплатоспроможність банку визначається як його неспроможність своєчасно та у повному обсязі виконати законні вимоги кредиторів через відсутність коштів або зменшення розміру капіталу до суми, що становить менше однієї третини мінімального розміру регулятивного капіталу. У разі істотної загрози платоспроможності банку Національний банк України має право призначити тимчасову адміністрацію, ввести мораторій на задоволення вимог кредиторів з метою створення сприятливих умов для відновлення фінансового стану банку [6].

У подальших дослідженнях будемо вважати комерційний банк платоспроможним, якщо величина його власного капіталу на певну дату більша від нуля. На відміну від цього, неплатоспроможний банк – це банк, який має нульову чи негативну величину власного капіталу. Інформаційним джерелом для здійснення аналізу виступає звітність комерційних банків [7].

Розглянемо коефіцієнти та показники фінансового стану банків. Існують такі коефіцієнти, що використовуються для загальної оцінки фінансового стану банку:

– **коефіцієнт ліквідних активів** – коефіцієнт виміру ліквідності, який обчислюється шляхом додавання до готівки та прирівняних до неї коштів міжбанківських активів за мінусом міжбанківських пасивів та позичок від центрального банку.

$$\text{– відношення дохідних активів до загальних активів: } K_1 = \frac{MK + KЮО + KФО + ЦП}{A}, \quad (1)$$

де MK – міжбанківські кредити, $KЮО$ – кредити, надані юридичним особам, $KФО$ – кредити, надані фізичним особам, $ЦП$ – цінні папери, A – сума активів.

– **співвідношення резервів під збитки за позиками та загальних позик**. Даний коефіцієнт характеризує якість банківського портфеля позик та покриття безнадійних боргів.

– **прибуток, або збиток банку**. Прибуток банку – це різниця між доходами та витратами банку.

Окрім вище розглянутих коефіцієнтів, наведемо такі показники, що характеризують ефективність діяльності банків:

$$\text{– дохід на активи: } K_2 = \frac{ДоА}{ЗА}, \quad (2)$$

де $ДоА$ – дохід на активи, $ЗА$ – загальні активи.

$$\text{– дохід на капітал: } K_3 = \frac{ПнО}{КЛ}, \quad (3)$$

де $ПнО$ – прибуток після оподаткування, $КЛ$ – капітал.

Показник доходу на активи характеризує ефективність використання всіх ресурсів, які банк отримав у своє розпорядження, а показник доходу на капітал – дохідність капіталу учасників. Дохід на капітал прийнято вважати узагальнюючим показником, а показник доходу на активи пропонується вважати частковим показником, який відображає внутрішню політику банку, професіоналізм його апарату, що підтримує оптимальну структуру активів та пасивів установи з точки зору доходів та витрат.

Вимірювання ефективності діяльності банку також визначається за допомогою таких показників:

$$\text{– чистий спред (ЧС):} \quad ЧС = \frac{ПО}{П} - \frac{ПС}{ПД}, \quad (4)$$

де *ПО* – проценти отримані, *П* – позики, *ПС* – проценти сплачені, *ПД* – підпроцентні депозити.

Даний коефіцієнт має враховувати лише активи та пасиви, до яких застосовуються процентні ставки. Таким чином, він виключає вплив безпроцентних депозитів «до запитання», капіталу та невиконаних вимог резервування на чисті отримані проценти, та на прибутки банку, а саме:

$$\text{– чиста маржа (ЧМ):} \quad ЧМ = \frac{(ДП - ВП)}{А}, \quad (5)$$

де *ЧМ* – чиста маржа, *ДП* – доходи від процентів, *ВП* – витрати на проценти, Даний коефіцієнт визначає здатність банку приносити прибуток.

$$\text{– інший операційний дохід до загальних активів (ІОДЗА):} \quad ІОДЗА = \frac{ІОД}{А}, \quad (6)$$

де *ІОД* – інший операційний дохід.

Даний коефіцієнт показує залежність від нетрадиційного доходу. Збільшення цього коефіцієнта може показувати нездорове намагання досягти спекулятивного прибутку, щоб замаскувати недостатність основного банківського доходу від процентів.

$$\text{– чистий операційний дохід до загальних активів (ЧОДЗА):} \quad ЧОДЗА = \frac{(ЧПД + ІОД)}{А}, \quad (7)$$

де *ЧПД* – чистий процентний дохід.

Даний коефіцієнт відрізняється від коефіцієнта доходу на активи на розмір непроцентних операційних витрат, сплачених податків та непередбаченого доходу чи збитку.

$$\text{– чиста операційна маржа (ЧОМ):} \quad ЧОМ = \frac{(ДДА + ВК)}{ФА} - \frac{ВП}{ПФ}, \quad (8)$$

де *ДДА* – дохід на додані активи, *ВК* – відповідна комісія, *ФА* – всі фінансові активи банку, *ПФ* – всі пасиви, що фінансуються.

