

**А. О. Азарова, О. В. Антонюк**

Вінницький національний технічний університет

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ СТРАТЕГІЧНОГО  
ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ЙОГО  
ПІДВИЩЕННЯ

*АНОТАЦІЯ.* У статті представлено рекомендації щодо розроблення структурної та математичної моделей визначення рівня використання стратегічного потенціалу підприємства. Запропоновано методологічні підходи до оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства на базі математичного апарату нечіткої логіки та нейронних мереж, які дозволяють не розглядати усі комбінації параметрів при прийнятті результуючого рішення, що суттєво підвищує швидкість оброблення інформації, та врахувати різноякісні їх типи, динамічно змінювати множину оцінювальних показників згідно швидкоплинних умов внутрішнього та зовнішнього середовищ. Наведено особливості побудови комплексної цільової програми підвищення рівня використання стратегічного потенціалу, що дозволяє ідентифікувати основні напрямки фінансування та здійснити ефективний розподіл обмежених ресурсів підприємства.

*ANNOTATION.* The recommendations to the construction of structure and mathematical models of strategic potential use level determining are presented in the article. The methodological approaches of an enterprise' strategic potential use level estimation are proposed on the bases of the mathematical device of fuzzy logic and neural networks and allow not to consider all combinations of parameters making resulting decisions that significantly increases the speed of information processing and consider its different nature, change the set of valuation parameters under conditions of fast internal and external environments dynamically. The peculiarities of complex goal program of strategic potential using improvement constructing are presented. It allows identifying the main areas of funding and making efficient allocation of scarce resources.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА.** Стратегічний потенціал підприємства, нечітка логіка, нейронна мережа Хопфілда, комплексна цільова програма.

Враховуючи складність процедури оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства (СПП), якій притаманні значні витрати часу й ресурсів на збирання та опрацювання великого масиву інформації; необхідність використання складних розрахункових процедур; застосування в аналітичних розрахунках не лише фактичної господарської інформації, а й прогнозованої (імовірної); суб'єктивність вибору та ранжування факторів внутрішнього середовища; слабка підтримка прийняття конкретних управлінських рішень та низька адаптація до середовища, що постійно змінюється, виникає проблема у розробленні математичних моделей і відповідних методологічних підходів, що можуть бути використані при оцінюванні рівня використання СПП на базі множини критеріїв, які охоплюють основні напрямки діяльності підприємства.

Достатньо поширеним для розв'язку різних управлінських задач є апарат нечіткої логіки (НЛ). Він дозволяє приймати рішення для економічних суб'єктів, що описуються не лише кількісними, але й напередусе якісними параметрами. Однак, об'єкти, для яких приймаються рішення щодо рівня СПП, характеризуються різноякісними параметрами, тобто змішаними. Крім того, широкий спектр досліджуваних чинників внутрішнього середовища підприємства; необхідність стратифікації і декомпозиції процесу ідентифікації стратегічного потенціалу підприємства; доступність відображення механізму прийняття рішення природною мовою експерта – все це зумовлює потребу в застосуванні апарату нечіткої логіки для побудови математичної моделі оцінювання СПП.

Іншим апаратом, що також дозволяє ієрархічно відображати множину оцінювальних параметрів на множину вихідних, дотримуючись при цьому принципів будови людського мозку та природних механізмів продукування управлінських рішень, що спрощує процедуру оцінювання рівня використан-

ня стратегічного потенціалу підприємства менеджером, є апарат нейронних мереж (НМР), що дозволяє засобами математичного моделювання приймати рішення без необхідності врахування всіх комбінацій значень параметрів та їх функціональних залежностей, що уможливорює та суттєво спрощує таку процедуру, особливо за необхідності врахування потужних масивів вхідної інформації, яка описує внутрішнє середовища суб'єктів господарювання.

Із метою вирішення проблеми відсутності єдиного ефективного набору заходів, що дозволяє підвищити рівень використання стратегічного потенціалу підприємства, пропонується розробити відповідну комплексну цільову програму, основною задачею якої є ефективний розподіл ресурсів підприємства між різними проектами програми. Такий процес здійснюється з використанням ієрархії цілей та методу експертних оцінок Дельфі.

Основною задачею комплексної цільової програми є визначення пріоритетних напрямків процесу підвищення рівня використання СПП та ефективний розподіл ресурсів між ними.

Складання відповідної математичної моделі та методологічних підходів до оцінювання стратегічного потенціалу уможливорює розвиток відповідних програмних засобів, що є особливо актуальним, зважаючи на обмеженість існуючих комп'ютерних пакетів. Більше того, велика кількість програмних продуктів не дозволяє в комплексі здійснити ефективний розподіл ресурсів, виділених для покращення використання СПП і оптимізувати виробничі процеси для підсилення конкурентних позицій фірми. Тому виникає необхідність застосування відповідного програмного засобу ієрархічного цільового оцінювання альтернатив, що призначений для прийняття раціонального стратегічного рішення за умов високої конкуренції на ринку.

