

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ КЕРІВНОГО СКЛАДУ ПІДПРИЄМСТВА

На сучасному етапі розвитку економіка України характеризується зростанням рівня безробіття, незайнятості працездатного населення, гострим дефіцитом висококваліфікованих менеджерів та керівників, зміненням вимог до персоналу, зокрема керівництва підприємств та кадрової політики. Відоме гасло “Кадри вирішують все” в умовах сучасності набуває надзвичайного значення. Тому особливо актуальною є розробка сучасних комп’ютеризованих систем підтримки прийняття рішень (СППР), які б дозволили кваліфіковано, повно, точно та неупереджено оцінювати якість виробничого персоналу, зокрема керівного складу підприємства. Використання сучасних комп’ютерних засобів для кадрового забезпечення системи керування підприємством є показником світового рівня керування персоналом на виробництві. Складання СППР полягає наперед усе у формуванні відповідної бази математичних моделей, яка б дозволила формалізувати процес прийняття рішення (ПР) в такій СППР.

За дослідженнями психологів людина спроможна оцінювати  $7 \pm 2$  одиниці інформації, приймаючи при цьому раціональне рішення. Якщо ця множина оцінювальних параметрів досліджуваного об’єкта починає зростати, то кількість помилок при ПР суттєво збільшується і в результаті обране рішення стає необґрунтованим та позбавленим сенсу взагалі. Отже, використання комп’ютерних засобів та відповідних математичних моделей для оцінювання керівництва підприємства зумовлюється багатьма факторами, зокрема стає можливим точно оцінити велику множину параметрів, що характеризують об’єкт дослідження, формалізувати процес ПР, врахувати при цьому параметри якісного типу і прийняти раціональне рішення щодо доцільності відбору досліджуваної особи на керівну посаду на підприємстві. Тому особливо актуальним є розробка відповідного математичного апарату для складання СППР щодо оцінювання керівного складу підприємства

Внаслідок того, що об’єкт дослідження (керівник) характеризується якісними параметрами, то необхідно використовувати специфічний математичний апарат, який дозволяє формалізувати якісну інформацію. Найбільш сучасним та ефективним засобом для складання математичних моделей таких СППР є апарат теорії нечітких множин. Він дозволяє скоротити термін розробки відповідного математичного забезпечення таких систем та їх адаптації до умов швидкоплинного зовнішнього середовища, зокрема, до змінення економічної, нормативно-правової баз, а також врахувати ризик при ПР.

Тому автор пропонує при розробці математичної моделі та складанні в подальшому відповідної СППР з підвищеною швидкістю обробки інформації з

урахуванням ризику використовувати саме апарат теорії нечітких множин, а також теорії ПР.

ПР щодо оцінювання професійної придатності потенційного керівника є надзвичайно складною задачею, тому з метою прийняття раціонального рішення необхідно оцінити велику множину оцінювальних параметрів об'єкта (керівника), які в свою чергу також можуть бути складними, тобто визначеними на базі сукупності інших простіших параметрів.

Зобразимо процес прийняття рішення щодо оцінювання потенційного керівника підприємства схематично. Для більшості реальних задач така функція ПР, яку позначимо через  $F$ , є дуже складною, тому на практиці автори пропонують декомпонувати складну функцію  $F$  на набір більш простіших функцій, так щоб формалізація функцій нижчого рівня дозволила визначити й складну функцію  $F$ . На структурному рівні реалізація кожної з функцій здійснюється окремим шаром, що входить до складу системи. Автори пропонують три варіанта реалізації такої функції  $F$ .

Перший варіант полягає у послідовній багатошаровій реалізації функції  $F$ . Цьому процесу відповідає схема, що наведена на рис.1. На першому шарі вхідний набір змінних  $A_1$  із множини  $A$  є вхідною інформацією для функції  $f_1$ . Вхідними даними для функції  $f_2$  є результат розв'язання задачі, що описується функцією  $f_1$  та вхідний набір  $A_2$ . У загальному випадку вхідними даними для функції  $f_i$  є результат функції  $f_{i-1}$  та вхідний набір  $A_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ . З урахуванням цього і здійснюється розбиття загальної задачі, що описується функцією  $F$  на підзадачі, що описуються функціями  $f_1, \dots, f_k$ . Другий варіант реалізації функції  $F$  полягає у паралельній багатошаровій реалізації функцій. Схему такого варіанту наведено на рис. 2.

