

ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ У СИСТЕМІ ДІАГНОСТИКИ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА БАНКУ

USING FUZZY LOGIC FOR DIAGNOSIS OF BANK BANKRUPTCY

Журавльова І.В.

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів,
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця

Філіпських О.С.

менеджер,
ПАТ «Укрсиббанк»

Розглянуто основні підходи до оцінки ймовірності банкрутства банку. Визначено переваги моделі оцінки, побудованої за допомогою апарату нечіткої логіки. Запропонована ієрархічна модель комплексної оцінки вірогідності банкрутства банку, розроблена на основі нечіткої логіки, яка дає можливість поєднати кількісні та якісні показники, використати експертні знання, дає змогу легко вносити зміни та не потребує різкої точності, що в підсумку забезпечує високу адекватність оцінки ймовірності банкрутства. Проведено емпіричні дослідження оцінки ймовірності банкрутства банку із застосуванням апарату нечітких множин.

Ключові слова: нечітка модель, ймовірність банкрутства, комплексна оцінка, функція належності, нечітка логіка.

Рассмотрены основные подходы к оценке вероятности банкротства банка. Определены преимущества модели оценки, построенной с помощью аппарата нечеткой логики. Предложена иерархическая модель комплексной оценки достоверности банкротства банка, разработанная на основе нечеткой логики, которая дает возможность совместить количественные и качественные показатели, использовать экспертные знания, позволяет легко вносить изменения и не требует строгой точности, что в итоге обеспечивает высокую адекватность оценки вероятности банкротства. Проведено эмпирические исследования оценки вероятности банкротства банка с применением аппарата нечетких множеств.

Ключевые слова: нечеткая модель, вероятность банкротства, комплексная оценка, функция принадлежности, нечеткая логика.

The main approaches to the evaluation of the probability of bank bankruptcy is considered. The advantages of model built using fuzzy logic device are estimated. A hierarchical model of a comprehensive assessment of the reliability of the bank's bankruptcy, is developed on the basis of fuzzy logic, which makes it possible to combine quantitative and qualitative indicators, to utilize the expertise, makes it easy to change and does not require strict accuracy, which ultimately provides high assessment of the adequacy of the probability of bankruptcy. A empirical researches of the probability of bank bankruptcy by using fuzzy sets are estimated.

Keywords: fuzzy model, the probability of bankruptcy, a comprehensive evaluation, membership function, fuzzy logic.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Підґрунтям фінансової безпеки країни є банківська система, яка залежить як від кон'юнктури на світових ринках [1, с. 88], так і від розвитку структурної кризи економіки України. Кількість банків, що стають неплатоспроможними і перебувають у стані ліквідації, має тенденцію до зростання, що негативно впливає на депресивні процеси у всій економіці. З цього можна зробити висновок, що незважаючи на значний методичний доробок вітчизняних і закордонних науковців щодо діагностики

кризових явищ, наявні підходи до діагностики банкрутства банків в Україні не дозволяють ефективно виявляти кризові явища на ранніх етапах. Саме тому для підвищення ефективності діагностики банкрутства банків потребує подальшого розвитку методичне забезпечення антикризового менеджменту банку. Банкрутство банку – це результат негативних процесів, які відбуваються в процесі його функціонування протягом тривалого часу. Виявлення кризових явищ якомога раніше може попередити або допомогти подолати їх і знизити ризики для інших суб'єктів підприємництва, пом'якшити

системну кризу. Це актуалізує проблеми розвитку методичного забезпечення діагностування ймовірності банкрутства і кризових ситуацій банківських установ як підґрунтя для управлінських рішень щодо попередження кризових явищ з урахуванням сучасних напрямів досліджень у сфері фінансового менеджменту.

