

її періодично переглядати як в цілому, так і по окремим складовим. Крім того, для спрощення обміну інформацією між підрозділами та рівнями управління, швидкості розрахунків доцільно або розробити програмне забезпечення, або використати існуючі програми на зразок Performance Point Server.

#### Література:

1. Гнилицька Л.В. Застосування концептуальних основ збалансованої системи економічних показників для оцінки стану та рівня економічної безпеки суб'єктів господарської діяльності // [Електронний ресурс] Сайт: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/foa/2011\\_18/18\\_b\\_05.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/foa/2011_18/18_b_05.pdf)
2. Колпаков П.А. Концептуальные основы экономической безопасности фирмы: автореф. дис. канд. екон. наук / П.А. Колпаков. – М., 2007. – 25 с.
3. Коробчинський О.Л. Методика формування системи економічної безпеки підприємства / О.Л. Коробчинський // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 4. – С. 41-45.
4. Лянной Г. Система экономической безопасности предприятия / Г.Лянной // ВOS – журнал о личной и коммерческой безопасности. – 2006. – №7. – С. 16-19.
5. Чібісова І.В. Механізм забезпечення фінансової безпеки підприємства / І.В. Чібісова, Є.М. Івашина // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/ppei/2011\\_31/Chibis.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/ppei/2011_31/Chibis.pdf)
6. Шемаєва Л.Г. Економічна безпека підприємств у стратегічній взаємодії з суб'єктами зовнішнього середовища: автореф. дис. д-ра. екон. наук / Л.Г. Шемаєва. – К., 2010. – 39 с.
7. Шевченко І. Особливості формування економічної безпеки підприємства / І. Шевченко // Наука молода. – 2010. – №10. – С. 178-181.
8. Швиданенко Г. О., Кузьомко В. М., Норіцина Н. І. Економічна безпека бізнес. — К.: КНЕУ, 2011. – 511с.

УДК 330.46

**Фартушний І.Д.**

канд. фіз.-мат. наук, доцент

**Колбасюк Ю.О.**

Національний технічний університет України «КПІ»

## ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

## СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

## COMPARISON OF THE MODELS ASSESSMENT OF THE FINANCIAL CONDITION OF THE COMPANY

*В статті представлені теоретичне узагальнення та практична реалізація наукової задачі, що виявляється у побудові математичної моделі оцінювання фінансового стану підприємства з використанням інструментаріїв нечітких множин та дослідженні динамічної моделі оцінки фінансового стану підприємства. Порівняння даних моделей оцінки фінансового стану підприємства було здійснено на основі підприємства ВАТ «Будматеріали». Було складено та проаналізовано множину вхідних та вихідних параметрів для оцінки фінансового стану підприємства, які враховують широкий спектр чинників, вони задовольняють критерії дієвості, повноти та мінімальності.*

*Результати проведеного аналізу підтверджують доцільність використання розробленого методологічного підходу до проведення комплексної оцінки фінансового стану підприємства із застосуван-*

ням інструментарію нечіткої логіки. Розрахунки за моделями показали, що дане підприємство знаходиться в кризовому стані та потребує деяких заходів для покращення свого фінансового стану.

**Ключові слова:** підприємство, фінансовий стан підприємства, оцінка, модель, нечітка оцінка, нечіткі множини, лінгвістична змінна, невизначеність.

*В статье представлены теоретическое обобщение и практическая реализация научной задачи, которая проявляется в построении математической модели оценки финансового состояния предприятия с использованием инструментариев нечетких множеств и исследовании динамической модели оценки финансового состояния предприятия. Сравнение данных моделей оценки финансового состояния предприятия было осуществлено на основе предприятия ОАО «Стройматериалы». Было составлено и проанализировано множество входных и выходных параметров для оценки финансового состояния предприятия, учитывающие широкий спектр факторов, они удовлетворяют критерии действенности, полноты и минимальности.*

*Результаты проведенного анализа подтверждают целесообразность использования разработанного методологического подхода к проведению комплексной оценки финансового состояния предприятия с применением инструментария нечеткой логики. Расчеты по моделям показали, что данное предприятие находится в кризисном состоянии и требует некоторых мер для улучшения своего финансового состояния.*

**Ключевые слова:** предприятие, финансовое состояние предприятия, оценка, модель, нечеткая оценка, нечеткие множества, лингвистическая переменная, неопределенность.

