

**Гандабура Х.В.,
Фартушний І.Д.**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ»*

МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ПАТ «УКРТЕЛЕКОМ» НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

DYNAMICS OF "UKRTELECOM" CORPORATION DEVELOPMENT MODEL ON BASIS OF FUZZY LOGIC

У статті представлена модель динаміки розвитку ПАТ «Укртелеком» на основі нечіткої логіки, яка дозволяє найкращим чином формалізувати своє нечітке уявлення про розвиток підприємства та трансформувати мову слів у мову кількісних оцінок.

Математичні розрахунки показали, що публічне акціонерне товариство «Укртелеком» стабільно розвивається та процвітає.

В статье представлена модель динамики развития ЧАО «Укртелеком» на основе нечеткой логики, которая позволяет наилучшим образом формализовать свое смутное представление о развитии предприятия и трансформировать язык слов в язык количественных оценок.

Математические расчеты показали, что публичное акционерное общество «Укртелеком» стабильно развивается и процветает.

In the article we suggest the dynamic model of development PJSC "Ukrtelecom" based on fuzzy logic, which allows the best way to formalize their fuzzy understanding of the development of the enterprise and transform the language of words in the language of quantitative assessments.

Mathematical calculations have shown that public joint stock company "Ukrtelecom" steadily growing and thriving.

Ключові слова: модель динаміки, управління підприємством, нечітка логіка, лінгвістичні змінні, терм, функція приналежності.

Вступ. Розв'язання актуальних задач прийняття рішень та моделювання складних економічних і соціальних систем пов'язане з проблемою домінування якісних, невизначених та нечітких факторів. Серед методів урахування таких факторів значного поширення набули підходи на основі теорії нечітких множин (ТНМ) та нечіткій логіці Л. Заде [1]. Зазначимо, що для прийняття якісних рішень у реальних задачах необхідно спиратись на досвід, знання та інтуїцію фахівців-експертів, тому на практиці вдаються до спільного використання методів експертних оцінок та підходів на основі ТНМ [3,4]. З допомогою даної технології, в більшості випадків, дослідження проводились в загальному, а в даній роботі реалізація моделі та її розрахунки проводились на реальних даних реальної компанії.

Постановка завдання. Через невміння розподіляти ресурси та продуктивно використовувати робочу силу багато підприємств банкрутують. Тому багато вчених намагаються віднайти певну формулу успіху.

Об'єктом дослідження роботи є загальний фінансовий стан, розвиток ПАТ «Укртелеком» та бухгалтерські показники, як були згруповані за певними спільними ознаками.

Далі обирається система з наступних шести показників : X_1 – коефіцієнт автономії (відношення власного капіталу до валюти бізнесу), X_2 – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (відношення чистого оборотного капіталу до оборотних активів), X_3 – коефіцієнт поточної ліквідності (відношення суми грошових коштів та дебіторської заборгованості до короткострокових пасивів), X_4 – коефіцієнт абсолютної ліквідності (відношення суми грошових коштів до короткострокових пасивів); X_5 – оборотність всіх активів в річному обчисленні (відношення виручки від реалізації до середньої вартості активів), X_6 – рентабельність всього капіталу (відношення чистого прибутку до середньої вартості активів).

Методологія. Результати дослідження отримані на основі розрахунків розробленої моделі, на основі шести фінансових показників та п'яти термів ризику банкрутства підприємства.

Результати дослідження. Складемо таблицю функцій приналежності кожного терма, використовуючи формулу функції приналежності трапецевидного нечіткого числа $x=(a_1, a_2, a_3, a_4)$:

$$\mu(g) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g < a_1; \\ \frac{g-a_1}{a_2-a_1}, & \text{якщо } a_1 \leq g \leq a_2; \\ 1, & \text{якщо } a_2 \leq g \leq a_3; \\ \frac{g-a_4}{a_3-a_4}, & \text{якщо } a_3 \leq g \leq a_4; \\ 0, & \text{якщо } g > a_4. \end{cases} \quad (1)$$