Проблема формування адекватної діагностики банкрутства банку є досить актуальною на сьогоднішній день, адже є визначальною в процесі антикризового управління. Повна, всеохоплююча та достовірна діагностика ймовірності банкрутства дозволяє знайти сильні та слабкі місця у системі антикризового фінансового менеджменту, що значно полегшує процес управління банком. Застосування для комплексної оцінки ймовірності банкрутства банку нечітких технологій, які позбавлені багатьох недоліків економетричного підходу, дають змогу отримувати адекватні результати і формувати відповідні висновки стосовно прийняття антикризових управлінських рішень за неповної статистичної інформації, складних функціональних залежностей фінансової стійкості, ліквідності, рентабельності банку та врахувати невизначеності досліджуваного процесу функціонування банку в турбулентному ринковому середовищі. Модель пристосована для використання експертної інформації про об'єкт дослідження у вигляді логічних правил.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми і на які спирається автор. Вагомий внесок в обґрунтування та практичну розбудову теорії діагностики банкрутства банку зробили такі видатні науковці, як Е. Альтман, І. Балабанов, У. Бівер, А. Буздалін, В. Ковальов, Р. Ліс, Р. Сайфулін, А. Смольський, Г. Спрінгейт, Дж. Таффлер, Г. Тішоу, Є. Тренєнков, А. Шермет та ін. Серед українських вчених, що займають провідні позиції у розробленні проблеми діагностики банкрутства, доцільно відзначити роботи вітчизняних дослідників О. Васюренка, С. Козьменка, А. Мещерякова, В. Міщенко, А. Мороза, А. Єпіфанова, М. Савлука, І. Сала та інших. Аналіз праць вказаних науковців дозволяє ґрунтовно підійти до дослідження сутності поставленого наукового завдання, а також виявити питання, що залишаються невирішеними. Як зарубіжні, так і вітчизняні методики мають певні недоліки, що ускладнюють можливість їх застосування в умовах системної кризи в Україні. Зокрема, потребують доопрацювання та систематизації інструментарій ранньої діагностики банкрутства банків на основі сучасних методів. Застосуванням нечіткої логіки в економіці займалися О. Недосєкін [2], Ю. Зайченко [3], І. Журавльова [4], А. Кофман [5], А. Леоненков [6], А. Ротштейн А. [7], С. Штовба [8]. Саме використання апарату нечіткої логіки в системі діагностики банкрутства банку є завданням цього дослідження.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є обґрунтування і подальший розвиток методичного підходу до діагностики банкрутства банку з використанням сучасного інструментарію нечіткої логіки.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Враховуючи обґрунтування [9, с. 6-7; 10, с. 245], діагностика банкрутства як один з важливих превентивних інструментів банківського регулювання і самоменеджменту є процесом завчасного розпізнавання проблемності в діяльності банків – неплатоспроможності, збитковості, фінансової залежності від зовнішніх джерел фінансування, низької ділової активності – на стадії зародження кризи шляхом здійснення регулярного аналізу їх фінансового стану з отриманням оцінки схильності банків до банкрутства, а також якісної ідентифікації їх стану на конкретний момент часу з обов'язковою побудовою прогнозу становища в майбутньому. Тому в класичних моделях діагностики банкрутства використовують показники прибутковості, фінансової стійкості, ліквідності та ділової активності [11, с. 91-97]. Основними методами оцінки ймовірності банкрутства є: статистичні, що визначають ймовірності виникнення втрат на основі статистичних даних попереднього періоду і встановленні зони ризику; аналітичні, які оцінюють ймовірність виникнення втрат на основі математичних моделей; метод експертних оцінок як комплекс логічних і математико-статистичних методів з обробки результатів опитування групи експертів, причому ці результати є єдиним джерелом інформації [12, с. 76-79]. Для прогнозування банкрутства у світі використовується система економетричних моделей, які будуються на основі фінансових коефіцієнтів: п'ятифакторна модель Е. Альтмана, модель Спрінгейта, модель Ліса, тест Таффлера, коефіцієнт Бівера, [11, с. 91-97], методика декомпозиційного аналізу прибутковості власного капіталу або модель Дюпона [13, с. 102-103; 14, с. 64-66]. Використання найбільш поширених методів діагностування ймовірності банкрутства банків (рейтингових систем, коефіцієнтного аналізу та аналізу споріднених груп, комплексних оцінок банківських ризиків, статистичних моделей) у нашій країні ускладнено нерозвинутістю інформаційної бази для використання традиційних статистичних методів, складністю визначення показників, що використовують у закордонних практиках, низька достовірність інформації у відкритому доступу, та впливає на точність моделей; обмеженість кола застосування систем, які використовуються органами банківського нагляду, їх невисока оперативність та трудоємність [15, с. 391-392].