Отже, систему оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства та його подальшого підвищення автори статті представляють такими етапами:

**1 етап. Формування множини вхідних та вихідних параметрів оцінювання рівня використання СПП.** Ця множина повинна охоплювати широкий спектр впливаючих параметрів і задовольняти умовам повноти, дієвості та мінімальності.

Для цього спочатку за критерієм повноти необхідно обрати таку кількість параметрів, щоб вона характеризувала використання стратегічного потенціалу підприємства для ґрунтового аналізу усіх його елементів впливу. Обмеження сформованої множини оцінювальних параметрів за критерієм дієвості дозволяє виділити параметри з максимальним ступенем результативності. Подальше скорочення множини слід здійснювати з урахуванням критерію мінімальності, тобто виключення усіх колінеарних, корельованих параметрів та ін.

Множина вихідних параметрів формується на базі критерію повноти, що дозволяє здійснити розширений опис усіх можливих станів процесу оцінювання рівня використання СПП. При цьому критерій дієвості дозволяє оптимізувати сформовану вище множину з урахуванням результативності усіх її елементів.

**2 етап. Побудова моделі оцінювання рівня використання СПП.** Математичною моделлю оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу є формальний спрощений опис даного процесу, який здійснюється математичними методами. Така модель має описувати усі можливі стани, в яких знаходиться досліджуваний об'єкт, та закон переходу з одного стану до іншого.

Таким чином, модель, що описує процедуру оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства, має відображати множину вхідних первинних параметрів на множину вихідних рішень, з якої обирається результуюче. При цьому множина вхідних параметрів формується з основних елементів впливу на використання СПП, які об'єднуються у блоки, що характеризують фінансово-господарську діяльність підприємства та вплив зовнішнього середовища. Множина вихідних параметрів, у свою

чергу, дозволяє описати усі можливі рівні оцінки використання стратегічного потенціалу, що адекватно його характеризують.

**3 етап. Оцінювання рівня використання СПП за допомогою нечіткої логіки.** Даний математичний апарат дозволяє у зрозумілій і природній для експерта формі визначити базові логічні висновки щодо відображення процесу подання вхідної інформації та інтерпретації її на виході системи. Математичний апарат нечіткої логіки має особливу перевагу під час отримання кардинальних оцінок якісних параметрів.

Для оцінювання значень усіх кількісних оцінювальних параметрів слід сформулювати власні множини можливих значень. Для кожного кількісного та якісного параметру мають обчислюватися значення функцій належності нечітким термам.

Тут значну увагу слід приділити експертам, які мають надавати інформацію щодо вигляду функцій належності оцінювальних параметрів. Такі дані обов'язково потрібно перевіряти на узгодженість. Це пояснюється людським аспектом при груповому експертному оцінюванні, зокрема, рівнем компетенції, комунікативності, психофізіологічними особливостями людини-експерта, можливої помилки оцінювання значень. Так, для визначення узгодженості множини експертних оцінок, найбільш вдалим є спектральний підхід, запропонований Тоценком В. Г., оскільки уможливорює такий процес з мінімальними витратами часу та достатнім рівнем точності.

Ідентифікація значень функцій належностей для якісних та кількісних параметрів дозволяє реалізувати наступний крок – виведення чіткого логічного висновку, на основі вихідної інформації, щодо рівня використання СПП. Такий механізм зумовлює потребу в формуванні матриць знань та відповідних логічних рівнянь, на основі яких, обирається шукане рішення як максимальне значення серед елементів множин функцій належності.

**4 етап. Ідентифікація рівня використання СПП за допомогою нейронної мережі Хопфілда.** Іншим підходом до визначення результуючого рішення на базі отриманих за допомогою НЛ лінгвістичних оцінок функцій

належності є нейронна мережа Хопфілда. Нейронна мережа являє собою сукупність нейроподібних елементів, поєднаних один з одним певним чином та із зовнішнім середовищем, за допомогою зв'язків, що визначаються ваговими коефіцієнтами.

Багато задач розпізнавання образів, виконання функціональних перетворень при обробленні сигналів, управління, ідентифікації складних систем, зводяться до такої математичної постановки. Необхідно побудувати таке відображення  $X \rightarrow Y$ , щоб на кожен можливий вхідний сигнал  $X$  формувалася відповідний вихідний сигнал  $Y$  [1].

У задачах розпізнавання образів  $X$  – певне представлення образу (зображення, вектор),  $Y$  – номер класу, до якого належить вхідний образ.

При ідентифікації  $X$  та  $Y$  представляють вхідні та вихідні сигнали системи відповідно.

Взагалі, більша частина прикладних задач може бути зведена до реалізації деякого складного функціонального багатовимірного перетворення.

