

УДК 65.012.123

**А. О. Азарова, Л. Л. Леонтєєва**

Вінницький національний технічний університет  
вул. Хмельницьке шосе 95, 21000 Вінниця, Україна

## **Розробка системи підтримки прийняття рішень для інтегральної оцінки фінансового стану підприємства**

*Розроблено багаторівневу систему підтримки прийняття рішень щодо оцінювання фінансового стану підприємства. Запропоновано формалізацію системи підтримки прийняття рішень здійснювати з використанням математичного апарату порогових елементів та розглянуто алгоритм прийняття рішення з її допомогою.*

**Ключові слова:** система підтримки прийняття рішень, фінансовий стан, математичний апарат порогових елементів.

Ефективність господарської і фінансової діяльності підприємства в умовах трансформації економіки країни визначається, в першу чергу, його фінансовим станом. Саме фінансовий стан підприємства (ФСП) найповнішою мірою характеризує його успіх у виробничій сфері та у відносинах із партнерами, банками, інвесторами. Тому надзвичайно актуальним на сучасному етапі розвитку економіки України є розробка системи підтримки прийняття рішення (СППР) для оцінювання ФСП. Це дозволяє отримати інтегральний якісний показник функціонування підприємства у ринковому середовищі.

Аналіз існуючих методик оцінки фінансового стану підприємства дозволяє зробити висновок про те, що всі вони мають декілька недоліків. По-перше, це відсутність або недостатнє обґрунтування критичних значень більшості із показників, що розглядаються. Динаміка росту показника як основа прогнозу подальшого розвитку подій та рекомендацій із покращення фінансового стану підприємства сама по собі ні про що не говорить, так як відсутня єдина база порівняння. У цьому випадку можна зробити висновок, що стан покращується, однак кількісної характеристики він не дає. У зв'язку з цим будь-які рекомендації з покращення фінансового стану підприємства не мають аргументації та можуть бути випрацьовані лише за допомогою експертних оцінок. Порівняння ж показників досліджуваного підприємства з іншим підприємством має на увазі знаходження еталону.

По-друге, всі вказані методики розглядають або не всі сторони діяльності підприємства, або передбачають детальний розгляд окремих її моментів. У першо-

му випадку дається повна картина фінансового стану підприємства, потребується проведення значної кількості розрахунків та відповідно більш детальна інформація, що не завжди є прийнятним. Таким чином, виникає питання про розробку методики оцінки, яка давала б чітке уявлення про фінансовий стан підприємства, вимагала мінімум загальнодоступної інформації, всебічно охоплювала діяльність підприємства та могла бути основою для розробки рекомендацій щодо покращення його фінансового стану.

Крім того, існуючі моделі оцінювання ФСП не є універсальними і уніфікованими, тому що різні автори пропонують свою низку оцінювальних параметрів, проте, жодна множина таких оцінювальних параметрів не відповідає умовам мінімальності, повноти та дієвості. До того ж, вищезгадані підходи не враховують різний ступінь впливу параметрів на прийняття рішення. Тому автори статті пропонують для отримання достовірного інтегрального показника оцінки ФСП розробляти відповідну СППР, формалізація якої відбуватиметься саме із застосуванням математичного апарату порогових елементів, що дозволить позбавитися вищевказаних недоліків при прийнятті ефективного фінансового рішення. Отже, метою роботи є підвищення точності та якості оцінювання фінансового стану підприємства шляхом побудови багаторівневої СППР, що дозволить врахувати оптимальну множину оцінювальних параметрів, їх впливовість, експертні знання тощо.

Застосуванню потужного апарату порогових елементів присвячені роботи Тоценка В.Г., Єгорова Б.М., Ланцева В.С. [1] та інших вчених.

Побудова багаторівневої СППР дозволить прогнозувати «поведінку» самого підприємства, тобто спостерігати динаміку змін усіх показників як в часі, так і в площині різних підрозділів одного підприємства, або на множині обраних суб'єктів господарювання шляхом стратифікації комплексної проблеми прийняття рішення на послідовність (на кожному етапі) простіших проблем.

