

Дипломна робота на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.040303 «Системний аналіз»

на тему: Аналіз фінансового стану та прогнозування ризику банкрутств підприємств в умовах невизначеності з використанням нейронних мереж

Виконала: студентка 4 курсу, групи КА-33
Войтенко Анна Федорівна

Науковий керівник: д. т. н., проф. Зайченко Юрій Петрович

Мета, об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт: процеси аналізу фінансового стану підприємств та оцінки ризику можливого банкрутства.

Предмет: моделі та методи аналізу фінансового стану й прогнозування ризику банкрутства підприємств в умовах невизначеності з використанням нечітких нейронних мереж.

Мета: аналіз фінансового стану й прогнозування ризику банкрутств підприємств стосовно економіки України в умовах невизначеності та порівняльний аналіз ефективності різних методів: класичних та нечітких.

Актуальність: питанню прогнозування ризику банкрутств підприємств в економічній науці приділяється значна увага. Це зумовлене тим, що банкрутство певного суб'єкта призводить до порушення макроекономічної рівноваги. Від того, наскільки об'єктивно проведено оцінку ступеня ймовірності банкрутства підприємства залежить його ціна, його інвестиційна привабливість, що також відбивається на економічних інтересах держави. Використання методів із застосуванням апарату нечіткої логіки та нечітких нейронних мереж є актуальним для задач, в яких дані є ненадійними і слабо формалізованими. Це в значній мірі допомагає діяти в умовах невизначеності.

Постановка задачі дослідження

- ❖ Дослідити модель Альтмана;
- ❖ Дослідити модель Терещенка;
- ❖ Дослідити матричний метод Недосєкіна;
- ❖ Дослідити нечітку нейронну мережу Мамдані;
- ❖ Дослідити нечітку нейронну мережу Цукамото;
- ❖ Проаналізувати отримані результати на визначити найефективнішу модель;

Модель Альтмана

$$Z = 1.2 K_1 + 1.4 K_2 + 3.3 K_3 + 0.6 K_4 + 1.0 K_5$$

K1 - власний оборотний капітал / сума активів;

K2 - нерозподілений прибуток / сума активів;

K3 - прибуток до сплати відсотків / сума активів;

K4 - ринкова вартість власного капіталу / вартість позикового капіталу;

K5 - обсяг продажів / сума активів.

якщо $Z \leq 2,7$ - висока ймовірність банкрутства;

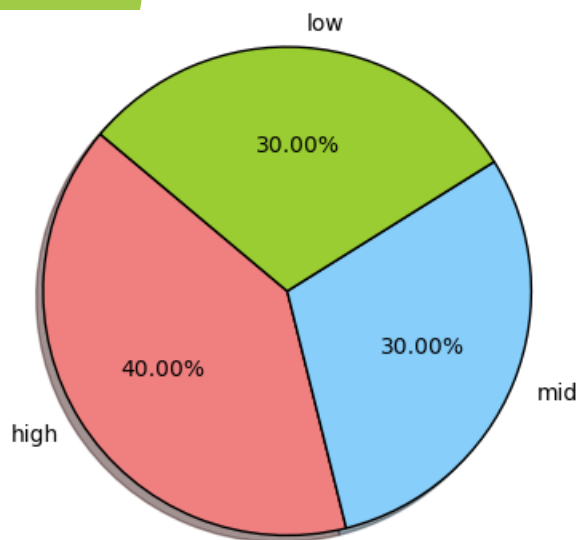
якщо $2,7 < Z \leq 2,99$ - можливе банкрутство;

якщо $Z > 2,99$ - ймовірність банкрутства вкрай мала.