У результаті відображення  $X \rightarrow Y$  необхідно забезпечити формування вірних вихідних сигналів згідно з усіма прикладами навчальної вибірки та можливих вхідних сигналів, які не увійшли до навчальної вибірки.

Отже, для ідентифікації рівня використання стратегічного потенціалу підприємства автори пропонують використати нейронну мережу Хопфілда, яка реалізує властивості асоціативної пам'яті щодо відповідності наборів значень оцінювальних параметрів елементам множини результуючих рішень.

Асоціативна пам'ять може бути визначена як система запису, зберігання, пошуку, оброблення та зчитування інформації. У ній дані про об'єкт ініціалізуються згідно заданого їх фрагменту, який використовується як зразковий (пошуковий). При цьому зразковими фрагментами слугують такі набори значень функцій належності вхідних оцінювальних параметрів, що найбільш адекватно описують кожний вихідний параметр – конкретний рівень використання СПП.

Авторами статті пропонується таке формулювання задачі, розв'язуваної

мережею Хопфілда на базі асоціативної пам'яті. Вхідний набір двійкових сигналів розглядається як вектор тризначних кодів значень результуючих функцій, що описують рівень використання стратегічного потенціалу підприємства, які вважаються зразковими. Мережа повинна вміти для будь-якого сигналу (незразкового вектора значень), поданого на її вхід, знайти ("пригадати" за частковою інформацією) відповідний зразок, що відповідає конкретному рівню використання СПП або "дати висновок" про те, що вхідні дані не відповідають жодному із зразкових наборів значень.

У загальному випадку будь-який сигнал має бути описаний вектором кодів функцій належностей узагальнюючих функцій, що описують різні аспекти впливу на використання СПП, як  $z_1, z_2, \dots, z_L$ , де  $L$  – число нейронів у мережі і розмір вхідних і вихідних векторів. Кожний елемент коду  $z_l$  описує значення складної функції  $f_i$  і дорівнює  $+1$  або  $-1$ . Позначимо вектор, що описує  $q$ -ий зразок, через  $Z_q$ , а його компоненти, відповідно,  $-z_{lq}, q=0, \dots, Q-1$ , де  $Q$  – число зразків. Якщо мережа розпізнає (або "пригадує") якийсь зразок на основі пред'явлених їй даних, її виходи  $U$  будуть містити саме його, тобто  $U = Z_q$ , де  $U$  – вектор вихідних значень мережі:  $u_1, u_2, \dots, u_L$ . У протилежному випадку, вихідний вектор не співпадає з жодним зразковим.

Розглянемо загальну структуру мережі Хопфілда на рис. 1 [1].

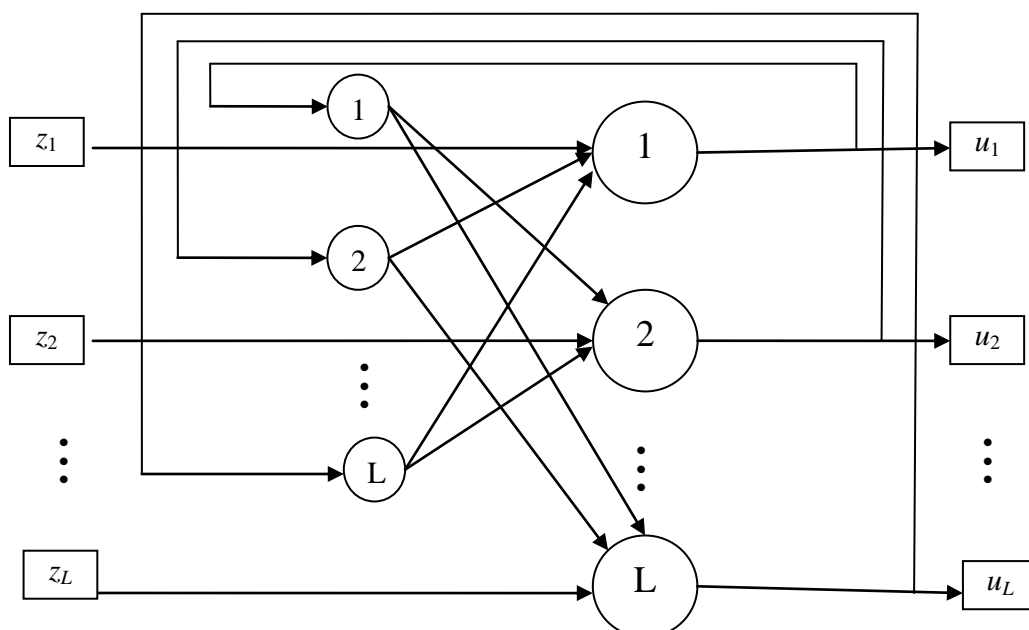


Рис.1 – Загальна структура нейронної мережі Хопфілда

Дана мережа складається з одного шару нейронів. Число нейронів визначає число входів та виходів мережі. Вихід кожного нейрону з'єднаний із входами усіх інших нейронів. Вхідні вектори подаються через окремі входи нейронів.