Розглянемо побудову системи підтримки прийняття рішень щодо оцінювання ФСП. Загалом задачі такого виду належать до складних задач, тому що необхідно оцінювати потужні множини вхідних параметрів ( $X$ ) та вихідних параметрів ( $R$ ). Таким чином, для розв'язання таких задач у роботі [2] пропонується використовувати розбиття складної проблеми на простіші підпроблеми.

Задача прийняття рішення щодо оцінювання ФСП полягає у виборі раціонального рішення з множини рішень  $D_j$ ,  $j = \overline{1, S}$ . Цей вибір пропонується здійснювати за допомогою критеріїв  $d_j$  на базі певної множини оцінювальних параметрів ( $X$ ).

Для визначення остаточного рішення щодо оцінки ФСП запропоновано враховувати комбінацію оцінюваних параметрів  $Z_1$  та  $Z_q$ , як це зображено на рис. 1. Тобто необхідно визначити залежність:

$$D_s = f_d(Z_1, Z_q), \quad (1)$$

що дає можливість на базі складних параметрів  $Z_1, \dots, Z_q$  здійснити сортування фінансових станів за критеріями  $d_j$ .

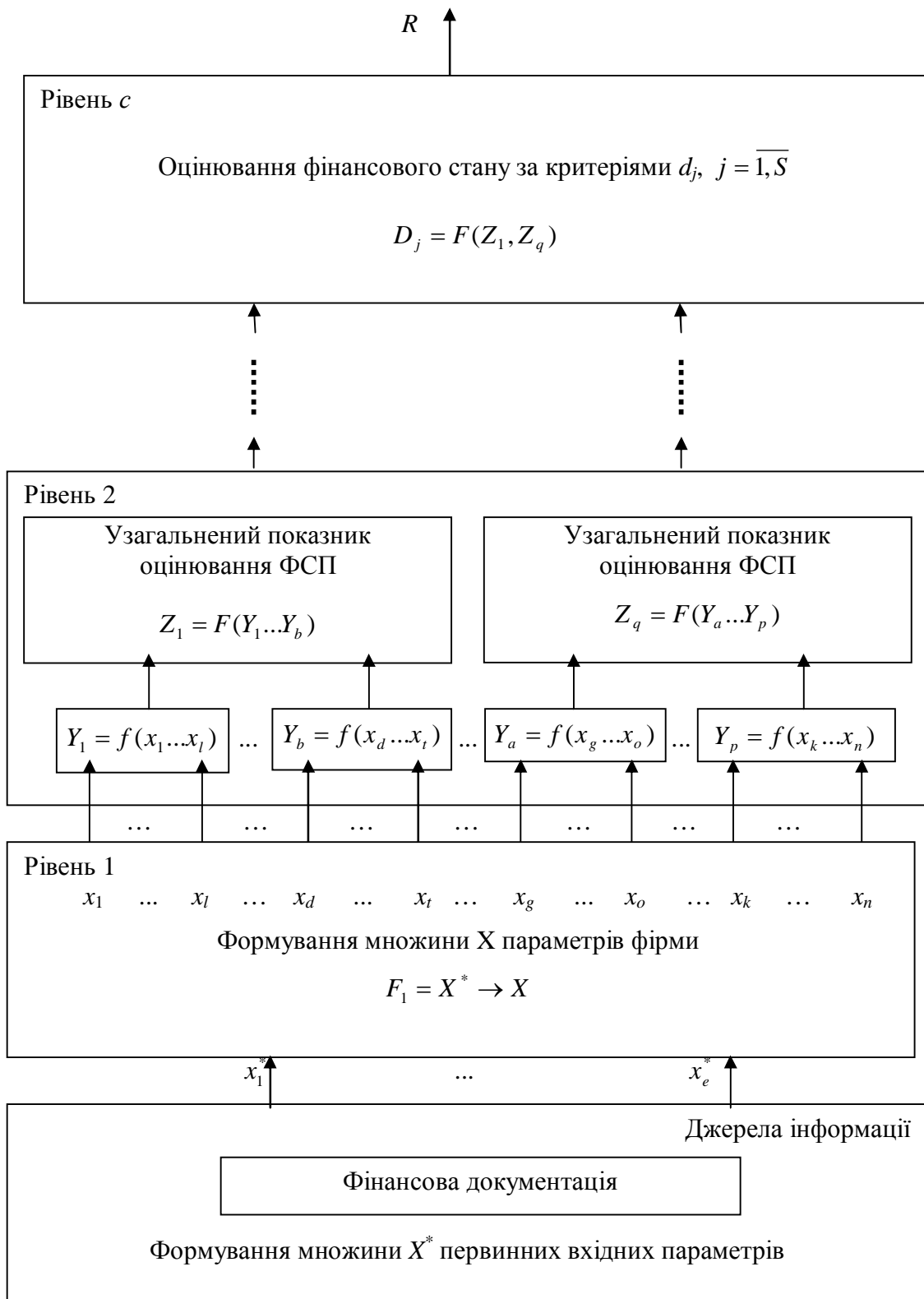


Рис. 1. Загальна структурна модель багаторівневої СППР щодо оцінювання ФСП

Запропонована загальна модель багаторівневої СППР щодо оцінювання ФСП складається з  $s$  рівнів та відповідних джерел інформації.

На першому рівні здійснюється формування множини  $X$  оцінювальних параметрів фінансового стану підприємства за допомогою вхідних параметрів  $x_1^*, \dots, x_e^*$ , де  $e \in N$ .

На другому рівні здійснюється оцінювання комплексних показників (функцій) діяльності підприємства, які, в свою чергу, є вхідними параметрами для загального інтегрального показника оцінювання ФСП, що дозволить віднести відповідний об'єкт оцінювання до конкретного класу фінансового стану. Отже, у статті розглядається задача класифікації та сортування об'єктів за мультикритеріальним принципом.