Ще одним важливим аспектом, який необхідно враховувати при оцінці фінансового стану банку є його персонал. Розглянемо ще один коефіцієнт аналізу діяльності банку – **чистий дохід до витрат на утримання персоналу (ЧДВУП):**

$$ЧДВУП = \frac{ППО}{ВУР}, \quad (9)$$

де *ППО* – прибуток після оподаткування, *ВУР* – витрати на утримання робітників.

Описаний коефіцієнт вимірює окупність витрат на утримання працівників. Він показує чистий ефект рішень щодо працівників, незважаючи на те, чи ці рішення спрямовані на низьку кваліфікацію та низьку заробітну плату.

У роботі ми враховували вище наведені показники з метою найбільш обґрунтованої оцінки ризиків банкрутства банків України. Для проведення оцінки ми вважаємо доцільним обрати період з четвертого кварталу 2004 року по перший квартал 2009 року. Це пов'язано з тим що ми оцінимо період між кінцем одного фінансового колапсу та початком іншого.

Охарактеризуємо побудову байєсівського класифікатора. У даній роботі ми використовуємо байєсівський класифікатор для визначення того, чи буде банк банкрутом, чи буде працювати у

нормальному режимі. Перевагами використання наївного байєсівського класифікатора при побудові економіко-математичних моделей є відносно мала кількість даних для навчання, необхідна для оцінки потрібних для класифікації параметрів [9].

Поділимо усі банки на банки з високим та низьким ступенем ризику неплатоспроможності. Ми будемо визнавати банками з високим ступенем ризику ті, проти яких на момент подання звітності було розпочато процедуру ліквідації, у яких було введено тимчасову адміністрацію або мораторій, або ті, що були виключені з Державного реєстру банків по завершенні ліквідаційної процедури. З урахуванням наявної статистичної бази та ситуації, що на даний час склалася у банківському секторі України, ми віднесли до банків з високим ступенем ризику банкрутства ті, до яких введено тимчасову адміністрацію, або ті, проти яких розпочато процедуру ліквідації. До банків з низьким ступенем ризику – усі інші.

Далі, формалізуємо поставлене нами завдання оцінки ризику банкрутства банків, використовуючи наївний байєсівський класифікатор. Поділимо усі банки на такі два класи:

- клас *B* (bad) – з високим ступенем ризику банкрутства;
- клас *G* (good) – з низьким ступенем ризику банкрутства.

Для створення моделі на основі наївного байєсівського класифікатора ми побудували модель з заданим правилом розв'язку. Відповідним класифікатором нашої моделі буде функція R :

$$R(\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_n) = \arg \max_B P(\text{Bank} = \text{Klas}) \prod_{i=1}^n p(y_i = \hat{y}_i / \text{Bank} = \text{Klas}), \quad (10)$$

де $R(\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_n)$ – класифікатор, що базується на правилі розв'язку $\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_n$, y_i – i -тий показник або коефіцієнт фінансової діяльності банку, $P(\text{Bank} = \text{Klas})$ – ймовірність того, що банк належить до класу B або G .

На базі байєсівського класифікатора побудуємо дискримінантну функцію (функція, на основі якої обчислюється інтегральний показник фінансового стану (пояснювана змінна) за допомогою значень багатьох незалежних (пояснюючих) змінних з урахуванням вагомості кожної з них) Z , що буде виступати його аналогом:

$$Z = F(y_1, \dots, y_n). \quad (11)$$

Перед тим як перейти безпосередньо до результатів розрахунку моделей, варто зосередити увагу на процесі відбору показників, що у них використовуються. Важливою умовою вибору стало те, що обрані показники фінансового стану банків мають бути незалежними. Для вибору параметрів моделей було обрано десять показників, що у сукупності найкраще характеризують фінансовий стан банку. Це x_1 – коефіцієнт ліквідних активів, x_2 – відношення дохідних до загальних активів, x_3 – співвідношення резервів під збитки за позиками та загальних позик, x_4 – дохід на активи, x_5 – дохід на капітал, x_6 – чистий спред, x_7 – чиста маржа, x_8 – інший операційний дохід до загальних активів, x_9 – чистий операційний дохід до загальних активів, x_{10} – чистий дохід до витрат на утримання персоналу.

Для оцінки незалежності параметрів було обраховано кореляційну матрицю за даними за перший квартал 2009 року наведену у таблиці нижче. Якщо коефіцієнт кореляції перевищує значення 0,5, то будемо вважати, що коефіцієнти залежні. Тобто, з результатів представленої таблиці зроблено висновки про виключення параметрів x_4 , x_5 , x_8 та x_9 .

Кореляційна матриця показників діяльності банків України за I кв. 2009р.