Мережі Хопфілда характерна такі суттєві ознаки:

- наявність зворотних зв'язків, що направлені із входу мережі на її виходи за принципом «з усіх на усі»;
- розрахунок вагових коефіцієнтів нейронів здійснюється на основі вхідної інформації лише перед початком функціонування мережі, і все навчання мережі зводиться саме до цього розрахунку без навчальних ітерацій;
- при пропонуванні вхідного вектора, мережа «зводиться» до одного з еталонів, який вона запам'ятала, що являє собою множину рівноважних точок, які виступають локальними мінімумами функції енергії, що включає в себе усю структуру взаємозв'язків у мережі.

**5 етап. Побудова комплексної цільової програми підвищення рівня використання стратегічного потенціалу підприємства.** Прийняття рішення щодо підвищення рівня використання стратегічного потенціалу підприємства є складною, багатоаспектною задачею, яка визначає склад управляючих впливових дій, досягнення поставлених цілей, що забезпечують в задані строки з певною ефективністю використання ресурсів. Вирішують таку задачу програмно-цільові методи управління.

Поставлена проблема в повній мірі відповідає критеріям програмної реалізації рішень, серед яких виділяють: багатоаспектний характер проблеми; наявність підпроблем різного характеру; можливість кількісного визначення результатів вирішення проблеми; відсутність глибокої наукової проробки проблеми і напрямів її вирішення; доступність необхідних ресурсів; багатопрофільний тип проблем – висока і приблизно рівна частка різних об'єктів у вирішенні проблеми; емерджентний характер мети; великі масштаби робіт тощо [2].



Рішення даного типу приймаються за допомогою комплексних цільових програм (КЦП), що є сукупністю заходів, які називаються «проектами», і об'єднані глобальною ціллю та спільними ресурсами. Основними задачами розроблення складних КЦП є формування її проміжних цілей та відбір проектів (альтернатив), які включаються до програми. Необхідність вирішення останньої задачі визначається спільністю і обмеженістю ресурсів, що виділяються на виконання програми. Тому для обґрунтованого відбору проектів і розподілу між ними ресурсів необхідно впорядкувати їх з урахуванням потенційної ефективності.

Не дивлячись на велике розмаїття проблем, які слід вирішувати, процеси прийняття рішень можна зобразити однією спрощеною схемою. По-перше, особа, що приймає рішення має сформулювати можливі варіанти своїх дій, тобто альтернативи; по-друге, обрати серед них найкращу або ранжувати альтернативи, тобто розмістити їх в порядку дієвості.

Необхідність врахування великої кількості чинників різної природи значно ускладнює задачу вибору правильного варіанту рішення. У даному випадку суттєву допомогу керівникові надають сучасні інформаційні системи підтримки прийняття рішень (СППР).

СППР – інформаційний інструмент, що складається з комбінації комп'ютера та відповідного програмного забезпечення, а також бази даних і моделей [3].

При прийнятті дійсно складних управлінських рішень необхідно залучати експертів. У багатьох випадках вони можуть показати, що існує велика кількість взаємопов'язаних чинників, які впливають на ефективність рішення. Кожен з експертів знає, яким чином взаємопов'язані фактори впливають на досліджуваний економічний об'єкт, але для прийняття рішення потрібно врахувати взаємозв'язок усіх чинників, що належать до задач різних експертів. Таких зв'язків можуть бути десятки, а для складних проблем (зокрема, визначення стратегічного напрямку розвитку підприємства) і ще більше. У той же час керівник підприємства – звичайна людина з

притаманним усім людям психофізіологічним обмеженням на те, що він може приймати рішення, оперуючи водночас не більше, ніж  $7 \pm 2$  чинниками, які впливають на його результат [4]. Дане протиріччя може бути вирішено тільки на основі застосування математичних методів, втілених у сучасних комп'ютеризованих СППР.

Виділяють три класи СППР у залежності від їх функціональних можливостей та сфер застосування [3].

СППР першого класу, які володіють найбільшими функціональними можливостями, призначені для застосування в органах державного управління вищого рівня та органах управління великих підприємств при плануванні крупних КЦП для обґрунтування рішень щодо включення до програми різних політичних, соціальних або економічних заходів та розподілу між ними ресурсів на основі оцінки їх впливу на досягнення основної цілі програми.

СППР другого класу є системами індивідуального користування, бази знань яких формуються безпосередньо користувачем. Вони призначені для використання державними діячами середнього рангу, а також керівниками малих та середніх підприємств для підтримки прийняття рішення в ситуаціях, коли із заданої множини варіантів слід відібрати підмножину варіантів, які за результатами експертного оцінювання переважають над іншими. Варіанти оцінюються на основі якісних критеріїв, кожен експерт оцінює лише частину варіантів повної множини.