Особливістю схеми є те, що вхідними даними для функцій  $f_l$ ,  $l = \overline{1, c}$  першого шару є елементи множини  $A = \{A_1, \dots, A_{ln}\}$ , при цьому деякі з цих функцій є неперетворювальними, тобто відображають  $A_{ll} \rightarrow A_{ll}$ . Вхідними даними для  $j$ -го шару  $j = \overline{1, m}$  є вихідні результати, отримані на  $(j-1)$ -му шарі. Остаточний результат  $B$  - множина вихідних параметрів формується на виході  $m$ -го шару.

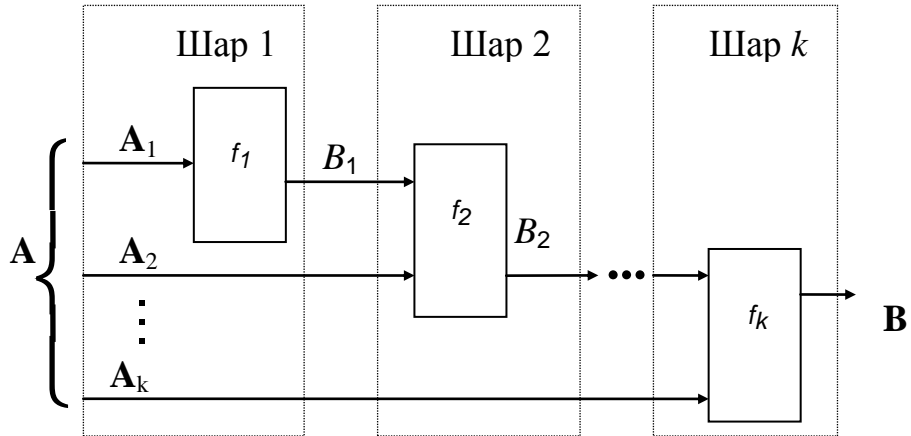
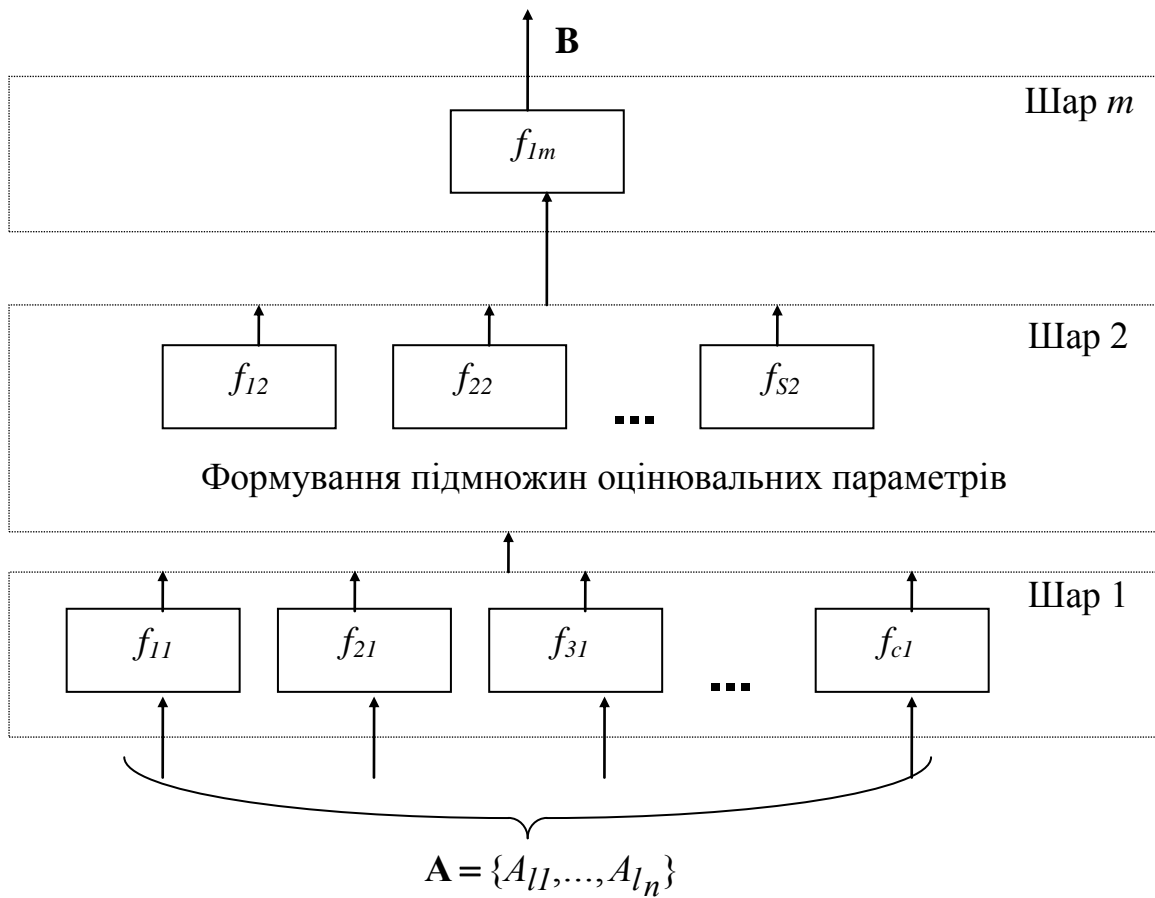
Третій варіант реалізації функції  $F$  є комбінацією першого та другого варіантів.

