

ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ БАНКРУТСТВА ТА МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ЮРИДИЧНИХ ОСІБ

В даній статті розглянуто методи та моделі оцінки кредитоспроможності юридичних осіб. З метою покращення точності кредитного прогнозу запропоновано враховувати оцінку ризику банкрутства позичальника. Виконано математичний та прикладний аналіз методів інтелектуального аналізу даних для вимірювання кредитного ризику та ризику банкрутства. Аналіз кредитоспроможності підприємств здійснено за допомогою реалізованої інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, що використовує фінансові показники в якості вхідних параметрів.

This paper is devoted to methods and models adopted for estimating the creditworthiness of enterprises. To consider bankruptcy risk evaluation of the borrower were offered in order to improve accuracy of credit forecasting. Mathematical and applied analysis of intellectual data techniques for measuring credit and bankruptcy risk were done. Creditworthiness analysis of enterprises were employed by using implemented intellectual decision support system, which utilizes financial ratios as input parameters.

Ключові слова: ризик банкрутства, кредитоспроможність підприємства, фінансові показники, модель кредитного скорингу, модель Альтмана, моделі нечіткого логічного висновку.

1. Вступ

Кредитний ризик є широко досліджуваною темою в фінансовій сфері, особливо в періоди фінансової нестабільності. Під час кризи важливо оцінювати крім кредитоспроможності позичальника, ще й ризик його банкрутства. Саме тому, було запропоновано інтеграцію методів аналізу банкрутства та моделей оцінки кредитоспроможності юридичних осіб, що дозволить зменшити відсоток помилок 1-го і 2-го типу. Помилка першого типу виникає тоді, коли фірма-банкрут класифікувалася як фірма зі сприятливим фінансовим станом. Помилка другого типу виникає тоді, коли підприємство з нормальним фінансовим станом класифікується як потенційний банкрут. Обидві помилки можуть призвести до серйозних наслідків і збитків.

Для того, щоб відповідати вимогам Національного Банку України і рекомендаціям Базельського комітету по банківському нагляду, банкам необхідно мати ретельно розроблену політику по управлінню ризиками.

Одним з найважливіших складників даної політики являється набір професійно підібраних, з урахуванням економічного стану країни і специфіки діяльності банку, статистичних або математичних методів оцінки очікуваних та неочікуваних втрат.

2. Постановка задачі

Задано фінансові показники підприємств, які можуть бути отримані з щорічної фінансової звітності. Після попередньої обробки даних, що включає розрахунок фінансових факторів, що впливають на кредитоспроможність підприємства, необхідно оцінити ризик банкрутства позичальника. Ця оцінка у подальшому використовується для аналізу кредитоспроможності юридичної особи в якості вхідного параметру. Для оцінки ризику банкрутства запропоновано використовувати статистичну модель Альтмана та нечітко-множинний підхід Недосекіна. Основні методи для вимірювання кредитного ризику, що використовуються, є кредитний скоринг та моделі нечіткого логічного висновку. Після застосування даних методів необхідно отримати клас кредитоспроможності, до якого відноситься позичальник. На основі цієї класифікації кредитний менеджер може прийняти рішення про надання кредиту або про відмову у його наданні.

3. Виклад основного матеріалу дослідження

Першим методом для оцінки кредитоспроможності позичальника був обраний метод кредитного скорингу. Кредитний скоринг може бути визначений як систематичний метод для оцінки кредитного ризику, що виконує послідо-

вний аналіз факторів, які були визнаними такими, що впливають на рівень ризику. Процес кредитного скорингу починається саме з визначення цих факторів і їх врахування у модель. Фінансовим факторам, так само як і не фінансовим компонентам надається кредитна оцінка або 1, або 2, або 3 (таблиця 1). Кредитна оцінка 1 означає високий рівень ризику банкрутства, 2

представляє середній ризик та кредитна оцінка 3 показує низький рівень ризику банкрутства. Таким чином, низька кредитна оцінка показує високий ризик і меншу кредитоспроможність корпорації, а висока кредитна оцінка представляє низький рівень ризику банкрутства і більшу кредитоспроможність корпорації.