*In the article are presented a theoretical synthesis and practical implementation of scientific problems, manifested in the construction of a mathematical model of evaluation of the financial condition of the company using toolkits fuzzy sets and study of a dynamic model of evaluation of the financial condition of the company. Comparison of data models for assessing the financial condition of the company was made on the basis of the company JSC "Materials". It was compiled and analysed a set of input and output parameters to assess the financial condition of the company, taking into account a wide range of factors that they meet the criteria of effectiveness, completeness and minimality.*

*The results of the analysis justify the practicability of the methodological approach for the comprehensive assessment of the financial condition of the company using the tools of fuzzy logic. Calculations that are based on the model showed that this company is in crisis and needs some steps to improve their financial situation.*

**Keywords:** business, financial condition, estimate, model, fuzzy evaluation, fuzzy sets, linguistic variables, uncertainty.

**Вступ.** Глобальна економічна криза зумовлює зростання залежності підприємств від зовнішньоекономічних явищ, які впливають на функціонування підприємств. Це породжує необхідність до раціональної оцінювання фінансового стану підприємства саме як домінуючого важеля виявлення його слабких та сильних позицій. Саме комплексний підхід до дослідження головних аспектів фінансової діяльності дозволяє та зменшити негативний вплив зовнішніх та внутрішніх факторів та збільшити ефективність управління суб'єктами господарювання в цілому.

Оцінка фінансового стану повинна бути, перш за все, аргументованою і об'єктивною, так як помилки в інтерпретації висновків можуть призвести або до недоотримання бажаного рівня прибутку, або до погіршення стану підприємства.

Необхідність застосування різноманітних економіко-математичних методів та моделей пояснюється різноманітністю фінансових процесів та множиною показників фінансового стану підприємства. Вони дозволяють розв'язати задачу оцінки фінансового стану підприємства з мінімальними затратами часу та коштів [2].

**Постановка завдання.** Незважаючи на важливість оцінки стану та результатів діяльності підприємства, далеко не всі питання щодо оцінки стану підприємства можна вважати вирішеними, оскільки більшість підходів до оцінки базується на ретроспективній інформації, до того ж виключно фінансового характеру, й тому є недостатньою для потреб управління підприємством.

Метою даної роботи є підвищення якості оцінювання фінансового стану підприємства із використанням методології та інструментарію математичного моделювання. Зазначена мета зумовила постановку та розв'язання таких завдань:

- розробити метод та відповідний алгоритм оцінювання фінансового стану підприємства на базі математичних апаратів нечітких множин;

- довести адекватність розроблених математичних моделей та методів і дослідити їх на прикладі суб'єкта господарювання.

**Методологія.** Для отримання результатів досліджень була використана нечітко-множинна теорія та методи економіко-статичного аналізу, що дозволило сформулювати відповідні висновки щодо прийняття управлінських рішень. Обчислення проводились за допомогою таких програмних продуктів, як MathCAD.

**Результати дослідження.** Проаналізуємо модель оцінки фінансового стану підприємства на основі нечіткої логіки. Для перевірки даної моделі на адекватність була обрана динамічна модель. Вхідними даними для обох моделей слугують показники фінансової звітності, на яких базуються вхідні параметри для розрахунку, які налічують 20 показників [4].

Особливість моделей полягає у тому, що вони враховують множину початкових вхідних параметрів  $K = (k_c)(c = \overline{1, C})$ , що визначаються за допомогою відповідної звітності підприємства та експертної інформації; множину оцінювальних параметрів  $Y = (y_i)(i = \overline{1, n})$  фінансового стану.

Отже, найбільш широко та повно оцінюють ФСП (фінансовий стан підприємства) 4 групи складних параметрів: фінансова стійкість  $Y_1 = f(y_1 \dots y_5)$ , ліквідність та платоспроможність  $Y_2 = f(y_6 \dots y_{10})$ , ділова активність  $Y_3 = f(y_{11} \dots y_{16})$ , рентабельність  $Y_4 = f(y_{17} \dots y_{20})$ .

Ці оцінювальні параметри обчислюються на основі вхідних, що визначаються за допомогою початкової фінансової звітності підприємства (зокрема форми №1 «Баланс» та форми №2 «Звіт про фінансові результати») [4].

Множину рішень  $Z_j, j = \overline{1, 5}$  можна отримати з множини вихідних параметрів  $Z = (Z_1 \dots Z_j)$  - множину рішень:  $Z_1$  - відмінний стан ФСП;  $Z_2$  - нормальний стан ФСП;  $Z_3$  - задовільний стан ФСП;  $Z_4$  - критичний стан ФСП;  $Z_5$  - незадовільний (кризовий) ФСП [3].