Вхідні дані можуть бути як кількісного, так і якісного типу. А якщо функції здійснюють перетворення тільки одного типу даних, то виникає необхідність перетворення іншого типу в той, в якому виконується перетворення. Тобто в цьому випадку вводяться додаткові функції, що пов'язані з перетворенням типів вхідних даних.

При ПР щодо оцінювання потенційного керівника треба проаналізувати такі його складні параметри як його *професійні здібності* та *порядність*.

Розглянемо методику формування функцій декомпозиції складних оцінювальних параметрів на множину простих параметрів. Для цього скористуємося базовими поняттями теорії нечітких множин.

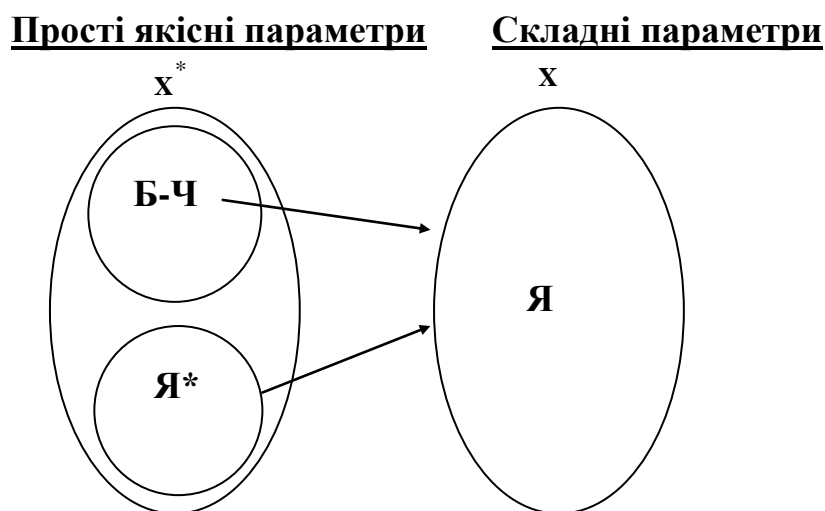
Нехай  $U$  універсальна множина, тобто повна множина, що охоплює всю

Рис.1. Послідовна реалізація функції  $F$ Рис.2. Паралельна реалізація функції  $F$