Табл. 1. Модель кредитного скорингу для підприємств

	Скоринг	Скоринг	Скоринг	Скоринг
1. Фінансові фактори = 80%	1	2	3	
Коефіцієнти ліквідності				
Коефіцієнт поточної ліквідності	<1	1 – 1,5	>1,5	
Коефіцієнт миттєвої ліквідності	<0,75	0,75 – 1,25	>1,25	
Коефіцієнти рентабельності				
Чистий валовий прибуток	<1,5%	1,5 – 5%	>5%	
Рентабельність по операційному прибутку	<1,5%	1,5 – 5%	>5%	
Рентабельність по чистому прибутку	<1,5%	1,5 – 5%	>5%	
Рентабельність активів	<5%	5 – 15%	>15%	
Рентабельність власного капіталу	<10%	10 – 20%	>20%	
Зростання продажів (за минулі 2 роки)	<5%	5 – 20%	>20%	
Показники використання фінансових коштів				
Заборгованість до власного капіталу	>1,2	0,8 – 1,2	<0,8	
Загальна заборгованість до активів	>1,2	0,8 – 1,2	<0,8	
Коефіцієнт фінансової заборгованості	>5	1,5 – 5	< 1,5	
Коефіцієнти покриття				
Коефіцієнт покриття процентних ставок	<1	1 – 1,5	>1,5	
Коефіцієнт покриття обслуговування боргу	<1,2	1,2 – 2	>2	
Діяльність / Коефіцієнти ефективності				
Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості – дні	>120	60 – 120	<60	
Період оборотності запасів	>180	90 – 180	<90	
Оборотність кредиторської заборгованості – дні	>90	30 – 90	<30	
Ринкові показники				
Прибуток на акцію	<10	10 – 50	>50	
Відношення ціни акції до доходу	<20	20 – 25	>25	

	Скоринг	Скоринг	Скоринг	Скоринг
Z оцінка Альтмана = 10%	<1,8	1,8 – 2,99	>2,99	
Загальна оцінка – фінансові фактори				80 (макс)
2. Не фінансові фактори = 20%				
Кредитний рейтинг	CCC-C	B-BBB	A-AAA	
Кредитна історія – дні	>=90	>=30 і <90	Дефолту не було	
Загальна оцінка – не фінансові фактори				20 (макс)
Загальна оцінка				100 (макс)

Існує чотири класи ризику, а саме А, В, С, D (таблиця 2). Клас ризику 'А', коли кредитна оцінка знаходиться в діапазоні 91-100%, показує відсутність ризику банкрутства та відповідає найвищій кредитній оцінці. Клас ризику 'В' показує найнижчий ризик банкрутства завдяки високій кредитній оцінці. Клас ризику 'С' представляє середній рівень кредитного ризику, так як має середній рівень кредитної оцінки. Клас ризику 'D' визначає високий рівень ризику і має кредитну оцінку нижче середньої. Коли кредитна оцінка нижча за 55%, підприємство не отримує кредит [1].

Табл. 2. Діапазони кредитної оцінки та класи ризику

Діапазон кредитної оцінки, %	Оцінка фінансового стану підприємства	Клас ризику
91 – 100	Найвища	А
76 – 90	Висока	В
55 – 75	Середня	С
<55	Нижче середнього	Д

Таким чином, при аналізі кредитоспроможності підприємства за методом кредитного скорингу було враховано оцінку ризику банкрутства, розраховану за допомогою статистичної моделі Альтмана. Модель Альтмана використовує класичний метод багатовимірної дискримінантного аналізу і має наступний вигляд:

$$Z = 1,2 * K_1 + 1,4 * K_2 + 3,3 * K_3 + 0,6 * K_4 + 1,0 * K_5,$$

де K_1 – власний оборотний капітал / сума активів;

K_2 – нерозподілений прибуток / сума активів;

K_3 – прибуток до сплати відсотків / сума активів;

K_4 – ринкова вартість власного капіталу / вартість позикового капіталу;

K_5 – об'єм продажів / сума активів.

В результаті після підрахунку Z-показника можна зробити наступний висновок:

якщо $Z < 1,8$ – дуже висока ймовірність банкрутства;

якщо $1,8 \leq Z < 2,7$ – висока ймовірність банкрутства;

якщо $2,7 \leq Z \leq 2,99$ – банкрутство можливе;

якщо $Z \geq 3,0$ – ймовірність банкрутства дуже мала [4].