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
x_1	1									
x_2	-0,27	1								
x_3	0,02	-0,20	1							
x_4	0,11	-0,02	-0,03	1						
x_5	-0,07	0,08	-0,11	0,85	1					
x_6	-0,31	-0,14	0,11	-0,05	0,03	1				
x_7	0,21	-0,03	0,38	0,20	-0,02	-0,04	1			
x_8	0,03	-0,22	0,29	-0,09	-0,06	0,00	-0,16	1		
x_9	0,19	-0,18	0,51	0,10	-0,06	-0,04	0,70	0,60	1	
x_{10}	0,02	0,06	-0,09	0,79	0,78	0,001	0,02	-0,07	-0,03	1

Після вибору коефіцієнтів було проведено перебір ряду функцій для знаходження найкращого вигляду моделі. В результаті проведених досліджень для 2009 року ми отримали найкращу дискримінантну функцію такого вигляду: $\hat{Z} = 1,096y_1 - 0,593y_2 + 0,402y_{10}$, (12)

де y_1 – коефіцієнт ліквідних активів, y_2 – відношення дохідних до загальних активів, y_{10} – чистий дохід до витрат на утримання персоналу.

Оскільки банківський ринок України є відносно однорідним у тому сенсі, що фінансові показники більшості банків мають близькі за розміром значення, ми здійснили класифікацію на основі даної дискримінантної функції по двадцяти групам для отримання більш точної класифікації.

Далі для моделі (12) на основі класифікатора (формула 10) необхідно розраховувати таке співвідношення:

$$\frac{p(B / Bank)}{p(G / Bank)} = \frac{p(B)}{p(G)} \prod_i \frac{p(y_i / B)}{p(y_i / G)}. \quad (13)$$

У нашій моделі, ми рахуємо дане співвідношення за допомогою дискримінантної функції (12), та тоді воно матиме такий вигляд:

$$\frac{p(B / Bank)}{p(G / Bank)} = \frac{p(B)}{p(G)} \cdot \frac{p(\hat{Z} / B)}{p(\hat{Z} / G)}. \quad (14)$$

Оскільки, $p(B / Bank) + p(G / Bank) = 1$, то ризик банкрутства банку можна оцінити через деяку ймовірність $p(B / Bank)$. Взввши логарифм по (14) отримаємо, таке співвідношення:

$$K = \ln \frac{p(B / Bank)}{p(G / Bank)} = \ln \frac{p(B)}{p(G)} + \ln \frac{p(\hat{Z} / B)}{p(\hat{Z} / G)}. \quad (15)$$

Тоді, банк класифікується таким чином, що він має високий рівень ризику банкрутства, якщо $K > 0$, та низький рівень ризику банкрутства у протилежному випадку [4]. Але, для українського банківського ринку є доцільним опустити цю межу з «0» до рівня «-4,5», що пов'язано з наявністю невеликої кількості банківських установ, що за обраним нами критерієм відносяться до групи «G».

Висновки

У роботі було проведено відбір незалежних показників, діяльності банків України. Було формалізовано умови банкрутства, визначено найбільш ефективні набори параметрів, а також побудовано дискримінантну функцію на основі наївного байесівського класифікатора.

Басівський метод базується на імовірнісних характеристиках. Для його реалізації у банківській сфері нами було побудовано дискримінантну функцію $\hat{Z} = 1,096y_1 - 0,593y_2 + 0,402y_{10}$, де y_1 – коефіцієнт ліквідних активів, y_2 – відношення дохідних до загальних активів, y_{10} – чистий дохід до витрат на утримання персоналу та підраховано класифікатор K . У результаті ми отримали наступний критерій класифікації: якщо $K > -4,5$, то банк має низький рівень надійності, якщо $K \leq -4,5$ – високий. Основною перевагою методу є можливість його використання при обмежених статистичних даних, а недоліком – значні помилки, що можуть виникати при високій неоднорідності вибірок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про банки і банківську діяльність» від 20.03.1991р. №872–XII зі змінами та доповненнями // Збірник законодавства з підприємницького права України. Збірник нормативних актів. – К.: – Атака. – 2000. – с. 312–318.
2. Банківська справа: Навч. Посібн./ За ред. Тиркала Р.І. – Тернопіль:– Карт-бланш. 2001. – 314с.
3. Введение в управление кредитным риском / Пер. с англ.; Под ред. О.Кучеровой. – Price Waterhouse, 1994 – 118с.
4. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятности и математическая статистика. – Київ: –Вища школа.– 1998. –215с.
5. Камінський, А.Б. Моделювання фінансових ризиків: Монографія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». –2006. – 304 с.
6. Петрук О. М. Банківська справа: Навч. посібник / Ф.Ф. Бутинець (ред.). – К. : Кондор, 2004. – 462с.
7. Черняк О.І. Техніка вибірових досліджень. – К.:– МІВВЦ.– 2001. – 248с.
8. Шматов О. Методика визначення рейтингу комерційних банків в Україні. // Вісник НБУ.– №5.– 1997.– с.39–41.
9. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. А.А. Лобанова и А. В. Чугунова. – М: –Альпина Паблишер.– 2003. – 786 с.
10. David W. Hosmer, Stanley Lemeshow. Applied Logistic Regression, 2nd ed. New York, Chichester, Wiley.– 2002. –392p .
11. McCallum, A. and Nigam K. «A Comparison of Event Models for Naive Bayes Text Classification». Workshop on Learning for Text Categorization, pp. 41–48. Technical Report WS-98-05. 1998.
12. www.bank.gov.ua
13. www.r-style.kiev.ua

Надійшла 06.04.2010