проблемну область. Нечітка підмножина  $F$  множини  $U$  визначається за допомогою функції належності  $\mu_F(u)$ , де  $u, u \in U$ . Функція належності відображає елементи з множини  $U$  на множину чисел в інтервалі  $[0,1]$ , які вказують ступінь належності елемента  $u \in U$  нечіткій множині  $F$ . Оцінювання керівництва та його параметри будемо розглядати як лінгвістичні змінні з якісними термами. Якісний параметр характеризується лінгвістичним термом  $T_j, j = \overline{1, t}$  з відповідної множини термів. Тому спочатку визначається кількість  $t$  лінгвістичних термів, за якими буде здійснюватися оцінювання вхідних параметрів  $x_i, i = \overline{1, n}$ . Вона залежить від специфіки досліджуваних об'єктів та точності прийняття рішення. Наприклад, для  $t=2$  маємо лінгвістичні терми - низький (Н) та високий (В). Для  $t=3$  - низький, середній (С) та високий; для  $t=5$  - низький, нижче середнього (НС), середній, вище середнього (ВС), високий.

Рациональність остаточного рішення суттєво залежить від обсягів та якості отриманої первинної інформації  $X^*$  про об'єкт дослідження. Вона може бути отриманою як від зовнішніх, так і внутрішніх джерел.

Автори пропонують виділяти вхідну первинну інформацію якісного характеру як таку, що може бути описаною різною кількістю термів, а для представлення її оцінювальними якісними параметрами і подальшій їх формалізації в СППР постає необхідність в уніфікації такої кількості термів до  $t$ . Тому запропоновано таку схему відображення  $X^* \rightarrow X$ , що зображена на рис.3.



**Рис. 3. Відображення простих у складні оцінювальні параметри**

На рисунку 3:

**Б-Ч** - підмножина первинних вхідних параметрів з бально-чисельними значеннями;

**Я\*** - підмножини якісних первинних вхідних параметрів, що описуються  $k$  лінгвістичними термами;

**Я** - якісний оцінювальний параметр, що описується  $t$  лінгвістичними термам.

Для перетворення **Б-Ч**  $\rightarrow$  **Я** автори пропонують такий підхід.

Нехай деякий якісний оцінювальний параметр  $x_i, i = \overline{1, n}$  з множини  $X$  характеризується певною кількістю лінгвістичних термів і є складним, тобто

описується сукупністю бально-чисельних параметрів  $x_1^* \dots x_k^*$ . Кожен параметр  $x_l^*$ ,  $l = \overline{1, k}$  оцінюється в балах  $b_l$  з певного діапазону. Причому параметру  $x_l^*$ , який в більшій мірі впливає на  $x_i$ , відповідає більший діапазон. Тоді ідентифікувати якісний параметр  $x_i$  можна так. Параметр  $x_i$  приймає значення  $j$ -го лінгвістичного терму, тобто  $x_i = T_j$ , якщо

$$g_H^j < \sum_{l=1}^k b_l \leq g_G^j, \quad j = \overline{1, t}$$

де  $t$  - кількість термів;

$g_H^j$  - нижня межа для  $j$ -го терму;

$g_G^j$  - верхня межа для  $j$ -го терму.

Для обчислення нижньої та верхньої межі кожного терму пропонуються такі формули:

$$g_H^j = k_H^j * N,$$

$$g_G^j = k_G^j * N,$$

де  $k_H^j, k_G^j$  - коефіцієнти меж;

$N$  - сумарна бальна оцінка параметрів  $x_l^*$ ,  $l = \overline{1, k}$ , що обчислюється за формулою:

$$N = \sum_{l=1}^k b_l \max,$$

де  $b_l \max$  - максимальна бальна оцінка параметру  $x_l^*$ .