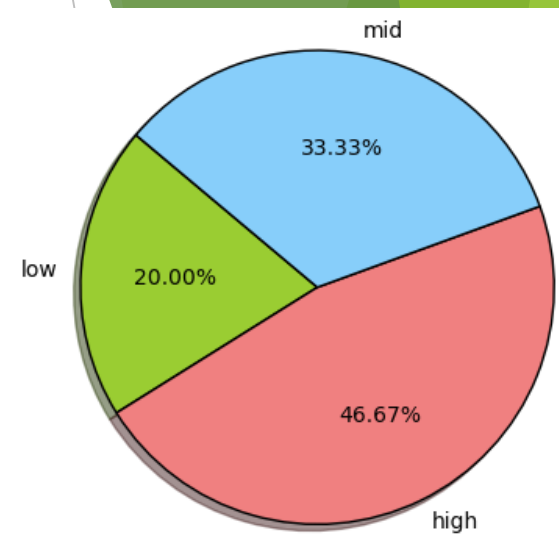
Дослідження моделі Альтмана

5

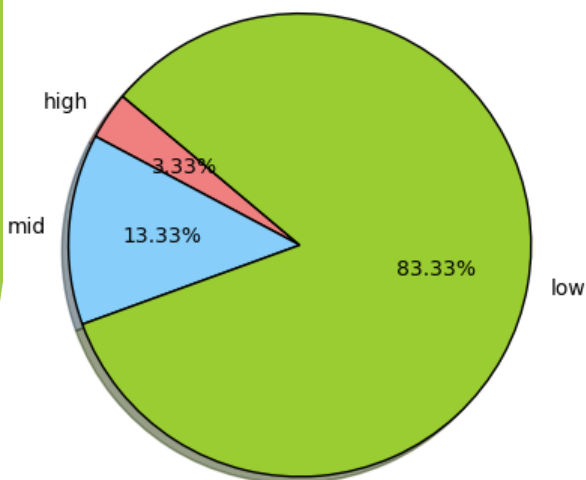
Результати прогнозу по моделі Альтмана «підприємства - банкрути»



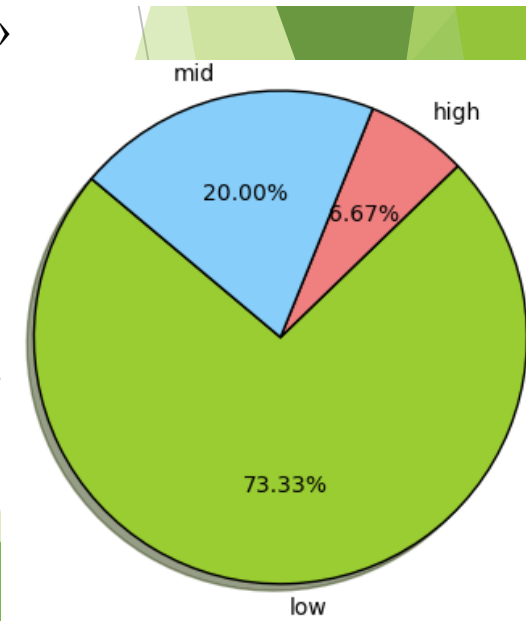
Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства		
		Високий	Середній	Низький
За два роки до банкрутства	30	40% (12)	30% (9)	30% (9)
За рік до банкрутства	30	46.67 % (14)	33.33 % (10)	20% (6)
Середнє за два роки	30	43%	32%	25 %



Результати прогнозу по моделі Альтмана «підприємства – не банкрути»



Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства		
		Високий	Середній	Низький
За два роки до банкрутства	30	3.33% (1)	13.33% (4)	83.34% (25)
За рік до банкрутства	30	6.67 % (2)	20 % (6)	73.33% (22)
Середнє за два роки	30	5%	17%	78%



Модель Терещенка

$$Z = 1,5X_1 + 0,08X_2 + 10X_3 + 5X_4 + 0,3X_5 + 0,1X_6$$

X_1 – відношення грошових надходжень до зобов'язань;

X_2 – відношення валюти балансу до зобов'язань;

X_3 – відношення чистого прибутку до середньорічної суми активів;

X_4 – відношення прибутку до виручки;

X_5 – відношення виробничих запасів до виручки;

X_6 – відношення виручки до основного капіталу.

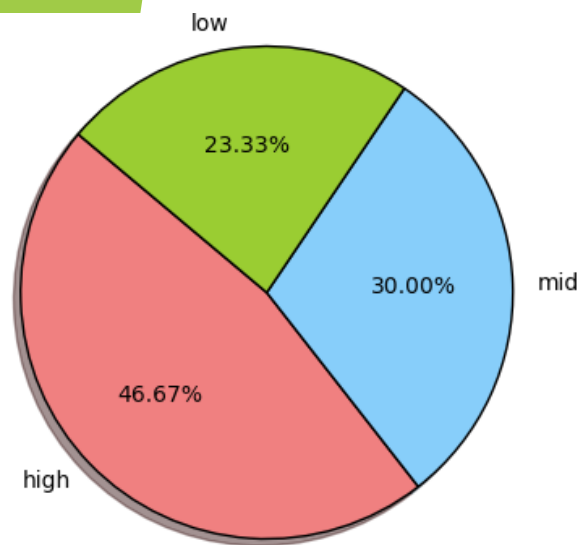
коли $Z > 2$ – банкрутство не загрожує;

коли $1 < Z < 2$ – фінансова стійкість порушена;

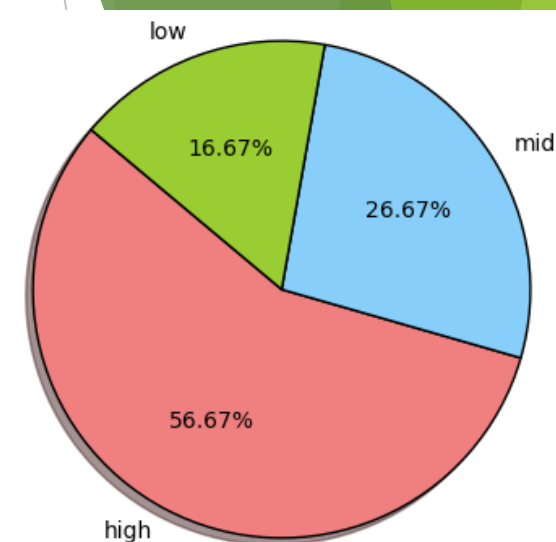
коли $0 < Z < 1$ – існує загроза банкрутства.