Другим інструментом оцінки кредитного ризику є модель нечіткого логічного висновку Мамдані. Аналіз кредитоспроможності діючого підприємства на основі цього підходу складається з наступних етапів:

Етап 1. Лінгвістичні змінні і нечіткі підмножини.

На цьому етапі необхідно ввести лінгвістичні змінні, що описують кредитоспроможність позичальників.

– Кредитна історія (бездоганна, погана, нема даних). Змінна – чітка і приймає значення від 0 до 1.

– Фінансово-економічний стан (стабільний, негативні тенденції, позитивні тенденції).

Етап 2. Визначення показників.

- Коефіцієнт незалежності.

- Коефіцієнт миттєвої ліквідності.

- Період оборотності запасів.

- Ймовірність несвоєчасного погашення.

- Ризик збитків.

- Стан документації.

- Банкрут (так або ні).

- Забезпечення (першокласне, ліквідне, неліквідне, можливі проблеми, відсутність). Вид змінної - нечітка. Функція приналежності для терму «першокласне забезпечення»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 0, & x < 0,8, \quad x > 1; \\ 1, & x = 1; \\ 5x - 4, & 0,8 \leq x \leq 1. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «ліквідне забезпечення»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 0, & x < 0,6, \quad x > 0,8; \\ 1, & x = 0,8; \\ 5x - 3, & 0,6 \leq x \leq 0,8. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «неліквідне забезпечення»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 0, & x < 0,4, \quad x > 0,6; \\ 1, & x = 0,6; \\ 5x - 2, & 0,4 \leq x \leq 0,6. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «можливі проблеми з забезпеченням»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 0, & x < 0,2, \quad x > 0,4; \\ 1, & x = 0,4; \\ 5x - 1, & 0,2 \leq x \leq 0,4. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «відсутність забезпечення»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 0, & x < 0, \quad x > 0,2; \\ 1, & x = 0,2; \\ 5x, & 0 \leq x \leq 0,2. \end{cases}$$

Етап 3. Формування бази правил системи нечіткого висновку.

На цьому етапі визначаються правила для класифікації позичальника з урахуванням рівня забезпечення по кредитній операції.

Етап 4. Фазифікація вхідних параметрів.

Для того, щоб визначити значення лінгвістичних змінних необхідно порівняти значення вибраних коефіцієнтів за поточний період і за минулий період, тобто необхідно визначити значення дельти для кожного коефіцієнта. Будемо розглядати дельту для кожного показника як нечітку змінну. Для неї необхідно ввести функцію приналежності.

1. Коефіцієнт незалежності. Сам коефіцієнт змінюється від 0 до 1. Дельта змінюється від -1 до 1.

Функція приналежності для терму «Стабільний»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 1 + 20d, & \text{якщо } -0,05 \leq d < 0; \\ 1, & \text{якщо } d = 0; \\ 1 - 20d, & \text{якщо } 0 < d \leq 0,05; \\ 0, & \text{якщо } d \leq -0,05, \quad d \geq 0,05. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «Негативні тенденції»:

$$\mu(d) = \begin{cases} -20d, & \text{якщо } -0,05 \leq d < 0; \\ 1, & \text{якщо } -1 \leq d < -0,05; \\ 0, & \text{якщо } 0 \leq d. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «Позитивні тенденції»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 20d, & \text{якщо } 0 < d \leq 0,05; \\ 1, & \text{якщо } 0,05 < d \leq 1; \\ 0, & \text{якщо } d \leq 0. \end{cases}$$

2. Коефіцієнт миттєвої ліквідності. Сам коефіцієнт змінюється від 0 до 1. Дельта змінюється від -1 до 1.

Функція приналежності для терму «Стабільний» має наступний вигляд:

$$\mu(d) = \begin{cases} 1 + 10d, & \text{якщо } -0,1 \leq d < 0; \\ 1, & \text{якщо } d = 0; \\ 1 - 10d, & \text{якщо } 0 < d \leq 0,1; \\ 0, & \text{якщо } d \leq -0,1, \quad d \geq 0,1. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «Негативні тенденції» виглядає наступним чином:

$$\mu(d) = \begin{cases} -10d, & \text{якщо } -0,1 \leq d < 0; \\ 1, & \text{якщо } -1 \leq d < -0,1; \\ 0, & \text{якщо } 0 \leq d. \end{cases}$$

Функція приналежності для терму «Позитивні тенденції»:

$$\mu(d) = \begin{cases} 10d, & \text{якщо } 0 < d \leq 0,1; \\ 1, & \text{якщо } 0,1 < d \leq 1; \\ 0, & \text{якщо } d \leq 0. \end{cases}$$

3. «Період оборотності запасів». Сам коефіцієнт змінюється від 0 до 180. Дельта змінюється від -1 до 1.