У зв'язку з цим пропонується здійснювати діагностику за допомогою теорії нечітких множин за методологією О. Недосєкіна [2], яка адаптована для аналізу ймовірності банкрутства банку.

На відміну від наведених інструментів, апарат нечітких множин володіє такими перевагами [16]: можливість оперувати вхідними даними, заданими нечітко: наприклад, безупинно змінювані в часі значення (динамічні задачі), значення, які неможливо задати однозначно (результати статистичних опитувань, рекламні компанії і т. д.); можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями «більшість», «можливе», «переважно» і т.д.; можливість проведення якісних оцінок як вхідних даних, так і виведених результатів: ви оперуєте не тільки власне значеннями даних, але їхнім ступенем вірогідності і їх розподілом; можливість проведення швидкого моделювання складних динамічних систем і їхній порівняльний аналіз із заданим ступенем точності: оперуючи принципами поведінки системи, описаними fuzzy-методами, ви, по-перше, не витрачаєте багато часу на з'ясування точних значень змінних і складання рівнянь, що їх описують, по-друге, можете оцінити різні варіанти вихідних значень.

Комплексна діагностика ймовірності банкрутства банку інтегрує результати усіх видів фінансового функціонування середовища банку.

Першим етапом є етап визначення лінгвістичних змінних та нечітких підмножин станів банку. Лінгвістична змінна Е «Стан банку» має п'ять значень: Е1 – нечітка множина «граничного незадовільного стану»; Е2 – нечітка множина «середнього незадовільного стану»; Е3 – нечітка множина «середнього незадовільного стану»; Е4 – нечітка множина «відносного незадовільного стану»; Е5 – нечітка множина «граничного задовільного стану». Відповідна змінній Е, лінгвістична змінна G «Ймовірність банкрутства банку» визначається таким чином: G1 – нечітка підмножина «гранична ймовірність банкрутства»; G2 – нечітка підмножина «висока ймовірність банкрутства»; G3 – нечітка підмножина «середня ймовірність банкрутства»; G4 – нечітка підмножина «низька ймовірність банкрутства»; G5 – нечітка підмножина «незначна ймовірність банкрутства». Носій множника G – показник ймовірності банкрутства банку g може знаходитись у діапазоні від 0 до 1 за визначенням. Необхідним є визначення для довільного окремого фінансового або управлінського показника X_i лінгвістичної змінної V_i «Рівень показника X_i » на нижче наведеній терм-множині значень: V_{i1} – підмножина «дуже низький рівень показника X_i »; V_{i2} – підмножина «низький рівень показника X_i »; V_{i3} – підмножина «середній рівень показника X_i »; V_{i4} – підмножина «високий низький рівень показника X_i »; V_{i5} – підмножина «дуже високий рівень показника X_i ».

Другим етапом доцільно буде здійснити відбір фінансових показників $X = \{X_n\}$ у кількості n. Перелік показників було обрано з урахуванням комплексності та відповідності їх для оцінки ймовірності банкрутства банку та рівня його

платоспроможності: X1 – коефіцієнт автономії, X2 – коефіцієнт надійності, X3 – рентабельність капіталу ROA, X4 – рентабельність активів ROE, X5 – загальний рівень прибутковості, X6 – коефіцієнт ліквідного співвідношення кредитів і депозитів. Значення відібраних показників наведено у табл. 1.

Таблиця 1
Значення фінансових показників
ПАТ «Сбербанк», відібраних
для діагностики

Показник		Роки		
Ідентифікатор	Найменування	2013	2014	2015
X1	коефіцієнт автономії	0,08	0,05	0,1
X2	коефіцієнт надійності	0,12	0,09	0,05
X3	рентабельність капіталу	0,04	0,02	0,01
X4	рентабельність активів	0,00	0,00	0,00
X5	загальний рівень прибутковості	1,41	0,63	1,54
X6	коефіцієнт ліквідного співвідношення кредитів і депозитів	1,37	1,62	1,52

Третім етапом є визначення значущості показників множини X. Для проведення даного етапу було використано метод експертних оцінок на основі якого було сформовано пріоритетність показників (табл. 2).