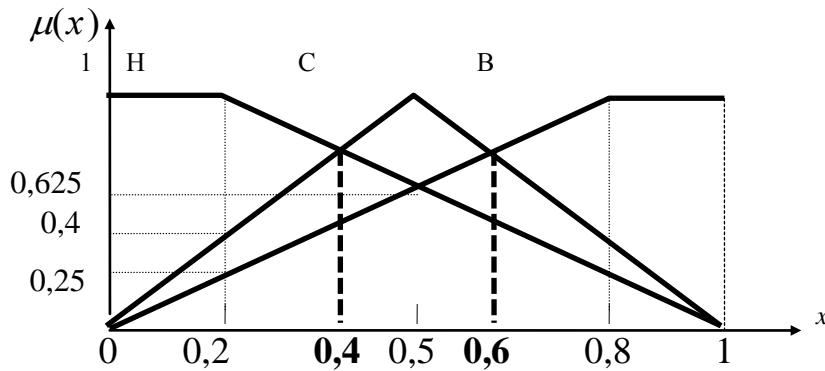
Для визначення коефіцієнтів меж автори пропонують таку методику.

1. Побудувати функції належності  $t$  термів в одній системі координат.
2. Визначити точки перетину функцій належності  $T_j$  й  $T_{j+1}$  термів,  $j = \overline{1, t-1}$ .
3. Провести перпендикуляри з кожної точки перетину на вісь  $x$ . Точки перетину  $x_j$  цих перпендикулярів з віссю  $x$  дають значення  $k_H^j, k_G^j$ . Причому  $k_H^1 = 0$ ,  $k_G^t = 1$ ,  $k_G^j = k_H^{j+1} = x_j$ ,  $j = \overline{1, t-1}$ .

Визначення коефіцієнтів  $k_H^j, k_G^j$  для трьох термів: Н, С, В проілюстровано на рис. 4. Значення коефіцієнтів  $k_H^j, k_G^j$  при  $j=3$  надано у табл. 1.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів  $k_H^j, k_G^j$  при  $j=3$

Терм	Коефіцієнт	
	$k_H^j$	$k_G^j$
«низький»	0	0,4
«середній»	0,4	0,6
«високий»	0,6	1,0

Рис. 3. Функції належності при  $t = 3$ 

При перетворенні  $\mathbf{Y}^* \rightarrow \mathbf{Y}$ , тобто сукупності вхідних первинних параметрів, що описуються  $k$  термами, у складний якісний оцінювальний параметр, що описується  $t$  термам, можливі два варіанта.

Перший - це випадок, коли  $x_c^*$ ,  $c = \overline{1, t}$  є неперетворювальним, тобто  $x_i = x_c^*$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Другий варіант виникає в тому випадку, коли якісний  $x_c^*$  описується тільки двома термами «так» і «ні».

Функції, що пов'язують  $x_i$  та сукупність первинних вхідних параметрів  $x_c^*$ , автори пропонують описувати у вигляді табл. 2.

Таблиця 2 - Приклад функцій перетворення  $\{x_c^*\} \rightarrow x_i$ ,  $c = \overline{1, t}$ 

Оцінювальні параметри				Значення функцій		
A	B	C	D	$f_1$	$f_2$	$f_3$
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0
...	...	...	...	...	...	...
1	1	1	1	0	0	1

Набір оцінювальних параметрів A, B, C, D є набором деяких параметрів  $\{x_c^*\}$ ,  $c = \overline{1, t}$ , з множини  $\mathbf{X}^*$ . Нульове значення оцінювальних параметрів A, B, C, D відповідає лінгвістичному терму «ні», а одиничне - терму «так». Кожна з функцій є значенням певного лінгвістичного терму оцінювального параметру  $x_i$ . У випадку, що розглядається, одиничним значенням функцій  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  відповідають терми «низький», «середній», «високий».

Скористаємося вищевикладеними математичними моделями для ПР щодо оцінювання професійних здібностей керівника. Для визначення цього параметра  $x_1$  пропонується використовувати такі прості вхідні параметри, що найбільш повно описують професіоналізм керівника і мають бальну оцінку (див. табл. 3). Скористаємося експертними знаннями щодо впливовості простих вхідних параметрів ( $x_1^* \dots x_6^*$ ) на складний параметр – рівень професіоналізму та викладеною авторами методикою перетворення  $\mathbf{B}-\mathbf{Ч} \rightarrow \mathbf{Y}$ .