Функція приналежності термів «Стабільний», «Негативні тенденції» та «Позитивні тенденції» має аналогічний до коефіцієнту миттєвої ліквідності вигляд.

4. Ймовірність несвоєчасного погашення (низька, середня, висока, дуже висока). Ймовірність змінюється від 0 до 1.

Функція приналежності дельти до терму «низька»:

$$\mu(p) = \begin{cases} 1 - 20p, & \text{якщо } 0 \leq p < 0,05; \\ 1, & \text{якщо } p = 0; \\ 0, & \text{якщо } p \geq 0,05. \end{cases}$$

Функція приналежності дельти до терму «середня»:

$$\mu(p) = \begin{cases} 3,33 - 33,33p, & \text{якщо } 0,07 \leq p < 0,1; \\ 1, & \text{якщо } 0,05 < p < 0,07; \\ 0, & \text{якщо } p \geq 0,1, \quad p \leq 0,05. \end{cases}$$

Функція приналежності до терму «висока»:

$$\mu(p) = \begin{cases} 33,33p - 2,33, & \text{якщо } 0,07 \leq p < 0,1; \\ -5p + 2,5, & \text{якщо } 0,3 < p \leq 0,5; \\ 1, & \text{якщо } 0,1 < p \leq 0,3; \\ 0, & \text{якщо } p \geq 0,5, p \leq 0,07. \end{cases}$$

Функція приналежності до терму «дуже висока»:

$$\mu(p) = \begin{cases} 5p - 1,5, & \text{якщо } 0,3 < p < 0,5; \\ 1, & \text{якщо } 0,5 \leq p; \\ 0, & \text{якщо } p \leq 0,3. \end{cases}$$

5. Ризик збитків (високий, середній, низький). В якості показника даного ризику запропоновано використовувати оцінку ризику банкрутства, яка може бути розрахована за допомогою матричного методу прогнозування банкрутства Недосекіна, заснованого на апараті нечітких множин. Метод Недосекіна складається з наступних етапів: визначення лінгвістичних змінних і нечітких множин, побудова набору окремих показників, що впливають на оцінку ризику банкрутства, визначення рівня значущості кожного показника, класифікація ступеня ризику, класифікація значень показників, оцінка рівня показників, класифікація рівня показників, оцінка ступеня ризику, лінгвістичне розпізнавання [2].

Етап 5. Логічний висновок. На цьому етапі необхідно знайти рівні «відсікання» для передумов кожного із правил з використанням операції перетину у формі \min , а також «усічені» функції приналежності для виходів правил.

Етап 6. Композиція виходів. Проводиться об'єднання знайдених усічених функцій з використанням операції \max , що приводить до отримання кінцевої нечіткої підмножини для вихідної змінної.

Етап 7. Приведення до чіткості (дефазифікація). Приведення до чіткості здійснюється центроїдним методом [3].

4. Побудова інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР)

Для практичної реалізації вищезазначених методів оцінки кредитоспроможності підприємств і порівняння їх ефективності та результатів роботи реалізовано ІСППР, що працює за алгоритмом, представленим на блок-схемі (рис. 1).

В якості вхідних змінних ІСППР використовуються фінансові показники юридичної особи, які можуть бути отримані з щорічної фінансової звітності, а саме: оборотні активи, поточні зобов'язання, товарно-матеріальні запаси, чистий дохід від реалізації продукції, собівартість реалізованої продукції, прибуток від операційної діяльності, чистий прибуток, необоротні активи, власний капітал, довгострокова заборгованість, короткострокова заборгованість, сума активів, прибуток до сплати відсотків і податків, фінансові витрати, амортизація, загальні зобов'язання, обсяг продажів, дебіторська заборгованість, кредиторська заборгованість, кредитна історія, нерозподілений прибуток, ринкова вартість власного капіталу, вартість позикового капіталу.