На  $s$ -му рівні здійснюється визначення рішення  $D_j$ ,  $j = \overline{1, S}$ , яке відносить фінансовий стан підприємства до конкретного напрямку  $d_j$ .

На базі загальної структурної моделі складемо конкретизовану модель оцінювання ФСП, що враховує специфіку українського ринку.

Отже, ця модель набуває вигляду, що розглянуто на рис. 2. Така модель складається з двох рівнів та відповідних джерел інформації. Множина оцінювальних параметрів відповідно до даної моделі повинна забезпечити формування таких складних параметрів як майновий стан підприємства ( $Y_1$ ), ліквідність та платоспроможність ( $Y_2$ ), фінансова стійкість ( $Y_3$ ), ділова активність ( $Y_4$ ) та рентабельність ( $Y_5$ ).

Згідно з декомпозиційним принципом складні параметри  $Y_i$ , де  $i = \overline{1, 5}$ , є узагальненою оцінкою відповідних параметрів [3–5]. Так:

$$\begin{aligned} Y_1 &= f(x_1, \dots, x_3), Y_2 = f(x_4, \dots, x_9), Y_3 = f(x_{10}, \dots, x_{14}), \\ Y_4 &= f(x_{15}, \dots, x_{24}), Y_5 = f(x_{25}, \dots, x_{28}). \end{aligned} \quad (2)$$

На першому рівні даної моделі здійснюється формування множини  $X$  оцінювальних параметрів фінансового стану підприємства за допомогою вхідних параметрів  $x_1^* \dots x_e^*$ , де  $e \in N$ .

Другий рівень складається з двох шарів.

На першому шарі другого рівня формується складний узагальнений показник оцінювання ФСП —  $Z$ , який являє собою функцію:

$$Z = f(Y_1, \dots, Y_5), \quad (3)$$

причому  $Y_1 = f(x_1, \dots, x_k)$ ,  $Y_2 = f(x_{k+1}, \dots, x_m)$ ,  $Y_3 = f(x_{m+1}, \dots, x_l)$ ,  $Y_4 = f(x_{l+1}, \dots, x_p)$ ,  $Y_5 = f(x_{p+1}, \dots, x_n)$ , де  $k, m, l, p, n \in N$ .