Дослідження моделі Терещенка

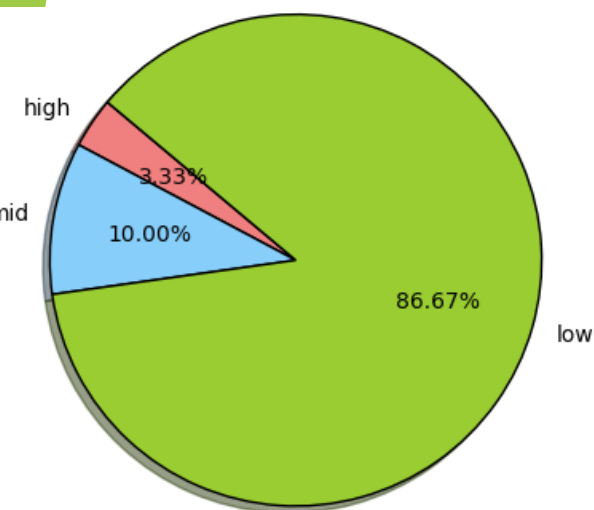
Результати прогнозу по моделі Терещенка «підприємства - банкрути»



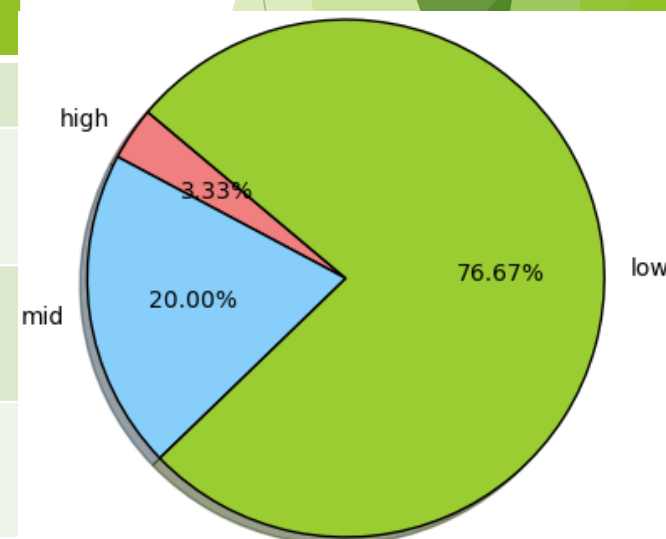
Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства		
		Високий	Середній	Низький
За два роки до банкрутства	30	46.67 % (14)	30% (9)	23.33% (7)
За рік до банкрутства	30	56.67 % (17)	26.67 % (8)	16.67% (5)
Середнє за два роки	30	52%	28%	20 %



Результати прогнозу по моделі Терещенка «підприємства – не банкрути»



Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства		
		Високий	Середній	Низький
За два роки до банкрутства	30	3.33% (1)	10% (3)	86.67% (26)
За рік до банкрутства	30	3.33% (1)	20 % (6)	76.67% (23)
Середнє за два роки	30	3,33%	15%	81,67%



Матричний метод Недосєкіна

Нечітко-множинний метод (відомий під назвою матричний метод) складається з 8 етапів:

1 етап. Опис лінгвістичних змінних та нечітких множин.

- G1— нечітка підмножина станів "граничний ризик банкрутства";
- G2— нечітка підмножина станів "ступінь ризику банкрутства висока";
- G3— нечітка підмножина станів "ступінь ризику банкрутства середня";
- G4— нечітка підмножина станів "низький ступінь ризику банкрутства";
- G5— нечітка підмножина станів "ризик банкрутства незначний".

2 етап. Вибирається набір показників, які характеризують фінансовий стан підприємства і використовуються для прогнозування ризику. Для кожного окремого фінансового показника або показника керування X_i задаємо лінгвістичну змінну V_i «рівень показника X_i ».

X_1 - коефіцієнт автономії (відношення власного капіталу до валюти балансу);

X_2 - коефіцієнт забезпечення оборотних активів власними коштами (відношення чистого оборотного капіталу до оборотних активів);

X_3 - коефіцієнт проміжної ліквідності (відношення суми коштів і дебіторської заборгованості до короткострокових пасивів);

X_4 - коефіцієнт абсолютної ліквідності (відношення суми коштів до короткострокових пасивів);

X_5 - оборотність всіх активів за рік (відношення виторгу від реалізації до середнього виторгу за період вартості активів);

X_6 - рентабельність усього капіталу (відношення чистого прибутку до середнього за період вартості активів).