Модель оцінки ФСП на основі нечітких множин полягає у послідовності виконання таких етапів: 1- формування набору показників; 2 – визначення множини лінгвістичних термів, що являють собою сукупність значень лінгвістичних змінних; 3 – побудова функцій належності; 4 – формування матриці знань для оцінки груп параметрів та сукупностей логічних рівнянь, що пов'язують функції належності; 5 - висновок про ФСП і про рівень ризику вкладання коштів.

На першому етапі формується набір показників, було відібрано 4 результуючі показники, які в свою чергу залежать від статистичної інформації, яка надається в річній фінансовій звітності підприємства.

На другому етапі визначимо множину термів  $T$  оцінювальних лінгвістичних термів, що являє собою сукупність значень лінгвістичних змінних. У багатьох задачах фінансового аналізу для оцінки рівня ФСП достатньо трьох – Н (низький), С (середній), В (високий) ( $T=3$ ) або п'яти термів Н (низький), НС (нижче середнього), С (середній), ВС (вище середнього), В (високий) ( $T=5$ ).

На третьому етапі будемо графіки функції належності  $\mu^{Z_j}, j = \overline{1, J}$  значень параметрів  $(Y_1, \dots, Y_{20})$  лінгвістичним термам в загальному вигляді.

Для кожного терму задано функцію належності, специфіка параметрів функцій належності полягає в тому, що в певному проміжку значення функції не змінюється, а за межами цього проміжку існує нелінійна залежність. Для деяких показників доцільно використовувати три нечіткі терми, оскільки їхні діапазони значень невеликі (від 0 до 1). Для показників діапазони яких ширші, використовуємо п'ять нечітких термів. Отримаємо функції належності трьох нечітких термів для параметрів  $X_1, X_3, \dots, X_6, X_{10}, X_{17}, \dots, X_{20}$  і п'яти термів для параметрів  $X_2, X_7, \dots, X_9, X_{11}, \dots, X_{16}$  [5].

Маємо такі формули, що описують функції належності  $\mu^{Z_j}$  до низького та високого терму [3]:

$$\mu^H = \begin{cases} 1, y \in [a, a_1] \\ \left(\frac{k_1 - y}{k_1 - a_1}\right)^{0.8}, y \in [a_1, k_1] \end{cases}$$

$$\mu^B = \begin{cases} \left(\frac{y - a}{k - a}\right)^{1.2}, x \in [a, k] \\ 1, y \in [k, k_1] \end{cases}$$

Степеневі коефіцієнти 0,8 та 1,2 обрані експертами, що наближають дані функції до реальних залежностей.

На четвертому етапі використовуючи інформацію, надану експертами, складемо матриці знань для оцінки груп  $Y_1 \dots Y_4$  параметрів ФСП, також остаточної оцінки  $Z_j$ . На даному етапі формується нечітка база знань, яка є сукупністю нечітких експертно-лінгвістичних правил, в результаті дозволяє отримати нечіткий логічний висновок.

Результуючу оцінку визначимо як найбільше із значень функції належності, які описують матриці логічними рівняннями, тобто

$$\mu^{Z_j} = \max \{ \mu^{Z_1}, \mu^{Z_2} \mu^{Z_3} \mu^{Z_4} \mu^{Z_5} \}$$

Для передчасної ідентифікації можливої ймовірності банкрутства скористаємось динамічною моделлю оцінки ФСП, яка побудована на основі лінійної регресії та ґрунтується на характері змін показників, які аналізуються в ретроспективній динаміці [1].

Для початку припустимо, що підприємство може розвиватися за двома сценаріями впродовж 10 років свого існування:

1) підприємство, яке перші роки існування мало низьку ймовірність банкрутства, потім спостерігалось покращення, але в останній роки спостереження стану ФСП значно погіршився і прямує до незадовільного;

2) підприємства ФСП яких був незадовільним протягом останніх 10 років.

Якщо банкрутство розвивається за першим сценарієм, то маємо:

$$P_{j+1} = \frac{1}{1 + \exp^{-(P_j + \omega \frac{P_j}{P_{j-1}})}}$$

де  $P_j$  – ймовірність банкрутства підприємства в  $j$  рік;  $P_{j+1}$  – ймовірність банкрутства підприємства в  $j + 1$  рік;  $P_{j-1}$  – ймовірність банкрутства підприємства в  $j-1$  рік;  $\omega$  - відношення ймовірностей банкрутства в  $j + 1$  і  $j$  роках.

