

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)

Кафедра _____ Штучного Інтелекту _____
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

_____ Оцінка діяльності підприємств за умов багатокритеріальності _____
_____ (тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи СШМ-18-2

_____ Приходько К.Г _____
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

_____ (код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо- наукова

_____ (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системи штучного інтелекту (СШІ)

_____ (повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Гвоздинський А.М.

_____ (посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

_____ (підпис)

проф. В.О. Філатов

_____ (прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)

Кафедра _____ Штучного Інтелекту _____
(повна назва)

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 122 – Комп'ютерні науки _____
(код і повна назва)

Тип програми _____ освітньо- наукова _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма _____ Системи штучного інтелекту (СШІ) _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Приходько Кирило Геннадійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Оцінка діяльності підприємств за умов багатокритеріальності _____

затверджена наказом університету від 30 березня 2020 р. № 480 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи _____ багатокритеріальний методів прийняття рішень в умовах невизначеності, принципи побудови системи підтримки прийняття рішень на основі експертних методів, принципи побудови систем комплексної оцінки діяльності підприємства _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____ Огляд і аналіз сучасного стану розглянутої проблеми; Аналіз сучасних підходів до дизайну мобільних додатків; Розробка автоматизована система комплексної оцінки діяльності підприємства на основі методів прийняття рішень в умовах невизначеності; Розробка методик і алгоритмів комплексної оцінки діяльності підприємства на основі методів прийняття рішень в. _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Гвоздинський А.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування	30.03.2020	виконано
2	Аналіз завдання, літератури та аналогів з теми дипломної роботи	01.04.2010	виконано
3	Аналіз засобів оцінювання програмного забезпечення	05.04.2020	виконано
4	Постановка задачі	07.04.2020	виконано
5	Детальний аналіз вхідної інформації	08.04.2020	виконано
6	Розробка алгоритмів реалізації вирішення задачі	09.04.2020	виконано
7	Розробка програмного засобу	15.04.2020	виконано
8	Проведення обчислювальних експериментів	17.04.2020	виконано
9	Оформлення пояснювальної записки	18.04.2020	виконано
10	Оформлення графічної частини та презентаційних матеріалів захисту	17.05.2020	виконано
11	Представлення на рецензування	18.05.2020	виконано
12	Представлення дипломного проекту в ДЕК	19.05.2020	виконано

Дата видачі завдання 30 березня 2020 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. Гвоздинський А.М.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 118 с., 17 рис., 16 табл., 45 формул, 30 джерел.

ОЦІНКИ ДІЯЛЬНОСТІ, ELECTRE, PRIME, БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІСТЬ,
МЕТОД НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ, МЕТОД АНАЛІЗУ МЕРЕЖ,
МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Об'єкт дослідження – процеси оцінки діяльності підприємств за умов багатокритеріальності.

Предмет дослідження – методи та моделі, які використовуються для оцінки діяльності підприємств за умов багатокритеріальності.

Мета роботи – оцінка діяльності підприємств за умов багатокритеріальності.

Методи дослідження – дослідження існуючих методів вирішення проблеми оцінки діяльності підприємств за умов багатокритеріальності, їх формальних описів.

Визначено підхід до вирішення проблеми оцінки діяльності підприємств за умов багатокритеріальності. Запропоновано метод оцінки діяльності підприємств за умов багатокритеріальності.

Виконана оцінка діяльності підприємств за умов багатокритеріальності.

ABSTRACT

Explanatory note: 118 p., 17 pic., 16 tables, 45 formulas, 30 sources.

ACTIVITY ASSESSMENTS, ELECTRE, PRIME, MULTIPLE CRITERIA, FUZZY LOGICAL METHOD, NETWORK ANALYSIS METHOD, HIERARCHY ANALYSIS METHOD

Object of study – the processes of evaluation of the activity of enterprises in terms of multicriteria.

The subject of the study are the methods and models that are used to evaluate the activity of enterprises under multicriteria.

The purpose of the work is to evaluate the activity of enterprises in the conditions of multicriteria.

Research methods - investigation of existing methods of solving the problem of evaluation of the activity of enterprises in the conditions of multicriteria, their formal descriptions.

The approach to solving the problem of evaluation of the activity of enterprises in terms of multicriteria is determined. The method of estimation of activity of the enterprises under conditions of multicriteria is offered.

Assessment of the activity of enterprises in the conditions of multicriteria.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 118 с., 17 рис., 16 табл., 45 формул, 30 источников.

ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ELECTRE, PRIME,
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТЬ, МЕТОД НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО
ВЫВОДА, МЕТОД АНАЛИЗА СЕТЕЙ, МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Объект исследования – процессы оценки деятельности предприятий в условиях многокритериальности.