3 етап. Ставимо у відповідність кожному показнику X_i рівень його значимості r_i . Для того щоб оцінити цей рівень, необхідно проранжувати всі показники в порядку зменшення їхньої значимості так, щоб виконувалося співвідношення:

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_N$$

Якщо всі показники мають однакові ваги, то $r_i = 1/N$

На наступних етапах (етапи 5-7) здійснюється класифікація поточних рівнів показників з використанням лінгвістичних значень та відповідних функцій належності.

Нарешті на завершальному 8 етапі здійснюється оцінка ступеня ризику банкрутства g згідно таблиці із заданою класифікацією рівня показників.

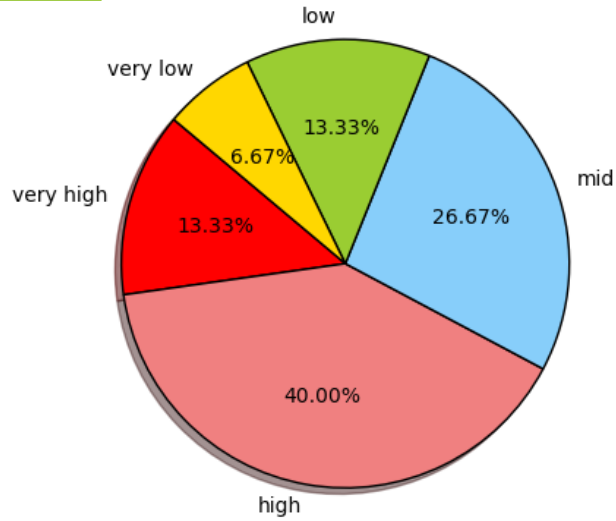
4 етап. Будуємо класифікацію поточного значення g показника ступеня ризику як критерій розбивки цієї множини на нечіткі підмножини.

Інтервал значень g	Класифікація уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq g \leq 0,15$	G_5	1
$0,15 < g < 0,25$	G_5	$\mu_5 = 10 \times (0,25 - g)$
	G_4	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0,25 \leq g \leq 0,35$	G_4	1
$0,35 < g < 0,45$	G_4	$\mu_4 = 10 \times (0,45 - g)$
	G_3	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0,45 \leq g \leq 0,55$	G_3	1
$0,55 < g < 0,65$	G_3	$\mu_3 = 10 \times (0,65 - g)$
	G_2	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0,65 \leq g \leq 0,75$	G_2	1
$0,75 < g < 0,85$	G_2	$\mu_2 = 10 \times (0,85 - g)$
	G_1	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0,85 \leq g \leq 1,0$	G_1	1

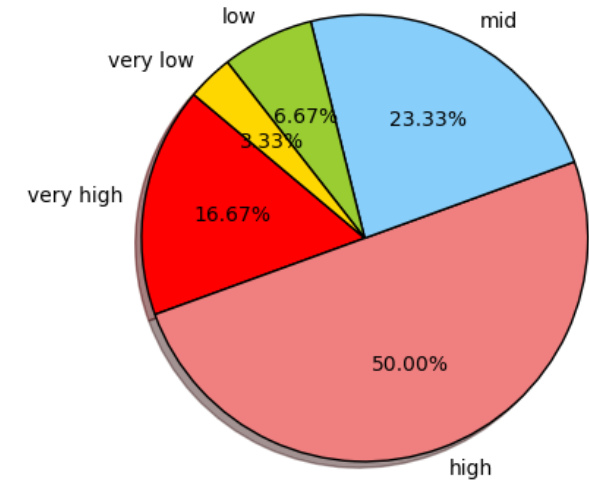
Дослідження методу Недосєкіна

10

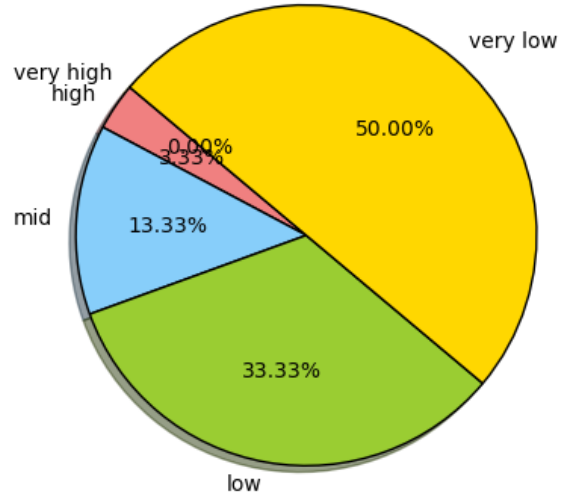
Результати прогнозу по методу Недосєкіна «підприємства - банкрути»