Після введення цих показників відбувається попередня обробка даних, що включає розрахунок фінансових факторів, що впливають на кредитоспроможність підприємства.

Наступним етапом роботи ІСППР є оцінка ризику банкрутства за моделлю Альтмана та нечітким матричним методом Недосекіна. Після оцінки банкрутства підприємства проводиться аналіз кредитоспроможності юридичної особи за методом кредитного скорингу та за моделлю нечіткого логічного висновку Мамдані. На виході системи користувач отримує кредитний рейтинг позичальника, на основі якого він може прийняти рішення про надання йому кредиту або про відмову.

Для аналізу результатів було обрано 40 підприємств, 20 з яких є офіційно визнаними банкрутами і обіг їх акцій було анульовано на ринку цінних паперів. Інші 20 підприємств офіційно вважаються працездатними на сьогоднішній день.

Проаналізувавши першу групу підприємств «банкрутів» за допомогою моделі Альтмана за два роки до дефолту, було отримано наступні результати (табл.3). Таким чином, модель Аль-

тмана в середньому показує правильний результат з точністю 0,65 для підприємств, які є потенційними банкрутами.

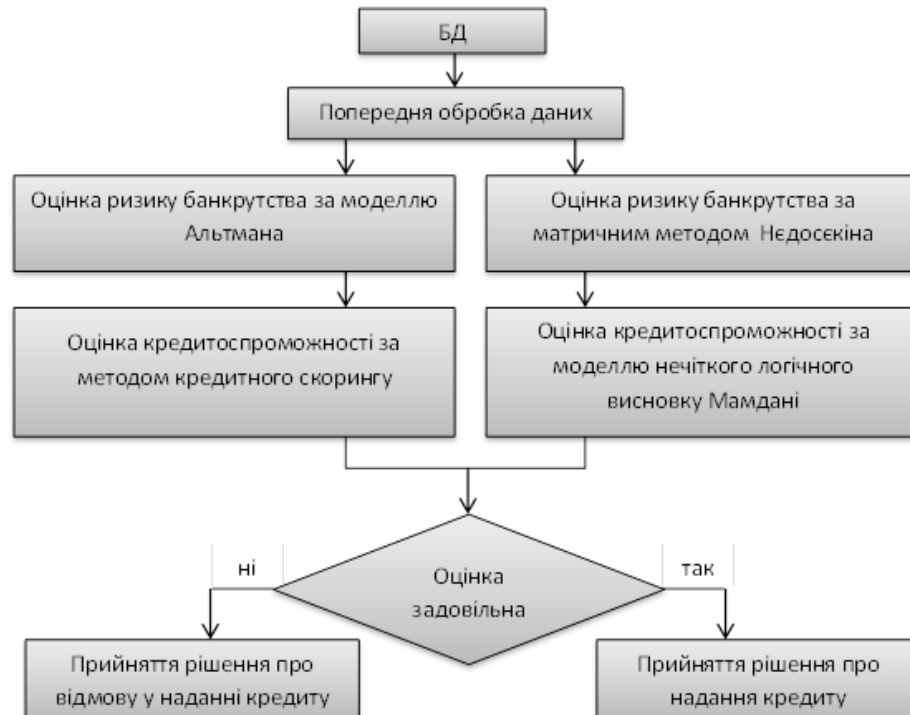


Рис. 1. Блок-схема розробленої ІСППР

Табл. 3. Результати прогнозу ризику банкрутства за моделлю Альтмана «підприємства - банкрути»

Група	Кількість компаній	Прогноз ризику банкрутства		
		Високий	Середній	Низький
За два роки до банкрутства	20	60% (12)	5% (1)	35% (7)
За рік до банкрутства	20	70% (14)	0% (0)	30% (6)
Середнє за два роки	20	65%	2.5%	32.5%

Для другої групи підприємств, які вважаються працездатними, були отримані наступні результати (табл. 4). Рівень точності прогнозу-

вання ризику працездатності протягом досліджуваного періоду для підприємств не банкрутів складає 0,925.