Таблиця 1

Функції приналежності підмножин терм-множини G

Терм G_k	Функція приналежності нечіткої множини G_k
G_5 – підмножина «ризик банкрутства незначний» $G_5 \in [0; 0,25]$	$\mu_5 = \begin{cases} 1, & \text{якщо } 0 \leq g \leq 0,15 \\ 10(0,25 - g), & \text{якщо } 0,15 \leq g \leq 0,25 \end{cases}$
G_4 – підмножина «низький степінь ризику банкрутства» $G_4 \in (0,15; 0,45]$	$\mu_4 = \begin{cases} 1 - 10(0,25 - g), & \text{якщо } 0,15 \leq g \leq 0,25 \\ 1, & \text{якщо } 0,25 \leq g \leq 0,35 \\ 10(0,45 - g), & \text{якщо } 0,35 \leq g \leq 0,45 \end{cases}$
G_3 – підмножина «ступінь ризику банкрутства середній» $G_3 \in (0,35; 0,65]$	$\mu_3 = \begin{cases} 1 - 10(0,45 - g), & \text{якщо } 0,35 \leq g \leq 0,45 \\ 1, & \text{якщо } 0,45 \leq g \leq 0,55 \\ 10(0,65 - g), & \text{якщо } 0,55 \leq g \leq 0,65 \end{cases}$
G_2 – підмножина «ступінь ризику банкрутства високий» $G_2 \in (0,55; 0,85]$	$\mu_2 = \begin{cases} 1 - 10(0,65 - g), & \text{якщо } 0,55 \leq g \leq 0,65 \\ 1, & \text{якщо } 0,65 \leq g \leq 0,75 \\ 10(0,85 - g), & \text{якщо } 0,75 \leq g \leq 0,85 \end{cases}$
G_1 – підмножина «граничний ризик банкрутства» $G_1 \in [0,75; 0,1]$	$\mu_1 = \begin{cases} 1 - 10(0,85 - g), & \text{якщо } 0,75 \leq g \leq 0,85 \\ 1, & \text{якщо } 0,85 \leq g \leq 1 \end{cases}$

Значення функції приналежності будемо розглядати як міру істинності терму G_i . Висновок про ризик банкрутства робимо на основі аналізу фінансових показників ПАТ «Укртелеком». Показники необхідно підбирати так, щоб ріст кожного окремого показника X_i був пов'язаний зі зменшенням степені ризику банкрутства та з покращенням загального стану ПАТ «Укртелеком». Оберемо систему із шести наступних показників X_i , які були наведені у постановці задачі даної статті.

Кожен фінансовий показник – числова змінна або змінна, що приймає своє значення на певному числовому проміжку. Кожну з цих числових змінних будемо розглядати як множину-носії лінгвістичної змінної V_{ij} , яка складається з наступних термів:

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 рівень показника X_i »;

V_{i5} – підмножина «дуже високий рівень показника X_i ».

Візьмемо, що кожна лінгвістична змінна має трапецієвидну функцію приналежності, яка може бути визначена як $b=(a_1, a_2, a_3, a_4)$ (рис.3.2), тобто функція приналежності кожного терма V_{ij} має вигляд (дані в табл.3.2).

Таблиця 2

Експертні оцінки фінансових показників ПАТ «Укртелеком»

Показник	Терм				
	V_{i1}	V_{i2}	V_{i3}	V_{i4}	V_{i5}
X_1	(0;0;0,1;0,2)	(0,1;0,2;0,25;0,3)	(0,25;0,3;0,45;0,5)	(0,34;0,5;0,6;0,7)	(0,6;0,7;1;1)
X_2	(-1;-1;-0,005;0)	(-0,005;0;0,09;0,11)	(0,09;0,11;0,3;0,35)	(0,3;0,35;0,45;0,5)	(0,45;0,5;1;1)
X_3	(0;0;0,5;0,6)	(0,5;0,6;0,7;0,8)	(0,7;0,8;0,9;1)	(0,9;1;1,3;1,5)	(1,3;1,5; ∞ ; ∞)
X_4	(0;0;0,01;0,03)	(0,03;0,03;0,08;0,1)	(0,08;0,1;0,3;0,35)	(0,3;0,35;0,5;0,6)	(0,5;0,6; ∞ ; ∞)
X_5	(0;0;0,12;0,14)	(0,12;0,14;0,18;0,2)	(0,18;0,02;0,3;0,4)	(0,3;0,4;0,5;0,8)	(0,5;0,8; ∞ ; ∞)
X_6	($-\infty$; $-\infty$;0;0)	(0;0;0,006;0,01)	(0,006;0,01;0,06;0,1)	(0,06;0,1;0,225;0,4)	(0,225;0,4; ∞ ; ∞)

Тепер необхідно перейти від фінансових показників $X=(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$ до висловлювань про ступінь ризику банкрутства ПАТ «Укртелеком» $G=(G_1, G_2, G_3, G_4, G_5)$.