Таблиця 3 - Оцінювання професійних якостей керівника

Найменування параметра	Параметр	Бальна оцінка - $b_l$
Рівень спеціальних знань та специфічних знань	$x_1^*$	[0 - 5]
Компетентність	$x_2^*$	[0 - 5]
Аналітичність	$x_3^*$	[0 - 4]
Оперативність	$x_4^*$	[0 - 2]
Комунікативність	$x_5^*$	[0 - 2]
Комунікаційність	$x_6^*$	[0 - 2]

Значення коефіцієнтів меж за викладеною методикою для  $t = 3$  (Н, С, В) дорівнюють  $k_H^1 = 0$ ;  $k_B^1 = k_H^2 = 0,4$ ;  $k_B^2 = k_H^3 = 0,6$ ;  $k_B^3 = 1$ .

Сумарна кількість балів буде -  $N = 5 + 5 + 4 + 2 + 2 + 2 = 20$ .

Тоді обчислення параметра буде здійснюватися так:

$$x_1 = \begin{cases} H, \text{ якщо } 0 \leq \sum_{i=1}^6 b_l \leq 8; \\ C \text{ якщо } 8 < \sum_{i=1}^6 b_l \leq 12; \\ B, \text{ якщо } 12 < \sum_{i=1}^6 b_l \leq 20. \end{cases}$$

Підставляючи конкретні бальні оцінки кожного вхідного параметра у побудовану модель, отримаємо шукане значення терму, яким описується якісний оцінювальний параметр  $x_1$ .

Другий приклад стосується методики визначення складного якісного оцінювального параметра -  $x_2$ , що описується трьома термами, за допомогою сукупності якісних простих параметрів, що описуються 2 термами. Нехай постає необхідність оцінити *порядність керівника* ( $x_2$ ) одним з трьох термів – Н, С, В. Це можна здійснити, враховуючи таку сукупність простих параметрів:  $x_1^*$  - наявність правопорушень, судимостей керівника;  $x_2^*$  - точність виконання укладених раніше договорів та сплата зобов'язань (якщо він був на керівній посаді на попередньому місці роботи);  $x_3^*$  – належність до певного політичного угруповання та сімейний стан;  $x_4^*$  – стаж роботи на керівній посаді на попередньому місці роботи.

Функції, що пов'язують цей оцінювальний параметр з вхідними параметрами  $x_1^* \dots x_4^*$  описані граф-схемою, що відображає сутність запропонованої в роботі відповідної таблиці. Ця граф-схема надана на рис.4. Тут  $A$  - аналіз інформації, отриманої з відповідних джерел;  $B$  - керівник мав кримінальне минуле;  $C$  - керівник не був точним при виконанні раніше