Табл. 4. Результати прогнозу ризику банкрутства за моделлю Альтмана «підприємства – не банкрути»

Група	Кількість компаній	Прогноз ризику банкрутства		
		Високий	Середній	Низький
За 2009 рік	20	5% (1)	5% (1)	90% (18)
За 2010 рік	20	0% (0)	5% (1)	95% (19)
Середнє за два роки	20	2.5%	5%	92.5%

Також був проведений аналіз фінансового стану цих самих підприємств за допомогою нечітко-множинного методу Недосекіна. Результати аналізу підприємств-банкрутів приве-

дені у таблиці 5. Таким чином, підхід Недосекіна дає правильний прогноз для підприємств, які є потенційними банкрутами з середньою точністю 0,95.

Табл. 5. Результати прогнозу ризику банкрутства за моделлю Недосекіна «підприємства – банкрути»

Група	Кількість компаній	Прогноз ризику банкрутства	
		Банкрути	Не банкрути
За два роки до банкрутства	20	95% (19)	5% (1)
За рік до банкрутства	20	95% (19)	5% (1)
Середнє за два роки	20	95%	5%

Для другої групи були отримані наступні результати, приведені у таблиці 6. Прогнозна то-

чність підходу для підприємств не банкрутів складає 0,825.

Табл. 6. Результати прогнозу ризику банкрутства за моделлю Недосекіна «підприємства – не банкрути»

Група	Кількість компаній	Прогноз ризику банкрутства	
		Банкрути	Не банкрути
За 2009 рік	20	10% (2)	90% (18)
За 2010 рік	20	25% (5)	75% (15)
Середнє за два роки	20	17.5%	82.5%

Також був проведений аналіз результатів оцінки кредитного ризику за моделлю нечіткого логічного висновку Мамдані. Результати аналізу підприємств не банкрутів представлені у таблиці 7, підприємств банкрутів – у таблиці

8, загальний аналіз підприємств – у таблиці 9. При цьому інтерпретація рейтингу наступна: рейтингу класу А відповідає низький рівень кредитного ризику, рейтингам класів Б і В – середній, а рейтингам класів Г і Д – високий.

Табл. 7. Результати аналізу кредитоспроможності за моделлю Мамдані «підприємства – не банкрути»

Назва класу	А	Б	В	Г	Д
Кількість підприємств, що належать до класу	8	4	6	2	0

Табл. 8. Результати аналізу кредитоспроможності за моделлю Мамдані «підприємства – банкрути»

Назва класу	А	Б	В	Г	Д
Кількість підприємств, що належать до класу	0	0	5	7	8

Табл. 9. Результати аналізу кредитоспроможності підприємств за моделлю Мамдані

Назва класу	А	Б	В	Г	Д
Кількість підприємств, що належать до класу	8	4	11	9	8

5. Висновки

Невід’ємною частиною оцінки кредитоспроможності є оцінка банкрутства позичальника. Інтеграція методів оцінки кредитного ризику та ризику банкрутства дозволяють покращити прогнозу якість. Використання моделей кредитного скорингу дозволяє уникнути дискримі-

нації позичальників. Моделі нечіткого логічного висновку можуть виражати людські експертні знання і досвід, а також працювати з нечітко сформульованою інформацією про позичальників. У подальшому планується застосування штучних нейронних мереж для аналізу кредитного ризику.

Список посилань

1. Samreen A. Design and Development of Credit Scoring Model for the Commercial Banks in Pakistan: Forecasting Creditworthiness of Corporate Borrowers / A. Samreen, F. Batul Zaidi, A. Sarwar // *International Journal of Business and Commerce*. – 2013. – vol.2, № 5. – p. 1-26.
2. Зайченко Ю.П. Комплексний аналіз ризику банкрутства корпорацій в умовах неопределенности / Ю.П. Зайченко // *International Journal ‘Information Technologies Knowledge’*. – 2012. – vol.6, № 2, – p. 103-125.
3. Зайченко Ю.П. Оцінка кредитних банківських ризиків з використанням нечіткої логіки / Ю.П. Зайченко // *Системні дослідження та інформаційні технології*. — 2010. — № 2. — С. 37–54.
4. Зайченко Ю.П. Нечіткі моделі і методи в інтелектуальних системах: учбовий посібник для студентів вищих навчальних закладів / Ю.П. Зайченко. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2008. – 344 с.