Для другого сценарію розвитку підприємства характерна наступна залежність:

$$P_{j+1} = \frac{1}{1 + \exp^{-(P_j + \omega \frac{P_j}{P_{j-2}})}}$$

де  $P_j$  – ймовірність банкрутства підприємства в  $j$  рік;  $P_{j+1}$  – ймовірність банкрутства підприємства в  $j + 1$  рік;  $P_{j-2}$  – ймовірність банкрутства підприємства в  $j-2$  рік;  $\omega$  - відношення ймовірностей банкрутства в  $j + 1$  і  $j - 2$  роках.

Отже, після аналізу ФСП за даною моделлю, отримаємо ймовірність банкрутства підприємства, ґрунтуючись на ретроспективній інформації.

Інтерпретація отриманих результатів за двома розглянутими вище методами оцінки ФСП неможлива без приведення даних, отриманих за моделями, до одного вигляду. Тобто, мається на увазі, отримані функції належності перетворити в ймовірність банкрутства або навпаки.

При побудові функції належності основним є поняття відносної переваги одного режиму роботи системи (в даному випадку стану ФСП) перед іншим.

Функція  $\mu_Z(x)$  приналежності рішення до підмножини  $Z$  повинна бути узгоджена з відношенням переваги, тобто,  $\mu_Z(x_1) \leq \mu_Z(x_2)$ , тоді і лише тоді, коли  $x_1 < x_2$ .

Умову переваги можна записати в наступній формі:

$$x_1 > x_2 \Leftrightarrow [1 - P(x < x_1)] \geq [1 - P(x < x_2)]$$

Тоді буде достовірним наступний запис:

$$\mu_Z(x_a) = [1 - P(x < x_a)]$$

Візьмемо для прикладу розрахунки за 2010-2012 рік показників ВАТ «Будматеріали».

З заданих термів належності ФСП до певного категорії стану ОПР надає перевагу більш привабливішому стану для підприємства, тобто для ОПР з двох станів підприємства  $Z_3$  (критичний) та

$Z_4$  (незадовільний стан), тобто  $Z_4 < Z_3$ .

Маємо для 2012 року:

$$Z_3 > Z_4 \Leftrightarrow [1 - \mu(Z_2 < Z_3)] \geq [1 - \mu(Z_2 < Z_4)] \Leftrightarrow [1 - 0,7] \geq [1 - 0,5] \Leftrightarrow 0,3 \geq 0,5 \rightarrow P = 0,5$$

Ймовірність банкрутства за нечіткою моделлю нижча (0,5), ніж за динамічною моделлю (0,79) в 2011 році. Аналогічно для 2011  $Z_3 > Z_4 \Leftrightarrow [1 - 0,16] \geq [1 - 0,30] \Leftrightarrow 0,84 \geq 0,7 \rightarrow P = 0,84$ ;

для 2010  $Z_3 > Z_4 \Leftrightarrow [1 - 0,143] \geq [1 - 0,439] \Leftrightarrow 0,857 \geq 0,56 \rightarrow P = 0,857$ .

Отже, фінансовий стан розглянутого підприємства можна вважати критичним за моделями, які було розглянуті вище.

**Висновки.** Наукова новизна даної роботи полягає у використанні нового підходу до інтерпретації результатів, отриманих після обрахунку за двома моделями.

Порівнявши результати двох запропонованих моделей, можна зробити висновок про їх адекватність, адже визначений фінансовий стан оцінений однаково за обома моделями.

Базуючись на даних результатах доцільними є подальші дослідження в цій сфері, а саме застосування динамічного підходу до оцінки фінансового стану підприємства.

#### Література:

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде ; пер. с англ. Н. Моисеева. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
2. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств з задачам управления финансами. / Аудит и финансовый анализ. – 2002. – № 2.
3. Азарова А.О. Математичні моделі та методи оцінювання фінансового стану підприємства. Монографія / А.О. Азарова, О.В. Рузакова – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 172 с. – ISBN 978-966-641-363-8.
4. Білик М. Д. Сутність і оцінка фінансового стану підприємства / М. Д. Білик // Фінанси України. – 2005. - №3. – с.117-128.
5. Фартушний І.Д. Економіко-математична модель стратегії розвитку ВАТ «Укртелеком» на основі нечіткої логіки / Фартушний, Гандабура Х.В. // Економічний вісник НТУУ «КПІ» - 2012. № 71 – с.75-80.