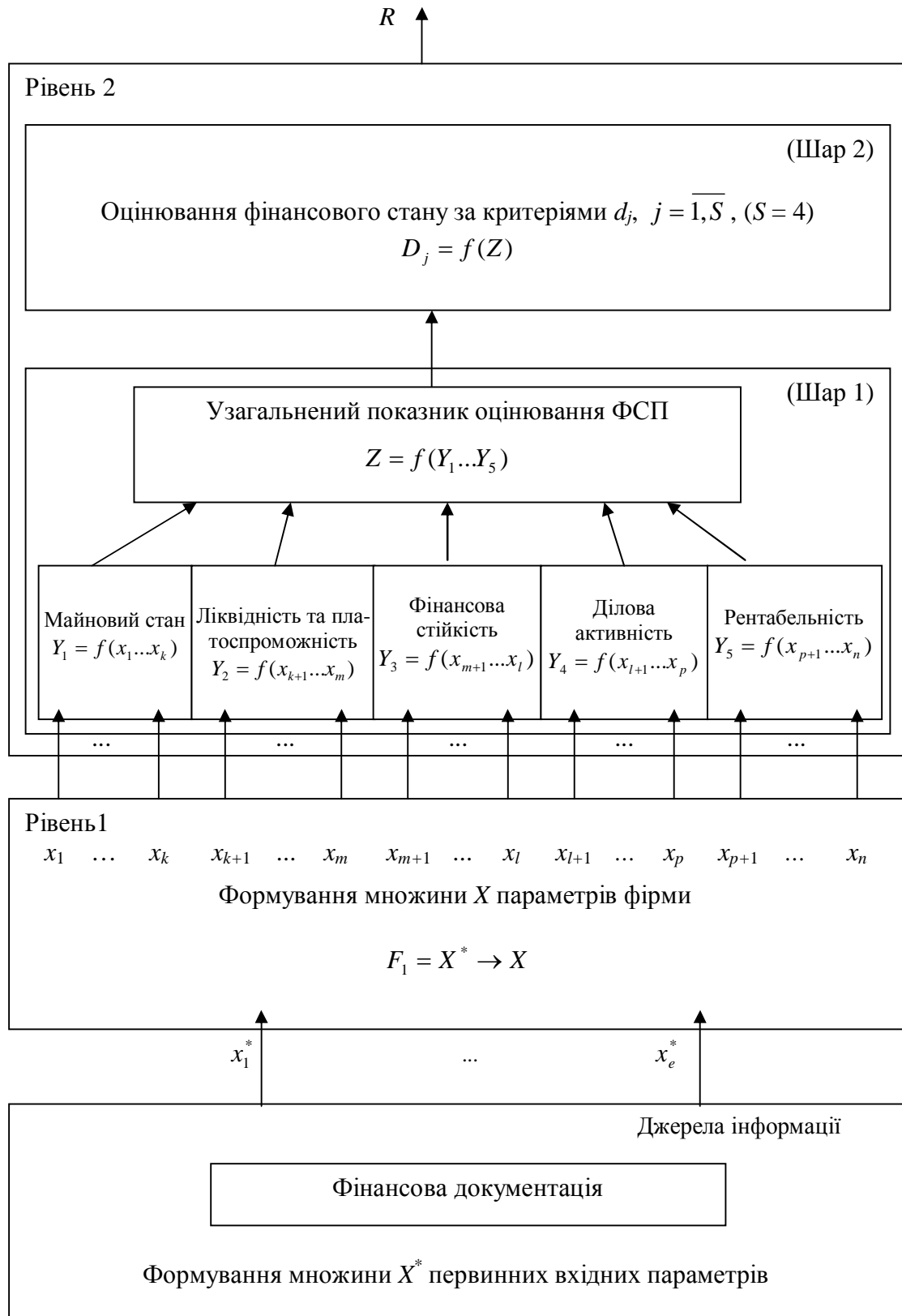


Рис. 2. Структурна модель СППР щодо оцінювання ФСП

На другому шарі другого рівня здійснюється визначення рішення  $D_j$ ,  $j = \overline{1, S}$  ( $S = 4$ ), яке класифікує фінансовий стан окремого підприємства за обраними напрямками  $d_j$ , а саме:

$$D_j = f(Z). \quad (4)$$

Виходячи зі складених оцінювальних функцій (1)–(3), сформуємо множину оцінювальних параметрів ( $X$ ) для оцінювання ФСП.