Функціональні можливості цього класу: відбір особою, що приймає рішення критеріїв із переліку, що був запропонований, та оцінка їх значимості; визначення відносного ступеня переваги оцінок за шкалою кожного критерію; визначення ступеня узгодженості експертних оцінок за кожною з альтернатив; розрахунок ваг альтернатив; видача впорядкованої інформації про результати оброблення, включаючи відображення діаграми із вказанням рейтингу варіантів. Отже, задача підвищення рівня використання стратегічного потенціалу підприємства описується засобами СППР другого класу.

СППР третього класу є системами індивідуального користування, що адаптуються до досвіду користувача. Вони слугують для підтримки прийняття рішення в управлінських задачах, що часто зустрічаються. Такі системи забезпечують отримання рішень поточної задачі на основі інформації про результати практичного використання розв'язків цієї ж задачі, отримані у минулому.

Розглянемо основні задачі, що визначає система підтримки прийняття рішень. Дана множина  $\mathbf{A}$  альтернатив, причому  $A_i, A_j \in \mathbf{A}$ , які не можна оцінити однією множиною критеріїв; ціль  $g_0$ , за ступенем впливу на яку оцінюються альтернативи.

Сформульовано такі задачі:

1. Обрати найкращу на даний момент часу  $t$  альтернативу  $A_i \in \mathbf{A}$ , прийняття якої забезпечує найбільший ступінь досягнення цілі  $g_0$ ;
2. Ранжувати альтернативи  $A_i \in \mathbf{A}$  за ступенем їх впливу на даний момент часу  $t$  на досягнення цілі  $g_0$ ;
3. Ранжувати  $A_i \in \mathbf{A}$  залежності від кількісно виражених значень ступенів їх впливу на досягнення цілі  $g_0$  у даний момент часу  $t$ ;
4. Ранжувати  $A_i \in \mathbf{A}$  залежно кількісно виражених значень ступенів їх впливу на досягнення цілі  $g_0$  на заданій множині моментів часу з інтервалу  $[0, \theta]$ .

Отже, ієрархію цілей, яку будують експерти, будемо задавати орієнтовним графом, верхівки якого позначимо цілями (рис. 2).

Стрілками (ребра орієнтованого графа) відображають вплив досягнення підцілей на досягнення їхніх безпосередніх надцілей. Тому граф є однобічно зв'язаним, оскільки завжди включає шлях із підцілі до надцілі, а головна ціль є надціллю для всіх підцілей.

Якщо досягнення цілі  $g_a$  впливає на досягнення цілі  $g_b$ , а досягнення  $g_b$  впливає на досягнення  $g_a$ , то  $g_a$  є підціллю (не обов'язково безпосередньою) цілі  $g_b$ , а  $g_b$  є підціллю цілі  $g_a$ . Тому в графі ієрархії цілей обов'язково існують шляхи з  $g_a$  до  $g_b$  та з  $g_b$  до  $g_a$ , тобто верхівки  $g_a$  та  $g_b$  пов'язані як пря-