Для формування правила переходу від значень фінансових показників до лінгвістичних змінних G_i потрібно проранжувати фінансові показники по ступеню їх внеску в ризик ПАТ «Укртелеком», тобто поставити кожному показнику X_i його вагу r_i , яка визначає внесок показника в міру ризику банкрутства ПАТ «Укртелеком».

Перехід від фінансових показників до лінгвістичних оцінок ризику зображений на рисунку 1

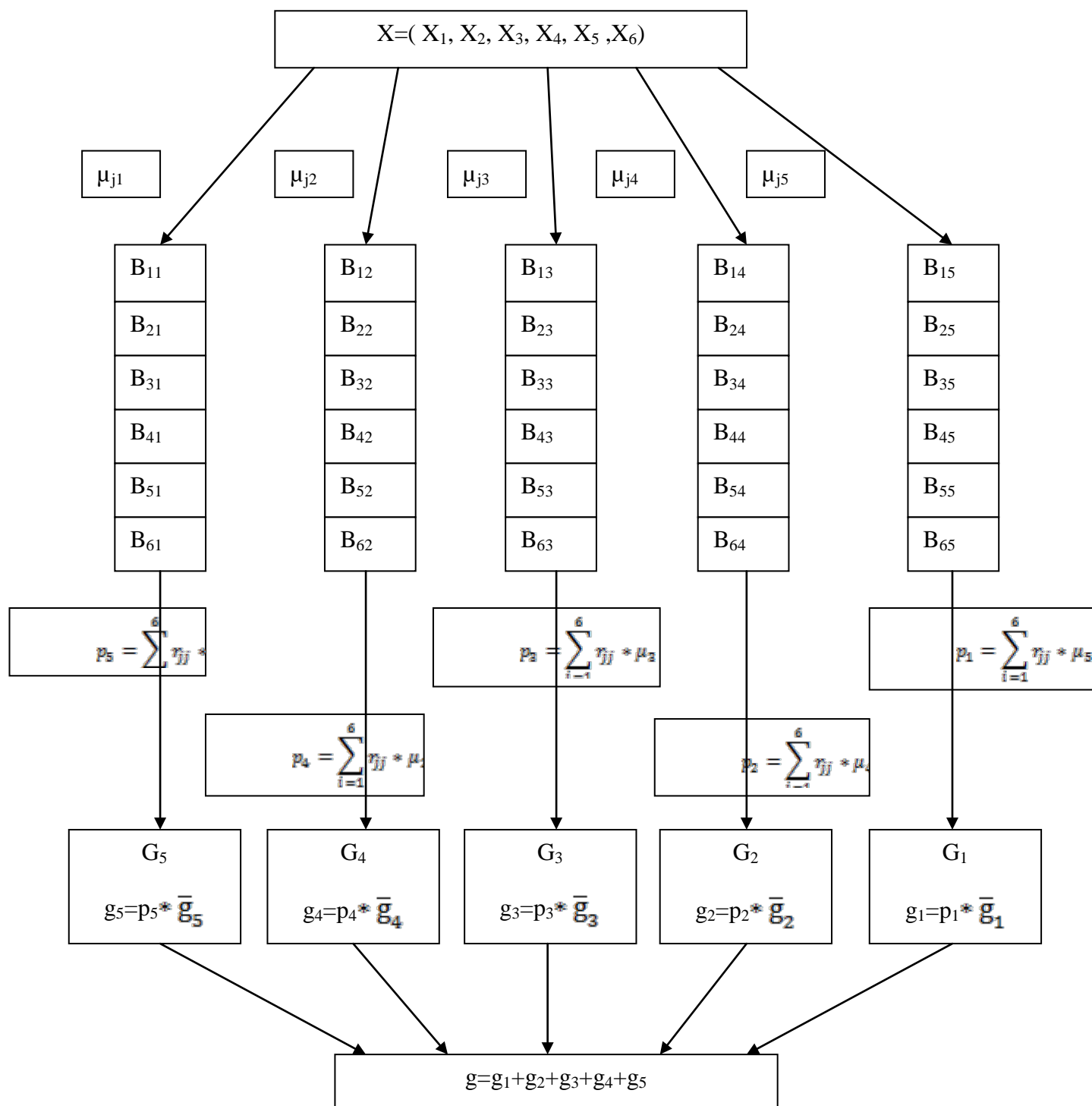


Рис 1. Перехід від фінансових показників до висловлювань про ризик банкрутства.

Застосуємо викладений алгоритм для оцінки ризику банкрутства ПАТ «Укртелеком», на якому були вивчені фінансові показники за 2009 та 2010 роки. Рівні показників (трапецієвидні числа) для їх спостережних значень беремо з табл. (2), значення функцій приналежності кожного нечіткого числа визначені за формулою (1).

Таблиця 3

Первинна обробка фінансових показників

X	Спостережене	Рівні показника	Значення функцій
---	--------------	-----------------	------------------

	значення показника		(трапецієвидні числа)	приналежності	
	2009	2010		2009	2010
1	0,22	0,16	$B_{11}=(0;0;0,1;0,2)$ $B_{12}=(0,1;0,2;0,25;0,3)$	$\mu_{12}=0,3$	$\mu_{11}=0,9$ $\mu_{12}=0,1$
2	0,66	0,62	$B_{25}=(0,45;0,5;1;1)$	$\mu_{25}=1$	$\mu_{25}=1$
3	0,98	0,87	$B_{33}=(0,7;0,8;0,9;1)$ $B_{34}=(0,9;1;1,3;1,5)$	$\mu_{34}=1$	$\mu_{34}=1$
4	0,123	0,146	$B_{43}=(0,08;0;1;0,3;0,4)$	$\mu_{43}=1$	$\mu_{43}=1$