Майновий стан, що являє собою функцію  $Y_1 = f(x_1, \dots, x_3)$ , визначається за допомогою таких параметрів:  $x_1$  — коефіцієнт зносу основних засобів,  $x_2$  — коефіцієнт оновлення основних засобів,  $x_3$  — коефіцієнт вибуття основних засобів.

Ліквідність та платоспроможність являє собою функцію  $Y_2 = f(x_4, \dots, x_9)$ . Вони ідентифікуюється такими параметрами:  $x_4$  — коефіцієнт абсолютної ліквідності,  $x_5$  — коефіцієнт уточненої ліквідності,  $x_6$  — коефіцієнт покриття,  $x_7$  — коефіцієнт загальної платоспроможності,  $x_8$  — коефіцієнт критичної ліквідності,  $x_9$  — чистий оборотний капітал.

Фінансова стійкість, що являє собою функцію  $Y_3 = f(x_{10}, \dots, x_{14})$ , визначається сукупністю таких параметрів:  $x_{10}$  — коефіцієнт фінансової автономії,  $x_{11}$  — коефіцієнт фінансової залежності,  $x_{12}$  — коефіцієнт фінансового ризику,  $x_{13}$  — коефіцієнт фінансової стійкості,  $x_{14}$  — коефіцієнт маневреності власного капіталу.

Ділова активність являє собою функцію  $Y_4 = f(x_{15}, \dots, x_{24})$  і визначається такими параметрами:  $x_{15}$  — коефіцієнт оборотності активів,  $x_{16}$  — коефіцієнт оборотності основних засобів,  $x_{17}$  — коефіцієнт оборотності матеріальних запасів,  $x_{18}$  — коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості,  $x_{19}$  — коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості,  $x_{20}$  — коефіцієнт оборотності власного капіталу,  $x_{21}$  — строк погашення дебіторської заборгованості,  $x_{22}$  — строк погашення кредиторської заборгованості,  $x_{23}$  — тривалість обороту основних засобів,  $x_{24}$  — тривалість обороту матеріальних запасів.

Рентабельність, що являє собою функцію  $Y_5 = f(x_{p+1}, \dots, x_n)$ , визначається на базі таких параметрів:  $x_{25}$  — коефіцієнт рентабельності активів,  $x_{26}$  — коефіцієнт рентабельності власного капіталу,  $x_{27}$  — коефіцієнт рентабельності продажу,  $x_{28}$  — коефіцієнт рентабельності витрат.

У свою чергу ці оцінювальні параметри обчислюються на основі елементарних первинних вхідних параметрів:  $x_1^*, \dots, x_{27}^*$ , запропонованих у [6].

Множину вихідних параметрів  $O = \{O_1, \dots, O_S\}$  складають такі рішення:

- $O_1$  — нормальний ФСП;
- $O_2$  — задовільний ФСП;
- $O_3$  — критичний ФСП;
- $O_4$  — незадовільний ФСП.

Таким чином, визначено множину  $(x_1, \dots, x_{28})$  оцінювальних параметрів  $x_i$ , значення яких обчислюються на базі вхідних первинних параметрів  $x_1^*, \dots, x_{27}^*$ .

При прийнятті рішення щодо фінансового стану підприємства обрані оцінювальні параметри характеризуються різним ступенем впливу на прийняття рішення. Тому авторами пропонується формалізацію такої СППР здійснювати за допомогою математичного апарату порогових елементів, який дозволяє ранжувати оцінювальні параметри згідно з їх впливовістю на остаточне рішення. Крім того, такий математичний апарат дозволяє за критеріями мінімальності, дієвості та повноти сформуванню множини оцінювальних параметрів на базі запропонованих в існуючих методиках оцінювання ФСП.

Розглянемо алгоритм формалізації СППР щодо оцінювання ФСП на базі порогових елементів.