Таблиця 2
Множина показників, які характеризують
фінансовий стан ПАТ «Сбербанк» у порядку
зниження їх значущості

Показник		Роки		
Ідентифікатор	Найменування	2013	2014	2015
X2	коефіцієнт надійності	0,12	0,09	0,05
X6	коефіцієнт ліквідного співвідношення кредитів і депозитів	1,37	1,5	1,42
X5	загальний рівень прибутковості	1,41	0,63	1,54
X4	рентабельність активів	0,00	0,00	0,00
X3	рентабельність капіталу	0,04	0,02	0,01
X1	коефіцієнт автономії	0,08	0,05	0,1

Класифікатор рівнів ймовірності банкрутства банку представлено у табл. 3. Ступінь оціночної впевненості експерта у віднесенні показника до того чи іншого рівня описує функція належності, яка будується експертом для кожного рівня фінансового показника X_i (табл. 4).

На наступному етапі визначимо значення обраних показників, проведемо їх класифікацію і розпізнання поточного рівня показників у табл. 5.

Останнім етапом є безпосередньо оцінка ймовірності банкрутства банку.

Функціональний запис відносно впливу кожної змінної X_n на показник G визначається як:

$$r(G) = \delta_i r(X_i), \quad (1)$$

$$r(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{якщо параметр } X_i \text{ зростає;} \\ -1, & \text{якщо параметр } X_i \text{ знижується} \end{cases} \quad (2)$$

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо параметр } X_i \text{ супроводжується зростанням } U_i; \\ -1, & \text{якщо параметр } X_i \text{ супроводжується зниженням } U_i. \end{cases} \quad (3)$$

Отримавши набір функцій належності по кожному показнику X_i (табл. 5), розрахуємо систему Т-чисел для кожної функції, тобто значень V_k , за формулою:

$$V_k = \frac{\sum \delta_i * p_{ik}^{II} * \lambda_{ik}^{II}}{\sum \delta_i * p_{ik}^{II}} \leq 1; \quad k=1...5, \quad (4)$$

де значення δ_i відповідно обчислюється за формулою 3, а p_{ik} за шкалою Фішберна [17]:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}, \quad (5)$$

Значення показника δ_i дорівнюють одиниці, оскільки зростання кожного окремого часткового показника сприяє покращенню загального фінансового стану банку. Для оцінки зна-

Таблиця 3

Пропонований класифікатор рівнів ймовірності банкрутства банку

Показник	Лінгвістична змінна V_i «Рівень показника ймовірності банкрутства банку»				
	«дуже низький»	«низький»	«середній»	«високий»	«дуже високий»
X1	нижче 0	$0 < X1 < 0,01$	$0,01 < X1 < 0,4$	$0,04 < X1 < 0,7$	$0,7 < X1 < 1,00$
X2	нижче 0	$0 < X2 < 0,06$	$0,06 < X2 < 0,08$	$0,08 < X2 < 0,1$	$0,1 < X2 < 0,15$
X3	нижче 0	$0 < X3 < 0,1$	$0,1 < X3 < 0,13$	$0,13 < X3 < 0,15$	$X3 \geq 0,15$
X4	нижче 0,45	$0,45 < X4 < 0,55$	$0,55 < X4 < 0,65$	$0,65 < X4 < 0,85$	вище 0,85
X5	нижче 0	$0 < X5 < 0,02$	$0,02 < X5 < 0,05$	$0,05 < X5 < 0,1$	$X5 \geq 0,1$
X6	нижче 0	$0 < X6 < 0,5$	$0,5 < X6 < 0,8$	$0,8 < X6 < 1,1$	$1,1 \leq X6 \leq 1,5$

Таблиця 4

Оцінка фактичного рівня показників ПАТ «Сбербанк»

Ідентифікатор показника	Значення показника	Оцінка показника	Ступінь впевненості
2013 рік			
X2	0,12	«дуже високий»	1
X6	1,37	«дуже високий»	1
X5	1,41	«дуже високий»	1
X4	0,00	«дуже низький»	1
X3	0,04	«низький»	1
X1	0,08	«середній»	1
2014 рік			
X2	0,09	«високий»	1
X6	1,5	«дуже високий»	1
X5	0,63	«високий»	1
X4	0,00	«дуже низький»	1
X3	0,02	«низький»	1
X1	0,05	«низький»	1
2015 рік			
X2	0,05	«середній»	1
X6	1,42	«дуже високий»	1
X5	1,54	«дуже високий»	1
X4	0,00	«дуже низький»	1
X3	0,01	«низький»	1
X1	0,1	«середній»	1

чущості показників (P) використаємо формулу Фішберна. Для прикладу обчислимо значення показника P(X1): P(X1) = 0,042; P(X6) = 0,238; P(X5) = 0,190; P(X4) = 0,143; P(X3) = 0,095; P(X2) = 0,286. Значення показника V представлено в табл. 6.