5	3,3	3,5	$B_{55}=(0,5;0,8; \infty; \infty)$	$\mu_{55}=1$	$\mu_{55}=1$
6	0,14	0,086	$B_{63}=(0,006;0,01;0,06;0,1)$ $B_{64}=(0,06;0,1;0,225;0,4)$	$\mu_{64}=1$	$\mu_{63}=1$

Визначимо значення функції приналежності лінгвістичної змінної g = «ризик банкрутства ПАТ «Укртелеком» за 2009 рік у відповідності до рисунку 1.

Таблиця 4

Визначення функції приналежності за 2009 рік

Вага терма p_i лінгвістичної змінної g	Множина-носій i -того терма лінгвістичної змінної g	Середин а проміжк у (G_i, \bar{g}_i)	$\bar{g}_i = p_i \bar{g}_i$
$p_5 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j1} = 0$	$G_5 \in [0; 0,25]$	0,125	0
$p_4 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j2} = \frac{1}{6} * 0,3 = 0,05$	$G_4 \in (0,15; 0,45]$	0,3	0,015
$p_3 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j3} = \frac{1}{6} * 1 = 0,1667$	$G_3 \in (0,35; 0,65]$	0,5	0,083
$p_2 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j4} = \frac{1}{6} * 2 = 0,333$	$G_2 \in (0,55; 0,85]$	0,7	0,233
$p_1 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j5} = \frac{1}{6} * 2 = 0,333$	$G_1 \in [0,75; 0,1]$	0,0875	0,029
$g = \sum_{k=1}^5 \bar{g}_k = 0,36$			

Використовуючи табл.(4) знайдемо значення функції приналежності μ для $g=0,36$:

$$\mu_4(0,36) = 10(0,45 - 0,36) = 0,9$$

$$\mu_3(0,36) = 1 - 10(0,45 - 0,36) = 0,1$$

Таким чином опис стану ПАТ «Укртелеком» за 2009 рік $G_4(\mu_4 = 0,36)$ – «низький ступінь ризику банкрутства».