Крок 1. Визначити діапазон змінення  $\left[ x_{i_{\min}}; x_{i_{\max}} \right]_j$  оцінювальних параметрів  $x_i, i = \overline{1, 28}$  відповідно до критеріїв  $d_j, j = \overline{1, S}, (S = 4)$ .

Крок 2. Здійснити ранжування оцінювальних параметрів  $x_i$  для кожного стану ФСП.

Крок 3. Побудувати логічні функції вибору  $F_{d_j}(y_1, \dots, y_n)$  для  $S$  станів ФСП.

Крок 4. Отримати мінімальну диз'юнктивну нормальну форму інверсних функцій  $\overline{F}_{d_j}(y_1, \dots, y_n)$ .

Крок 5. Визначити співвідношення між вагами  $w_i, i = \overline{1, 28}$ .

Крок 6. Скласти скорочені системи нерівностей для ваг змінних [1].

Крок 7. Перетворити скорочені системи нерівностей, що отримані на кроці 6.

Крок 8. Визначити для кожного стану такі значення порогу  $T$  і  $w_i$ , що задовільняють системам нерівностей, які відповідно отримані на кроці 7 та дають мінімум лінійної форми.

Крок 9. Обрати коефіцієнт наближення  $q$  [7].

Реалізація даного алгоритму дозволить врахувати не лише значення оцінювальних параметрів, а й вплив цього параметру на прийняття фінансового рішення.

Розглянемо реалізацію алгоритму на прикладі нормального ФСП.

Здійснимо ранжування параметрів  $x_1, \dots, x_{28}$  наступним чином:

I —  $y_4, y_6, y_7, y_{10}, y_{13}, y_{20}, y_{21}, y_{22}, y_{25}, y_{27}$  (вищий рівень);

II —  $y_8, y_{11}, y_{16}, y_{18}, y_{19}, y_{26}$  (середній рівень);

III —  $y_1, y_2, y_3, y_5, y_9, y_{12}, y_{14}, y_{15}, y_{17}, y_{23}, y_{24}, y_{28}$  (нижчий рівень).

Таким чином, кожний із коефіцієнтів I чи II рівнів дорівнює сукупності усіх коефіцієнтів нижчого рівня, наприклад,  $y_8$  може компенсуватися сукупністю коефіцієнтів:  $\{y_1, y_2, y_3, y_5, y_9, y_{12}, y_{14}, y_{15}, y_{17}, y_{23}, y_{24}, y_{28}\}$ ; а  $y_{13}$  —  $\{y_8, y_{11}, y_{16}, y_{18}, y_{19}, y_1, y_2, y_3, y_5, y_9, y_{12}, y_{14}, y_{15}, y_{17}, y_{23}, y_{24}, y_2\}$ .

Виходячи зі схеми ранжування, можна охопити весь спектр сполучень із 28 розглянутих коефіцієнтів шляхом їх логічного складення. Це дасть можливість з'ясувати належність до ФСП з будь-якими характеристиками, при будь-яких їх комбінаціях.

Для того, щоб знайти мінімальну диз'юнктивну нормальну форму заперечення  $\overline{F}_{d_j}(y_1, \dots, y_{28})$  логічної функції  $F_{d_j}(y_1, \dots, y_n)$ , скористаємося таким правилом [1]:

$$\bar{f}(y_1, y_2, \dots, y_{28}, \vee, *) = f(\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_{28}, *, \vee). \quad (5)$$

Для того, щоб отримати цю обернену функцію, використаємо закон де Моргана та правила поглинання та склеювання. Таким чином, мінімальна диз'юнктивна нормальна форма буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} \bar{f}_1(y_1, \dots, y_{28}) = & \bar{y}_4 \bar{y}_6 \vee \bar{y}_6 \bar{y}_8 \vee \bar{y}_{18} \bar{y}_{21} \vee \bar{y}_{20} \bar{y}_{21} \vee \\ & \vee \bar{y}_1 \bar{y}_4 \bar{y}_{16} \vee \bar{y}_8 \bar{y}_{11} \bar{y}_{16} \vee \bar{y}_{14} \bar{y}_{20} \bar{y}_{26} \vee \bar{y}_{18} \bar{y}_{19} \bar{y}_{26} \end{aligned} \quad (6)$$