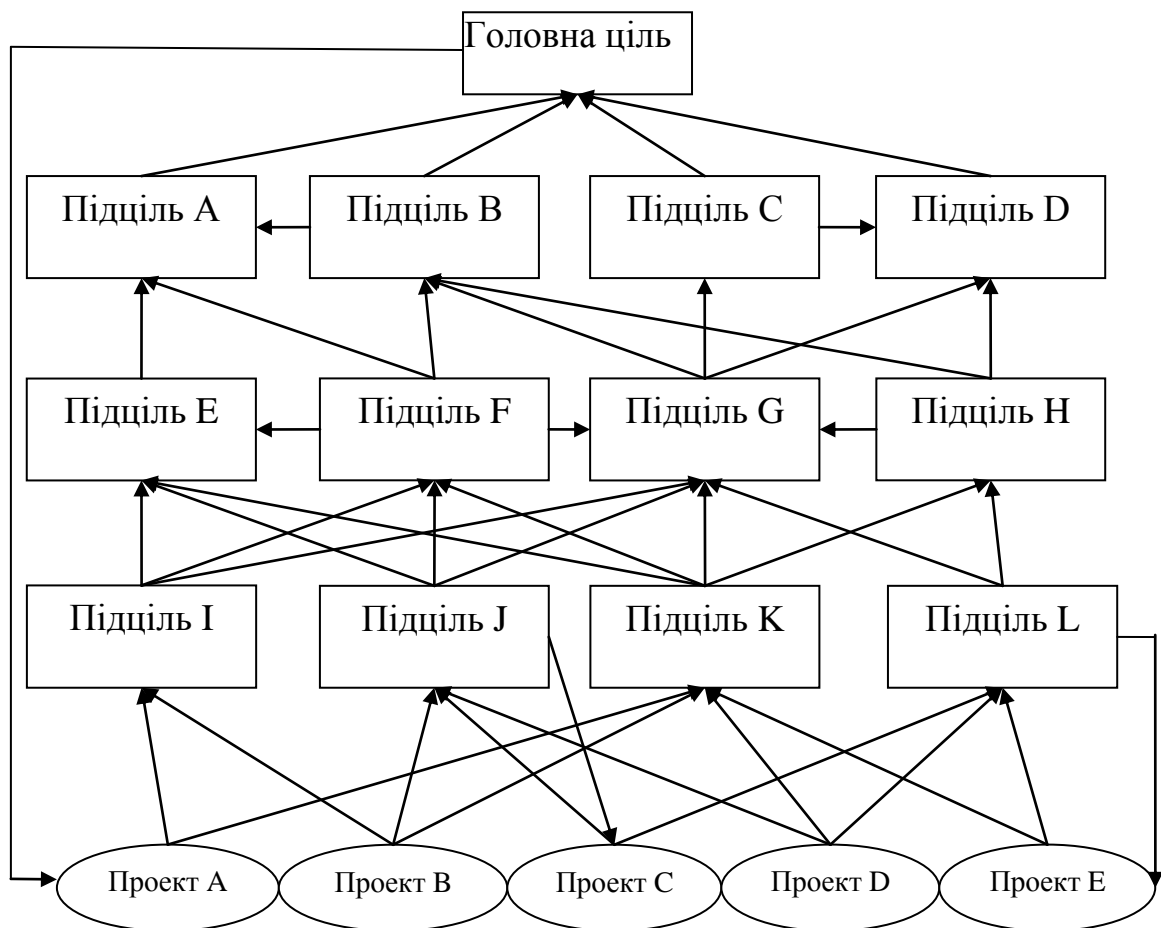


Рис. 2 – Ієрархія цілей

мим, так і зворотним зв'язками.

Отже, в загальному випадку граф ієрархії цілей є мережею. Тому для нього не існує поняття верхівки одного рівня. Одна й та ж підціль може здійснювати стимулюючий вплив на досягнення одних безпосередніх її надцелей та негативний – на досягнення інших. Направлені ребра графа ієрархії цілей навантажені коефіцієнтами впливу досягнення підцелей на досягнення їхніх безпосередніх надцелей, а кожній верхівці поставлено у відповідність множину множин сумісних безпосередніх підцелей та функцію, що дозволяє розрахувати ступінь  $d_i$  досягнення цілі  $g_i$ , що означає цю вершину, яка набуває значень у діапазоні  $(0,1)$ , причому  $d_i=1$  при повному досягненні цілі  $g_i$  та  $d_i=0$ , якщо будь-який прогрес у досягненні цілі  $g_i$  є відсутнім.

Для визначення ваг параметрів розглянемо метод експертних оцінок Дельфі, у якому оцінка експертом відносної важливості підцілей здійснювалася, шляхом надання кожній із них кількісної оцінки за 100-бальною системою. Експерт надає кожній підцілі кількість балів у межах від 0 до 100 [5]. Нуль надається у тому випадку, коли підціль, на думку експерта, не має суттєвого значення; 100 балів присвоюється тій підцілі, яка має найважливіше, вирішальне значення. Експерт може надати однакову кількість балів кільком підцілям, якщо вони, на його думку, є однаково суттєвими. При обробленні матеріалів колективної експертної оцінки відносної важливості окремих підцілей нарівні з бальною оцінкою застосовувалися ранги. Тому дані, отримані в балах, відповідним чином ранжуються. Ранг – це порядковий номер, що визначає місце кожної підцілі у загальній сукупності підцілей. Ранги відповідають числам натурального ряду 1, 2, 3, ...,  $n$ , де  $n$  – кількість ранжованих підцілей.

Ранг, що дорівнює одиниці, надається найважливішій підцілі; ранг із числом  $n$  – найменш важливій підцілі. Якщо експерт надає однакову кількість балів кільком підцілям, то їм присвоюються стандартизовані ранги.

Стандартизований ранг – це частка від ділення суми місць, зайнятих показниками з однаковими рангами, на загальну кількість таких альтернатив.

Введемо такі умовні позначення:

$m$  – кількість експертів, що брали участь у колективній експертній оцінці;

1, 2, 3, ...,  $i$ , ...,  $m$  – можливі номери експертів;

$n$  – кількість підцілей, що запропоновані для експертної оцінки;

1, 2, 3, ...,  $j$ , ...,  $n$  – можливі номери підцілей;

$m_j$  – кількість експертів, які оцінили  $j$ -у підціль (підціль вважається оціненою, якщо кількість балів більше нуля);

$m_{100j}$  – кількість максимально можливих оцінок (100 балів), отриманих  $j$ -ю підціллю;

$C_{ij}$  – оцінка відносної ваги (в балах), наданих  $i$ -им експертом  $j$ -ій підціллі;

$R_{ij}$  – ранг, отриманий  $j$ -ою підціллю від  $i$ -го експерта [5].