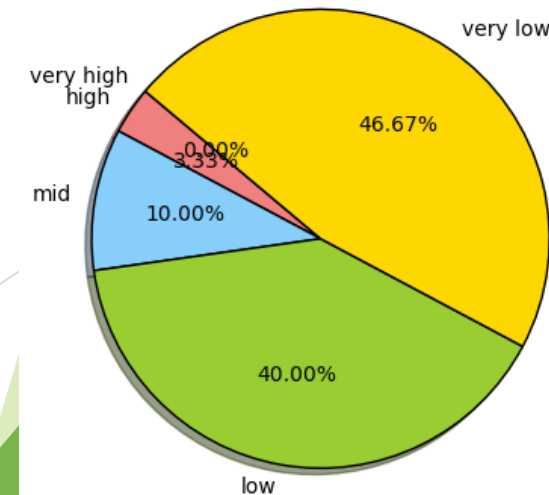
Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства	
		Банкрути	Не банкрути
За два роки до банкрутства	30	80% (24)	20% (6)
За рік до банкрутства	30	90 % (27)	10 % (3)
Середнє за два роки	30	85%	15%



Результати прогнозу по методу Недосєкіна «підприємства – не банкрути»



Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства	
		Не банкрути	Банкрути
За два роки до банкрутства	30	83.33% (25)	16.67% (5)
За рік до банкрутства	30	86.67 % (26)	13.33 % (4)
Середнє за два роки	30	85%	15%



Нечітка нейронна мережа Мамдані

Етап 1 та Етап 2 що й для нечітко-множинного підходу.

Етап 3 (Формування бази правил системи нечіткого висновку).

Базу правил формує фахівець із предметної області у вигляді сукупності нечітких предикатних правил вигляду:

П1 : якщо $x \in A1$ і $y \in B1$ то $z \in C1$,

П2 : якщо $x \in A2$ і $y \in B2$ то $z \in C2$.

Етап 4 (Фазифікація входних параметрів)

Проводимо фазифікацію входних параметрів за допомогою функцій належності й знаходимо ступені істинності для кожного значення в правилах: $A1(x_0)$, $A2(x_0)$, $B1(y_0)$, $B2(y_0)$.

Етап 5 (Логічний висновок). Знаходимо рівні «відсікання» для передумов кожного з правил з використанням операції $\min$.

$$\alpha_1 = A_1(x_{10}) \wedge B_1(x_{20}), \quad C'_1 = (\alpha_1 \wedge C_1(y)),$$

$$\alpha_2 = A_2(x_{10}) \wedge B_2(x_{20}), \quad C'_2 = (\alpha_2 \wedge C_2(y)).$$

Етап 6 (Композиція). Проводиться об'єднання знайдених усічених функцій належності висновків правил з використанням операції $\max$, що приводить до одержання загальної нечіткої підмножини для вихідної змінної з функцією належності $\mu(z)$.

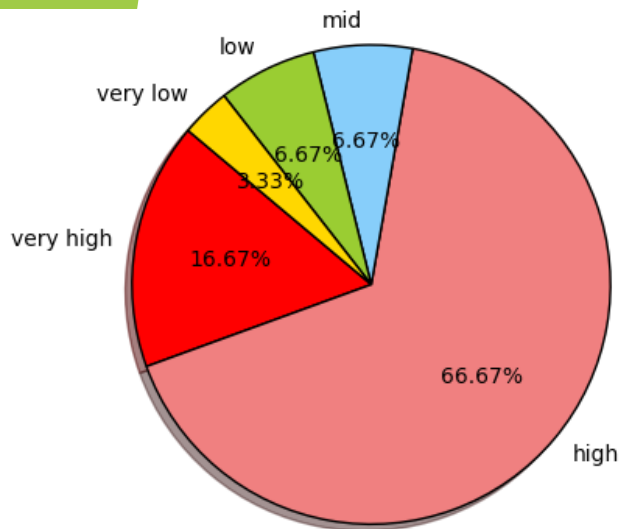
$$\mu_{\Sigma}(y) = C_{\Sigma}(y) = C'_1(y) \vee C'_2(y) = (\alpha_1 \wedge C_1(y)) \vee (\alpha_2 \wedge C_2(y)).$$