Таблиця 5
Розпізнання поточного рівня показників, що характеризують ймовірність банкрутства ПАТ «Сбербанк» у 2013-2015 рр.

Показник	Результати				
	B11	B12	B13	B14	B15
2013 рік					
X2	0	0	0	0	1
X6	0	0	0	0	1
X5	0	0	0	0	1
X4	1	0	0	0	0
X3	0	1	0	0	1
X1	0	0	1	0	0
2014 рік					
X2	0	0	0	1	0
X6	0	0	0	0	1
X5	0	0	0	1	0
X4	1	0	0	0	0
X3	0	1	0	0	1
X1	0	1	0	0	0
2015 рік					
X2	0	0	1	0	0
X6	0	0	0	0	1
X5	0	0	0	0	1
X4	1	0	0	0	0
X3	0	1	0	0	1
X1	0	0	1	0	0

Таблиця 6
Значення показника V для ПАТ «Сбербанк»

Період, р	Значення V за функціями приналежності				
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
2013	0,809	0,000	0,143	0,000	0,042
2014	0,809	0,056	0,000	0,238	0,042
2015	0,952	0,000	0,000	0,000	0,042

Значення інтегрального показника ймовірності банкрутства банку G обчислюємо за допомогою формули:

$$G = \sum V_k * \beta_k, \quad (6)$$

де β_k – набір становищ для показника «ймовірність банкрутства банку».

Відповідно за кожним періодом значення показника складе:

$$G_{2013} = 0,075 * 0,809 + 0,3 * 0,000 + 0,5 * 0,143 + 0,7 * 0,000 + 0,925 * 0,048 = 0,177;$$

$$G_{2014} = 0,075 * 0,809 + 0,3 * 0,056 + 0,5 * 0,000 + 0,7 * 0,238 + 0,925 * 0,048 = 0,288;$$

$$G_{2015} = 0,075 * 0,952 + 0,3 * 0,000 + 0,5 * 0,000 + 0,7 * 0,000 + 0,925 * 0,048 = 0,116.$$

Проаналізувавши отримані дані, визначимо ймовірність настання банкрутства ПАТ «Сбербанк» і результати представимо у вигляді табл. 7.

Таблиця 7
Ймовірність банкрутства ПАТ «Сбербанк»

Період, рік	Інтервал значень	Класифікатор рівня параметра	Функція приналежності
2013	0,15 < G < 0,25	«гранично задовільний стан»	1
2014	0,25 < G < 0,35	«відносно незадовільний стан»	0,5
		«середньо незадовільний стан»	0,5
2015	0 < G < 0,15	«середньо незадовільний стан»	0,67
		«незадовільний стан»	0,33

Отже у відповідно до того, як були розподілені відсотки, можна стверджувати, що у 2013 р. ПАТ «Сбербанк» із упевненістю 100% мав гранично задовільний стан, у 2014 р. – рівноцінно міг мати відносно незадовільний стан або ж середньо незадовільний стан, тобто для більш коректного визначення необхідно провести аналіз додаткових показників фінансового стану. У 2015 р. із упевненістю 67% можна сказати, що банк знаходився на рівні середньо незадовільного стану і на 33% – незадовільного. Саме тому ПАТ «Сбербанк» рекомендується розробити заходи щодо нівелювання слабких сторін та вдосконалення фінансової стратегії з метою покращення фінансового стану та зменшення ймовірності настання банкрутства банку. Порівняємо результати оцінки ймовірності банкрутства банку на основі інтегрального показника та методикою нечітких множин і представимо результати у вигляді табл. 8.