Відповідно з ранжуванням визначимо співвідношення між вагами:

$$\begin{aligned} w_1 = w_2 = w_3 = w_5 = w_9 = w_{12} = w_{14} = w_{15} = w_{17} = w_{23} = w_{24} = w_{28} < \\ < w_8 = w_{11} = w_{16} = w_{18} = w_{19} = w_{26} < \\ < w_4 = w_6 = w_7 = w_{10} = w_{13} = w_{20} = w_{21} = w_{22} = w_{25} = w_{27}. \end{aligned}$$

Отримаємо таку скорочену систему нерівностей:

$$1) w_4 + w_6 + w_7 + w_{10} + w_{13} + w_{20} + w_{21} + w_{22} + w_{25} + w_{27} \geq T;$$

$$2) w_4 + w_6 + w_7 + w_{10} + w_{13} + w_{20} + w_{21} + w_{22} + w_{25} + w_8 + w_{11} + w_{16} + w_{18} + w_{19} + w_{26} \geq T;$$

$$3) w_4 + w_6 + w_7 + w_{10} + w_{13} + w_{20} + w_{21} + w_{22} + w_{25} + w_8 + w_{11} + w_{16} + w_{18} + w_{19} + w_1 + w_2 + w_3 + w_9 + w_5 + w_{12} + w_{14} + w_{15} + w_{17} + w_{23} + w_{24} + w_{28} \geq T;$$

$$4) w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 + w_7 + w_8 + w_9 + w_{10} + w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + w_{16} + w_{17} + w_{18} + w_{20} + w_{22} + w_{23} + w_{25} + w_{26} + w_{27} + w_{28} < T.$$

Перепишемо складену систему нерівностей таким чином:

$$\begin{aligned} w_1 = w_2 = w_3 = w_5 = w_9 = w_{12} = w_{14} = w_{15} = w_{17} = w_{23} = w_{24} = w_{28} = w_1, \\ w_8 = w_{11} = w_{16} = w_{18} = w_{19} = w_{26} = w_1 + \delta_1, \\ w_4 = w_6 = w_7 = w_{10} = w_{13} = w_{20} = w_{21} = w_{22} = w_{25} = w_{27} = w_1 + \delta_1 + \delta_2. \end{aligned} \quad (7)$$

Тут  $\delta_1, \delta_2$  — цілі додатні числа, що є більшими за нуль. Тоді скорочена система нерівностей буде мати вигляд:



$$\begin{cases} 10w_1 + 10\delta_1 + 10\delta_2 \geq T, \\ 15w_1 + 15\delta_1 + 9\delta_2 \geq T, \\ 26w_1 + 14\delta_1 + 9\delta_2 \geq T, \\ 25w_1 + 14\delta_1 + 9\delta_2 < T. \end{cases} \quad (8)$$

Визначимо такі значення порогу  $T$  і ваг, що задовольняють складеній скороченій системі нерівностей.

Для того, щоб отримати мінімальний розв'язок системи нерівностей необхідно обрати мінімально можливі значення:  $w_1, \delta_1, \delta_2$ .

Розв'язуючи систему нерівностей (7), отримаємо, що вона є сумісною при таких мінімальних значеннях:  $w_1 = 1; \delta_1 = 11; \delta_2 = 60$ . Підставляючи ці значення, дана система нерівностей переписеться так:

$$\begin{cases} 720 \geq T_1, \\ 720 \geq T_1, \\ 720 \geq T_1, \\ 719 < T_1. \end{cases} \quad (9)$$

Таким чином, система нерівностей (9) для нормального ФСП сумісна при мінімальному порозі  $T_{\min 1} = 720$ .