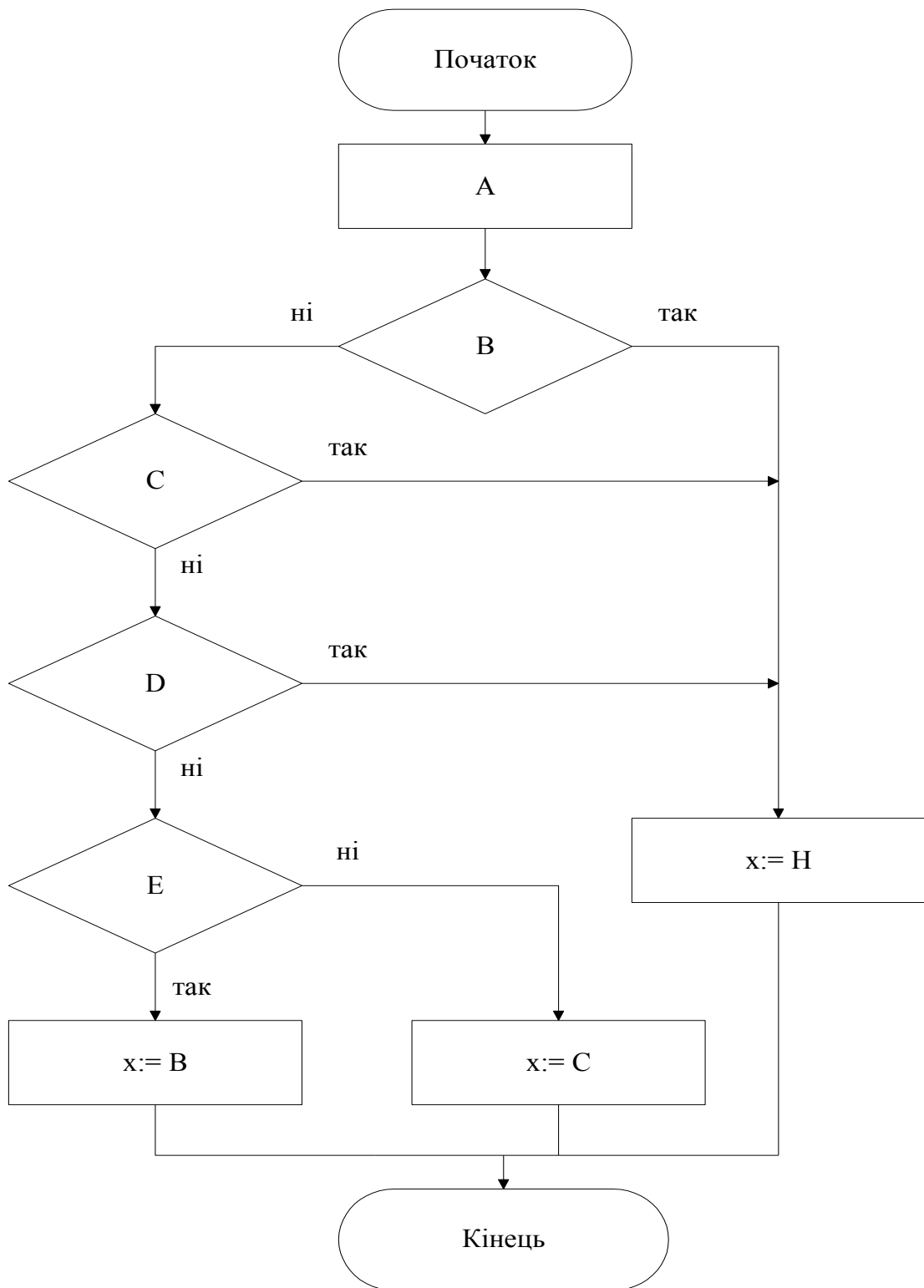


Рис. 4. Граф-схема алгоритму визначення якісного параметра  $x_2$  - *порядність позичальника*

укладених договорів з банками (або іншими фінансовими партнерами);  $D$  - керівник не є одруженим або надзвичайно активно займається політичною діяльністю;  $E$  - керівник має достатній стаж роботи на керівній посаді. Визначивши  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ , можна, використовуючи запропоновану модель, визначити належність оцінювального параметра  $x_2$  до одного з трьох можливих лінгвістичних термів.



Таким чином, запропоновано узагальнені математичні моделі та відповідні методики визначення складних оцінювальних параметрів, а також на їх базі розроблено математичні моделі щодо визначення *порядності керівника* та його *професійних здібностей* шляхом декомпозиції складної проблеми ПР на базі математичного апарата НМ. А це в свою чергу дає можливість приймати рішення без урахування всіх можливих комбінацій оцінювальних параметрів, що значно підвищує швидкість обробки інформації в СППР, які базуються на таких математичних моделях.

Аналіз людського фактору завжди був складною проблемою внаслідок необхідності формалізації якісної інформації, тому запропонований підхід є необхідним для прийняття раціонального рішення щодо кадрового забезпечення системи керування підприємством. Він дозволяє скоротити термін розробки відповідного математичного забезпечення таких систем та їх адаптації до умов швидкоплинного зовнішнього середовища.