Визначимо значення функції приналежності лінгвістичної змінної $g =$ «ризик банкрутства ПАТ «Укртелеком» за 2010 рік у відповідності до рисунку 1.

Таблиця 5

Визначення функції приналежності за 2010 рік

Вага терма p_i лінгвістичної змінної g	Множина-носіє того терма лінгвістичної змінної g	Середина проміжку (G_i, \bar{g}_i)	$g_i = p_i \bar{g}_i$
$p_5 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j1} = \frac{1}{6} * 0,9 = 0,15$	$G_5 \in [0; 0,25]$	0,125	0,01875
$p_4 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j2} = \frac{1}{6} * 0,1 = 0,017$	$G_4 \in (0,15; 0,45]$	0,3	0,005
$p_3 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j3} = \frac{1}{6} * 2 = 0,333$	$G_3 \in (0,35; 0,65]$	0,5	0,1665
$p_2 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j4} = \frac{1}{6} * 1 = 0,1667$	$G_2 \in (0,55; 0,85]$	0,7	0,1167
$p_1 = \sum_{i=1}^6 r_i \mu_{j5} = \frac{1}{6} * 2 = 0,333$	$G_1 \in [0,75; 0,1]$	0,0875	0,029
$g = \sum_{k=1}^5 g_k = 0,34$			

Використовуючи табл.(5) знайдемо значення функції приналежності μ для $g=0,34$:

$$\mu_4(0,34) = 1$$

Таким чином опис стану ПАТ «Укртелеком» за 2010 рік $G_4(\mu_4 = 0,34)$ – «низький ступінь ризику банкрутства».

Висновки. Даний підхід дозволяє найкращим чином формалізувати своє нечітке уявлення про розвиток підприємства та трансформувати мову слів у мову кількісних оцінок. Проаналізувавши фінансову та ділову активність ПАТ «Укртелеком» за 2009 та 2010 роки підходом аналізу ризику банкрутства ми отримали такі результати:

1. Опис стану ПАТ «Укртелеком» за 2009 рік $G_4(\mu_4 = 0,36)$ – «низький ступінь ризику банкрутства».

2. Опис стану ПАТ «Укртелеком» за 2010 рік $G_4(\mu_4 = 0,34)$ – «низький ступінь ризику банкрутства».

Виходячи з цих результатів керівникам ПАТ «Укртелеком» можна порадити й надалі працювати в такому напрямку та розвивати своє підприємство. А інвесторам можна сміливо вкладати кошти в інноваційний розвиток ПАТ «Укртелеком».

Література

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений: пер с англ. / Л. Заде – М.: Мир, 1976. – 167 с..
2. Орлов А.И. Математические заметки, 1981. – Т. 30, № 4. – С. 561–568.
3. Коршевнюк Л.А., Бидюк П.И. Решение задачи распределения инвестиций на основе нечеткого логического вывода // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2003. – № 2. – с. 34–42.
4. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах// - К.:Издательский Дом «Слово», 2008.-344с.
5. Ашманов С.А. Математические модели и методы в экономике [Текст] / С.А. Ашманов. – М.:Изд-во МГУ, 1980. – 199 с. – ISBN 985-444-484-8.
6. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория [Текст] / М. Интрилигатор. – М.: Прогресс, 1975. – 443 с. – ISBN 5-8112-0042-0.
7. Недосекин А. О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А. О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. 2000. – №2 [<http://www.cfin.ru/press/afa/2000-2/08.shtml>]
8. Матвійчук А. В. Методологічний підхід до діагностування банкрутств підприємств на підґрунті інструментарію нечіткої логіки / А. В. Матвійчук, І. В. Макогон, О. Л. Ольховська. – Вісник ДДМА. – 2008. – № 1 (11) . – С. 280-285.
9. Мочалов Н. А., Петрунин Н. Г. Нечёткие вероятностно-статистические методы. // Информационные технологии. 2004. – 24 с.
10. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
11. Алтунин А.Е., Семухин М.В., “Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях”, Тюмень, 2000. 352 с
12. Міценко Н. Г., Мікайло М. М. Особливості оцінювання фінансового стану підприємства у країнах з ринковою економікою// Науковий вісник НЛТУ України. - 2009. - №19. - С. 196-199.