Етап 7 Здійснюється приведення до чіткості центроїдним методом

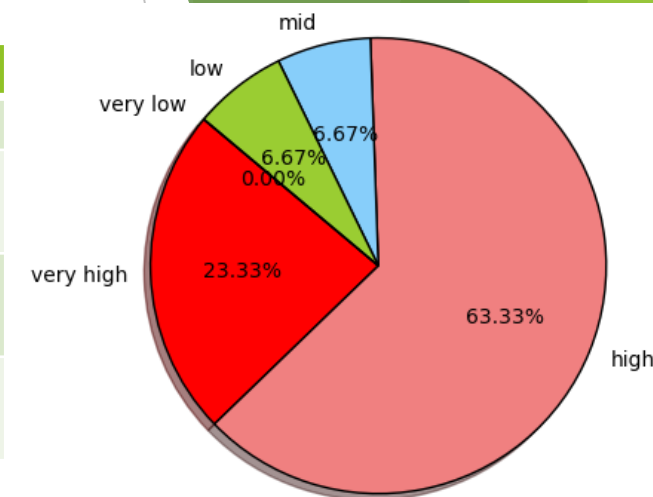
Дослідження нейронної мережі Мамдані

12

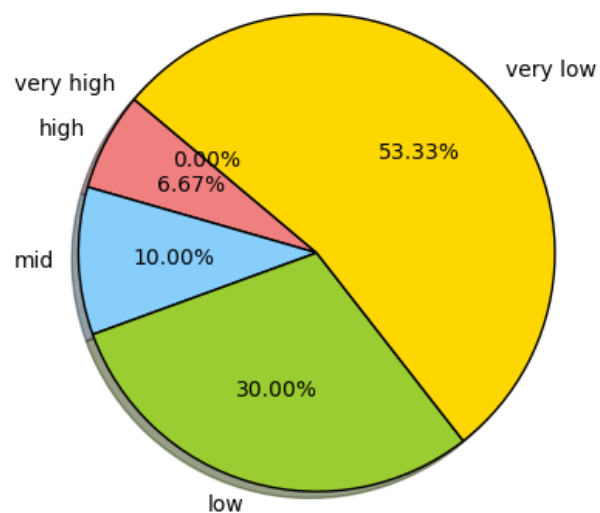
Результати прогнозу нейронної мережі Мамдані «підприємства - банкрути»



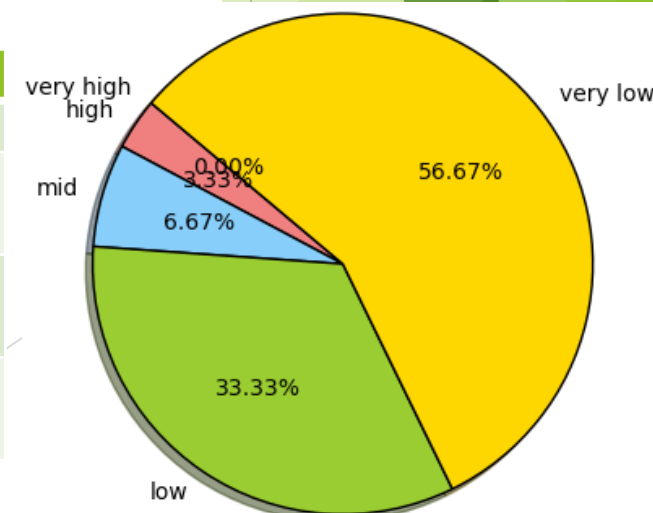
Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства	
		Банкрути	Не банкрути
За два роки до банкрутства	30	90% (27)	10% (3)
За рік до банкрутства	30	93.34 % (28)	6.66 % (2)
Середнє за два роки	30	92%	8%



Результати прогнозу нейронної мережі Мамдані «підприємства – не банкрути»



Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства	
		Не банкрути	Банкрути
За два роки до банкрутства	30	83.34% (25)	16.66% (5)
За рік до банкрутства	30	90 % (27)	10% (3)
Середнє за два роки	30	87%	13%



Нечітка нейронна мережа Цукамото

Перші **4 Етапи** такі самі як і в нейронній мережі Мамдані.

Етап 5 (Логічний висновок). Знаходимо рівні «відсікання» для передумов кожного з правил з використанням операції $\min$.

$$\alpha_1 = A_1(x_{10}) \wedge B_1(x_{20}),$$

$$\alpha_2 = A_2(x_{10}) \wedge B_2(x_{20}).$$

Етап 6 Далі розв'язуємо рівняння та знаходимо чіткі значення:

$$\alpha_1 = C_1(y_1)$$

$$\alpha_2 = C_2(y_2)$$

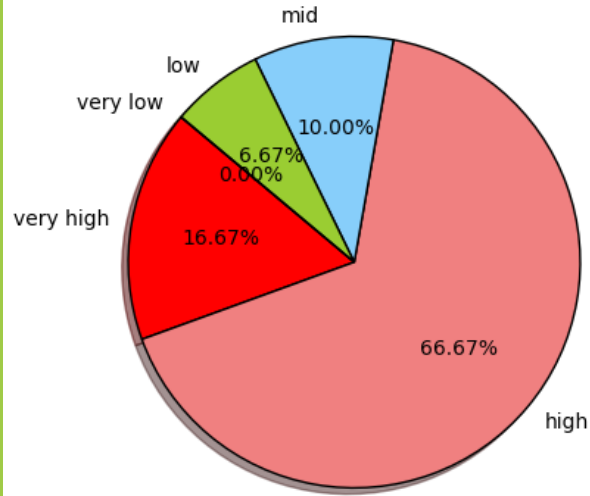
Етап 7 Здійснюється приведення до чіткості дискретним центроїдним методом

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i y_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}.$$