Враховуючи (7), визначимо вагу всіх 28-ти параметрів для даного ФСП:

$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$	$w_6$	$w_7$	$w_8$	$w_9$	$w_{10}$	$w_{11}$	$w_{12}$	$w_{13}$	$w_{14}$	$T_{\min 1}$
1	1	1	72	1	72	72	12	1	72	12	1	72	1	
$w_{15}$	$w_{16}$	$w_{17}$	$w_{18}$	$w_{19}$	$w_{20}$	$w_{21}$	$w_{22}$	$w_{23}$	$w_{24}$	$w_{25}$	$w_{26}$	$w_{27}$	$w_{28}$	720
1	12	1	12	12	72	72	72	1	1	72	12	72	1	

Оберемо коефіцієнт наближення  $q = 0,5$ .

Таким чином, мінімальним пороговим елементом для нормального ФСП є:  $[1, 1, 1, 72, 1, 72, 72, 12, 1, 72, 12, 1, 72, 1, 1, 12, 1, 12, 12, 72, 72, 72, 1, 1, 72, 12, 72, 1; 720]$ .

Результатами формалізації СППР для оцінювання ФСП є наступні.

1. Розробка загальної та структурної моделі СППР щодо оцінювання ФСП у рамках декомпозиційного принципу. Перевагою даної моделі є те, що вона враховує множину первинних вхідних параметрів  $X^*$  та множину оцінювальних параметрів  $X$ . Крім того, здійснено стратифікацію процесу реалізації складної функції прийняття рішення  $F$ , тобто вона розподілена на більш прості функції: перетворення  $X^* \rightarrow X$ , об'єднання показників у певні групи, визначення остаточного рішення, що, в свою чергу, дозволяє значно спростити процес формалізації такої СППР.

2. Визначення множини оцінювальних параметрів для СППР щодо оцінювання ФСП. Ці множини охоплюють широкий спектр чинників, що впливають, крім того, задовільняють умовам повноти, дієвості та мінімальності.

3. Визначення мінімальної диз'юнктивної нормальної форми логічної функції  $F$ , здійснення ранжування оцінювальних параметрів, що дає змогу визначити вагу кожного з досліджуваних параметрів та співвідношення між ними. Крім того, було визначено мінімальні значення оцінювальних параметрів і відповідно мінімальний пороговий елемент.

Запропонована модель може широко використовуватися як на теренах України, так і за кордоном. Це пояснюється її універсальністю, повнотою множини оцінювальних параметрів, уніфікованим підходом до вибору множини вихідних параметрів, а також простотою алгоритмічного підходу, що реалізований на базі порогових елементів, що потребує подальшої комп'ютерної реалізації з метою створення автоматизованого засобу СППР.

Достовірність отриманих результатів засвідчується актом впровадження № 52/03з, що був укладений на базі результатів, отриманих на Ладижинському заводі залізобетонних конструкцій.

1. *Егоров Б.М., Ланцев В.С., Тоценко В.Г.* Синтез схем на пороговых элементах / Под ред. Вавилова Е.Н. — М.: Сов. радио, 1970. — 368 с.

2. *Азарова А.О., Воронюк О.В.* Складання оптимальної множини параметрів при оцінці фінансового стану підприємства // Економіка: проблеми теорії та практики. — Дніпропетровськ. — 2004. — С. 1143–1149.

3. *Азарова А.О., Воронюк О.В.* Аналіз методів оцінки фінансового стану підприємства // Матеріали доповіді на міжвузівській науково-практичній конференції вчених, викладачів та практичних працівників «Розвиток фінансово-кредитної системи України в умовах ринкових трансформацій». — Вінниця, 2003. — С. 261–262.

4. *Азарова А.О.* Розробка системи прийняття рішення на порогових елементах // Вісник ВПІ. — 1999. — № 4. — С. 44–47.

5. *Азарова А.О.* Математична формалізація якісних критеріїв оцінювання кредитоспроможності позичальника комерційного банку // Зб. матеріалів міжнародного симпозіуму «Наука і підприємництво». — Вінниця–Львів, 1997. — С. 35–39.

6. *Азарова А.О., Леонтєва Л.Л.* Комплексна оцінка фінансового стану підприємства // Вісник ВПІ. — 2005. — № 3. — С. 17–24.

7. *Азарова А.О.* Розробка методики формалізації первинної вхідної інформації при складанні багаторівневих СППР // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2000. — Т. 2, № 4. — С. 96–104.

Надійшла до редакції 31.08.2005