Відповідно до наведених даних можна зробити висновок, що визначення ймовірності банкрутства банку за допомогою методичного підходу на основі використання нечітких множин є більш достовірним, адже відображає загальну тенденцію погіршення фінансового стану ПАТ «Сбербанк» протягом останніх трьох років. Тоді як відповідно до розрахунків за відомими методиками на основі інтегральних показників – банк має середню ймовірність.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямку. Підсумовуючи, зазначимо, що на підґрунті аналізу основних підходів до оцінки ймовірності банкрутства банку визначено їх недоліки, яких можливо запобігти на основі моделі оцінки, побудованої

Таблиця 8

Порівняння результатів оцінки ймовірності банкрутства банку на основі інтегрального показника (ІП) та нечітких множин (НМ)

Стан	Низька ймовірність	Середня ймовірність	Висока ймовірність
Гранично незадовільний стан		2013 рік (ІП) 2014 рік (ІП) 2015 рік (ІП)	
Незадовільний стан			2015 рік (НМ) – 33%
Середньо незадовільний стан		2014 рік (НМ) – 50%	2015 рік (НМ) – 67%
Відносно незадовільний стан		2014 рік (НМ) – 50%	
Гранично задовільний стан	2013 рік (НМ)		

за допомогою апарата нечіткої логіки. Запропонована модель комплексної оцінки вірогідності банкрутства банку, розроблена на основі нечіткої логіки, дає можливість поєднати кількісні та якісні показники, використати експертні знання, дозволяє легко вносити зміни та не потребує різкої точності, що в підсумку забезпечує високу адекватність оцінки ймовірності банкрутства. Порівняння результатів проведених емпіричних досліджень оцінки ймовірності банкрутства

банку із застосування інтегральних показників та оцінки, отриманої інструментом нечітких множин, підтвердили більшу достовірність аналітичних висновків, отриманих на основі нечітких множин. Перспективи подальших досліджень убачаємо в побудові системи підтримки прийняття рішень щодо антикризового управління банком, складовою якої є система діагностики ймовірності банкрутства з використанням інструменту нечітких множин.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Кабо Г. Развитие международного банковского бизнеса в условиях глобальных трансформаций / Г. Кабо // Вісник ОНУ ім. І.І. Мечнікова. – 2013. – Т. 18. – Вип. 1. – С. 88–93.
2. Недосекин А.О. Применение нечетких множеств в бизнесе, экономике и финансах [Електронний ресурс] / А.О. Недосекин – Режим доступу: // http://fsscef.narod.ru/2004/FSSCEF_N.pdf
3. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – К.: «Издательский дом «Слово», 2008. – 344 с.
4. Журавльова І.В. Застосування теорії нечітких множин до задач управління інтелектуальним споживчим капіталом // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: – Економічна, випуск 33-2. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – с. 126-131.
5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
6. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
7. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 1999. – 320 с.
8. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
9. Павлов Р.А. Рання діагностика банкрутства банків : автореф. дис. на здобуття наук. Ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.08 – гроші, фінанси і кредит / Р.А. Павлов. – Суми : [Б. В.], 2008. – 20 с.
10. Проскуряков К.І. Методологічні підходи запобігання банкрутству банків / К.І. Проскуряков, В.В. Бондаренко // Сталій розвиток економіки. – 2015. – № 1. – С.245– 251.
11. Костіна О.М. Методи та моделі діагностики кризового стану підприємства / О.М. Костіна, О.Є. Майборода // Вісник СумДУ. Серія «Економіка». – 2012. – № 4. – С. 91-97.
12. Сучасні методи моделювання оцінки банкрутства банківських систем / [Гострик О.М., Сокуренько П.І., Будніков В.М., Малишко В.С.] // Регіональні проблеми розвитку реального сектору економіки. – 2012. – Т. 1. – С. 76-79.
13. Примостка Л.О. Аналіз банківської діяльності: сучасні концепції, методи та моделі : [монографія] / Л.О. Примостка. – К. : КНЕУ, 2002. – 316 с.
14. Телегіна А.В. Аналіз ефективності банківського капіталу / А.В. Телегіна // Управління розвитком. – 2013. – № 11. – С. 64-66.
15. Чібісова В.І. Методи оцінки і прогнозування банкрутства підприємств / В.І. Чібісова // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. – 2012. – № 22. – С. 389-394.
16. Нечітка логіка [Електронний ресурс] / Офіційний сайт «Вікіпедія» – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Нечітка_логіка
17. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М.: Наука, 1978. – 362 с.