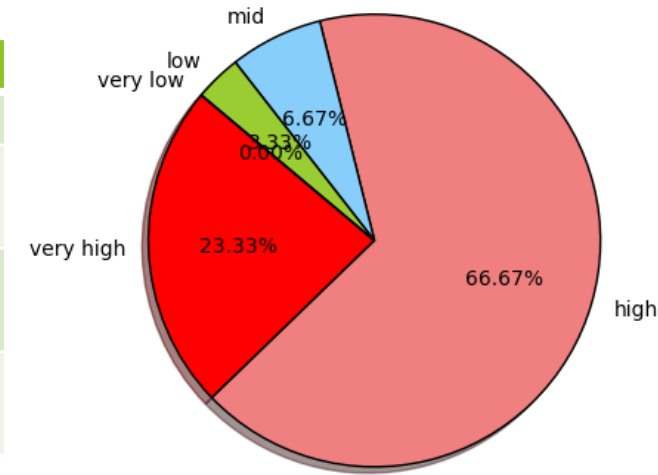
Дослідження нейронної мережі Цукамото

14

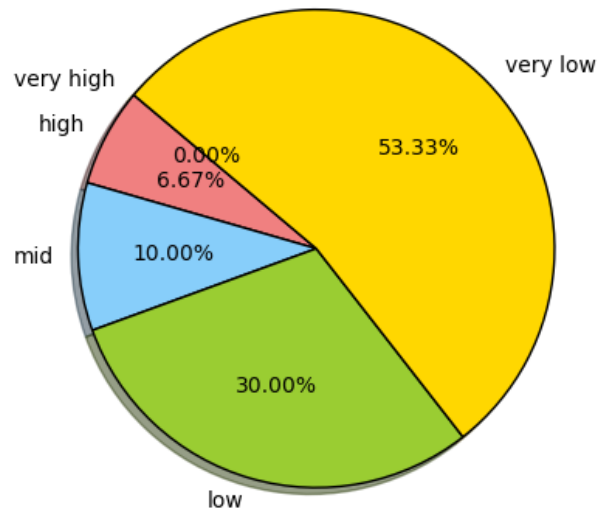
Результати прогнозу нейронної мережі Цукамото «підприємства - банкрути»



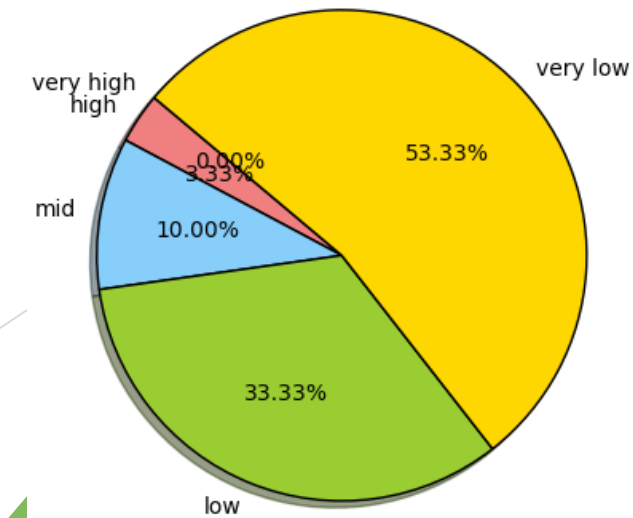
Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства	
		Банкроти	Не банкроти
За два роки до банкрутства	30	93.34% (28)	6.66% (2)
За рік до банкрутства	30	96.66% (29)	3.34% (1)
Середнє за два роки	30	95%	5%



Результати прогнозу нейронної мережі Цукамото «підприємства – не банкрути»