Для відносної важливості підцілей, що містяться в опитувальній анкеті, розраховується ряд статистичних параметрів, зокрема:

- середній ранг для кожної підціллі – визначається за формулою:

$$S_j = \sum_{i=1}^m \frac{R_{ij}}{m};$$

- середня величина, в балах, для кожної підціллі:

$$M_j = \sum_{i=1}^m \frac{C_{ij}}{m_j};$$

- частота максимально можливих оцінок для окремих підцілей:

$$K_{100j} = \frac{m_{100j}}{m_j};$$

- коефіцієнт активності експертів по кожній підціллі:

$$K_{aej} = \frac{m_j}{m};$$

- середня вага кожної підціллі (нормована оцінка):

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^m W_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m W_{ij}}, W_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^n C_{ij}};$$

- розмах оцінок, у балах:

$$L_j = C_{j\max} - C_{j\min},$$

де  $L_j$  – розмах оцінок, в балах, наданих  $j$ -ій підцілі;

$C_{j\max}$ ,  $C_{j\min}$  – відповідно максимальна і мінімальна оцінка (у балах) подана  $i$ -ій підцілі [5].

Оброблення даних опитувальних анкет не обмежується оцінкою відносної важливості підцілей.

Остаточне рішення щодо висновків на основі результатів оброблення даних можна зробити лише тоді, коли є певна ступінь узгодженості думок експертів.

Для оцінки узагальненої міри узгодженості думок експертів використовується коефіцієнт конкордації:

$$K_{\text{кон.к}} = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{\left[ m^2(n^2 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i \right]}, d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}; S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij};$$

$$T_i = \sum_{e=1}^L (t_e^3 - t_e),$$

де  $K_{\text{кон.к}}$  – коефіцієнт конкордації;

$L$  – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів;

$t_e$  – кількість зв'язаних рангів у кожній групі.

Ступінь узгодженості думок експертів вважається прийнятною, якщо  $K_{\text{кон.к}} > 0,5$ .

Статистична істотність коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Пірсона ( $X^2$ ):

$$X_p^2 = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^n d_j^2}{\left[ mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i \right]}.$$

Розрахункове значення  $X_p^2$  співставляється з табличним значенням  $X_T^2$  для  $n-1$  ступені свободи та довірчої ймовірності  $P = 0,95$  або  $P = 0,99$ .

Якщо  $X_p^2 > X_T^2$ , то коефіцієнт конкордації є істотним, якщо ж  $X_p^2 < X_T^2$ , то необхідно збільшити число експертів.

Використання методу експертних оцінок Дельфі дає більш точні та прийнятні результати. Більше того, окрім нормованої оцінки ваг альтернатив, визначає місце кожної альтернативи у загальній їх сукупності, а також передбачає використання великої кількості експертів для оцінки поставленої цілі.

Серед програмних продуктів, що можуть бути використані для вирішення проблеми підвищення рівня використання СПП слід відмітити СППР на основі мультикритеріального оцінювання. Серед них можна відмітити: SAW (Simple Additive Weighting – просте адитивне зважування), MEW (Multiplicative Exponent Weighting – мультиплікативне ступеневе зважування), АНР (Analytic Hierarchy Process – аналітичні ієрархічні процеси), ELECTRE, TOPSIS (Technique for Preference by Similarity to the Ideal Solution – метод наближення до ідеального рішення), ЗАПРОС, «Инталев: Навигатор», Солон-2, Солон-МК та ін.

Сутність методів SAW, MEW, АНР полягає в тому, що у процесі діалогу з особою, що приймає рішення, від неї отримують інформацію про її „систему цінностей”, тобто переваги, які тим чи іншим способом використовуються для побудови функцій корисності, значення яких на кортежах оцінок альтернатив згідно часткових критеріїв використовуються для підтримки прийняття рішень. Відмітимо, що особі, яка приймає рішення, не пропонується одразу визначити переваги альтернатив. Задача полягає у тому, щоб, ставлячи їй питання, зібрати інформацію про переваги альтернативи, на основі якої можна побудувати функцію корисності і використовувати її як інструмент ранжування (оцінки) альтернатив.

Метод TOPSIS полягає у такому. Для кожної альтернативи визначається відстань до найкращого (за  $j$ -м критерієм) рішення і відстань до



найгіршого (за  $j$ -м критерієм) рішення. Альтернатива з найбільшим співвідношенням відстаней є найкращою. Дані відстані схожі на індекси узгодженості та неузгодженості, що використовуються у методі ELECTRE.

Особливістю використання методу ЗАПРОС є те, що його автори підтримують ідею про використання методів підтримки прийняття рішення, які базуються на використанні лінгвістично виражених значень оцінок за якісними критеріями. Вони не допускають застосування при цьому числових еквівалентів цих значень. При цьому задача ранжування альтернатив зводиться до впорядкування у межах єдиної шкали множини допустимих кортежів оцінок згідно прийнятих якісних критеріїв.