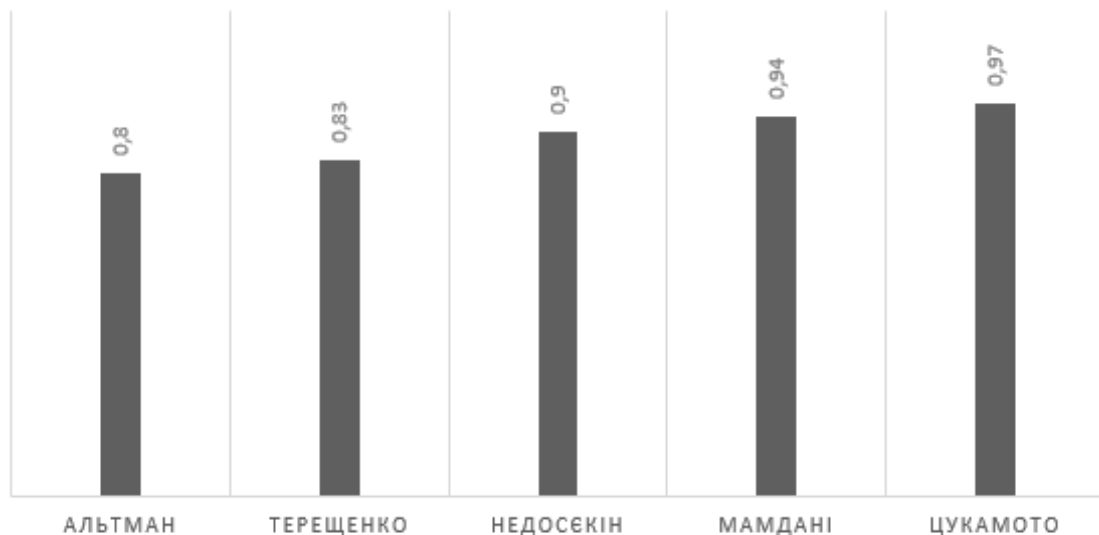


Група	Кількість компаній	Прогноз банкрутства	
		Не банкроти	Банкроти
За два роки до банкрутства	30	83.34% (25)	16.66% (5)
За рік до банкрутства	30	86.66 % (26)	13.34 % (4)
Середнє за два роки	30	85%	15%

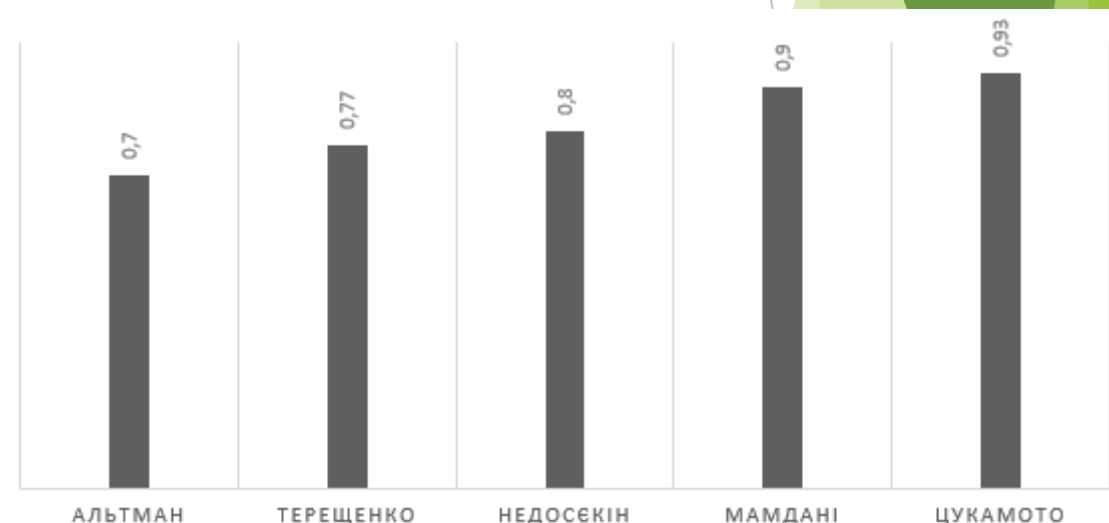


Порівняння результатів

Підхід	Кількість компаній	Точність прогнозу	
		Банкрути	Не банкрути
Альтман	30 / 30	0,75	0,78
Терещенко	30 / 30	0,8	0,81
Недосєкін	30 / 30	0,85	0,85
Мамдані	30 / 30	0,92	0,87
Цукамото	30 / 30	0,95	0,85



Точність прогнозування ризику банкрутства підприємств за 1 рік до банкрутства



Точність прогнозування ризику банкрутства підприємств за 2 роки до банкрутства

Висновки

Дипломна робота присвячена проблемі аналізу фінансового стану й прогнозування ризику банкрутства підприємств в умовах невизначеності на прикладі України з використанням нечітких моделей.

В роботі отримані наступні основні результати:

1. Реалізовано моделі й алгоритми для прогнозування ризику банкрутства підприємств на основі ННМ Мамдані й Цукамото, які відрізняються можливістю урахування неповної та нечіткої інформації, а також класичні методи та матричний метод Недосєкіна.
2. Проведено дослідження ННМ в задачах прогнозування ризику банкрутства підприємств та виконано порівняльний аналіз їх ефективності з класичними методами та матричним методом О. Недосєкіна. В результаті досліджень показано, що для підприємств України точність прогнозування ризику банкрутства методом Альтмана становить - 75%, методом Терещенка – 80%, матричним методом О.Недосєкіна - 85%, ННМ Мамдані – 92% й Цукамото - 95%.

Подальші дослідження

Практична цінність результатів роботи полягає в тому, що застосування нечітких моделей і алгоритмів прогнозування ризику банкрутства підприємств в умовах невизначеності дозволяє істотно підвищити точність прогнозування ризику банкрутства в порівнянні з класичними методами.

Подальші рекомендації:

- Окрім фінансово-економічних показників використовувати макро-економічні показники.
- Розробити нові моделі та алгоритми прогнозування ризику банкрутства на основі нечіткої логіки із застосуванням нечітких нейронних мереж з виведенням Мамдані та Цукамото.

Дякую за увагу