Наведені мультикритеріальні методи підтримки прийняття рішень є достатньо поширеними, але вони не призначені визначати реальний процес, а лише допомагають особі, яка приймає рішення глибше вивчити проблему і повинні розглядатися не як спосіб отримання рішення, а лише як засіб підтримки цього процесу.

Крім того, один із недоліків їх застосування полягає в тому, що кількість альтернатив, як правило, невелика і не сягає більше десятка. Проте часто виникає необхідність прийняття рішень щодо значно більшої кількості альтернатив. Такі кількісні зміни приводять до необхідності використання декомпозиції комплексної задачі підтримки прийняття рішень.

Досить широкого використання набув програмний засіб «Инталев: Навигатор». У межах задач, які розв'язуються за допомогою «Инталев: Навигатор», можна виділити і таку, як розроблення та формалізація стратегії управління організацією, що полягає у:

- розробленні системи (дерева або графа) цілей організації;
- розробленні стратегії;
- виборі стратегічного правила досягнення поставлених.

У програмі є кілька об'єктів різних класів. За їх допомогою і відбувається опис, контроль та аналіз системи управління. Ці об'єкти є універсальними. На їх базі можна проектувати системи управління різними організа-

ціями з потрібним ступенем деталізації. Будь-яку методологію проектування системи управління можна розкласти на дані об'єкти і використовувати їх.

До недоліків «Инталев: Навигатор» слід віднести:

- 1) орієнтацію на російські механізми ринкових відносин;
- 2) необхідність кваліфікованого фахівця-менеджера, що має експлуатувати цей програмний продукт;
- 3) дороговизна.

Для розв'язку такої складної управлінської задачі, як підвищення рівня використання СПП, автори пропонують застосовувати систему підтримки прийняття рішень з адитивною декомпозицією задачі «Солон-2». Тут при проектуванні СППР виникають задачі забезпечення зручності її застосування для підтримки прийняття рішень за великої кількості альтернатив (кілька сотень) шляхом застосування адитивної декомпозиції. Це забезпечується відповідними технологіями настроювання та використання СППР, програмними засобами тощо.

Перший етап настроювання СППР на вирішення конкретної проблеми закінчується формулюванням критеріїв, їх градацій, а також визначенням показників відносної значимості. Це дозволяє передати експертам описи альтернатив, критеріїв, їх градацій та розпочати оцінювати альтернативи за ними.

У зв'язку з тим, що оцінки представляються експертами у вигляді номерів градацій, то для розрахунку кількісних оцінок рейтингу альтернатив необхідно знайти кількісні еквіваленти цих якісних оцінок. Для цього використовуються показники відносної значимості градацій шкали значень якісного критерію.

Залучення до оцінки альтернатив за кількісними і якісними критеріями кількох експертів призводить до неузгодженості їх оцінок. У зв'язку з цим виникає задача визначення кількісних оцінок ступеня узгодженості множини експертних оцінок та їх достатності. Якщо коефіцієнт узгодженості множини оцінок деякої альтернативи за якимось критерієм буде менше порогу

застосування, то бригаді експертів, що оцінювали цю альтернативу, видається рекомендація щодо перегляду оцінок.

Показники відносної ефективності альтернатив розраховуються на основі узагальнених експертних оцінок альтернатив по кожному з критеріїв та коефіцієнтів відносної значимості критеріїв.

У „Солон-2” передбачені зручні засоби видачі як підсумкової інформації щодо показників відносної ефективності альтернатив (проектів), так і допоміжної: формулювання критеріїв та градацій їх значень, коефіцієнтів значимості критеріїв та числових еквівалентів градацій оцінок по них, прізвищ експертів і коефіцієнтів їх відносної компетентності. Підсумкова інформація може видаватися у вигляді діаграми або у вигляді таблиці.

Тому вищеописана СППР „Солон-2” є суттєвою підтримкою для прийняття рішень щодо підвищення рівня використання СПП. Дана СППР автоматизує цей процес, підвищує точність прийняття рішення, а отже, прибутковість діяльності підприємства.

1. Круглов В. В. Нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
2. Суслов О. П. Програмно-цільове управління: аспекти моделювання / О. П. Суслов, В. А. Вишневська. – К. : Знання, 1998. – 115 с.
3. Тоценко В. Г. Об одном подходе к поддержке принятия решений при планировании исследований и развития. Метод целевого динамического оценивания альтернатив / В. Г. Тоценко // Проблемы управления и информатики. – 2001. – № 2. – С. 127–139.
4. Миллер Г. Магическое число семь плюс или минус два / Г. Миллер // Инженерная психология. – М. : Прогресс, 1964.

5. Антонюк О. В. Ранжування показників фінансово-господарської діяльності підприємства для побудови комплексної стратегічної програми на основі методу експертних оцінок Дельфі / Б. Є. Грабовецький, О. В. Антонюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 6. – С. 96–103.