Предмет исследования – методы и модели, используемые для оценки деятельности предприятий в условиях многокритериальности.

Цель работы – оценка деятельности предприятий в условиях многокритериальности.

Методы исследования – исследование существующих методов решения проблемы оценки деятельности предприятий в условиях многокритериальности, их формальных описаний.

Определен подход к решению проблемы оценки деятельности предприятий в условиях многокритериальности.

Предложен метод оценки деятельности предприятий в условиях многокритериальности. Выполнена оценка деятельности предприятий в условиях многокритериальности.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	9
Вступ	10
1 Аналіз проблеми оцінки діяльності підприємства	12
1.1 Сутність процесу оцінки діяльності підприємства і способи вибору її нормативної бази	12
1.2 Характеристика інформаційних потреб груп, зацікавлених в діяльності підприємства	16
1.3 Аналіз існуючих методик оцінки діяльності підприємства	19
1.4 Принципи побудови систем комплексної оцінки діяльності підприємства	27
2 Опис багатокритеріальних методів прийняття рішень в умовах невизначеності	40
2.1 Метод нечіткого логічного висновку	40
2.2 Метод аналізу мереж і метод аналізу ієрархій	46
2.3 Методи ELECTRE	52
2.4 Метод PRIME	59
2.5 Порівняння багатокритеріальних методів прийняття рішень в умовах невизначеності	66
3 Розробка автоматизованої системи комплексної оцінки діяльності підприємства на основі методів прийняття рішень	69
3.1 Визначення принципів побудови системи підтримки прийняття рішень на основі експертних методів	69
3.2 Розробка структури загальної та спеціалізованих частин бази даних СППР	75
3.3 Розробка узагальненої функціональної моделі СППР	83
4 Розробка методик і алгоритмів комплексної оцінки діяльності підприємства на основі методів прийняття рішень	89

4.1	Формування складу показників і обґрунтування структури моделі комплексної оцінки підприємства.....	89
4.2	Розробка моделі комплексної оцінки діяльності підприємства на основі нечіткого логічного висновку.....	92
4.3	Розробка моделі комплексної оцінки діяльності підприємства на основі методу аналізу мереж.....	107
	Висновки.....	113
	Перелік джерел посилання.....	115
	Додаток А.....	118
	Додаток Б.....	128

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних;

ЕС – експертна система;

КСФ – конкурентний статус фірми;

МАІ – метод аналізу ієрархій;

МAM – метод аналізу мереж;

МПС – матриця парних порівнянь;

ОПР – особа, яка приймає рішення;

СЗГ – стратегічна зона господарювання;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

BCG – Boston Consulting Group;

CoA – Center of Area, центр тяжкості;

ELECTRE – ELimination Et Choix Traduisant la REalite, виключення і вибор, що відображають реальність;

SWOT-аналіз – strengths - сили, weaknesses - слабкості, opportunities - можливості, threats – загрози.

ВСТУП

В умовах організаційно-господарської самостійності і інтенсифікації діяльності сучасних підприємств різко зростає складність рішень, що виробляються апаратом організаційного управління. Це пов'язано зі збільшенням обсягів первинної інформації, числа чинників, що враховуються, варіантів рішень і скороченням термінів їх прийняття. В період активного реформування економіки і становлення ринкових відносин якість управлінських рішень, як правило, визначалося їх фінансовим і економічним ефектом. Однак дійсної оптимальності і обґрунтованості можна досягти, аналізуючи наслідки рішень для сукупності функціональних областей підприємства: технічної, кадрової, фінансової, маркетингу та ін. При цьому інформація, якою оперує особа, яка приймає рішення (ОПР), має неточний, неповний, некількісний характер.

У світлі сказаного більшість застосовуваних методів економічного аналізу і оцінки мають такі принципові обмеження. По-перше, системи критеріїв та показників орієнтовані, головним чином, на дослідження фінансового стану та ефективності підприємств. Це стверджує реактивний принцип управління, при якому утруднена профілактика негативних явищ і процесів, а сили і кошти спрямовуються на усунення їх наслідків. До того ж подібні системи оцінки не мотивують керівництво підприємства на зважені і збалансовані дії. Нормативні значення фінансових показників часто досягаються на шкоду іншим. По-друге, відсутні кошти опису та обробки невизначеності і нечіткості, присутніх в економічній інформації. По-третє, деякі методики дозволяють використовувати "м'які" чинники, на основі яких можливе управління підприємством за слабкими сигналами. Нарешті, адитивні алгоритми синтезу комплексних оцінок і компенсаційний характер методів не завжди адекватні евристичним, що застосовується ОПР.

Усунення зазначених обмежень за допомогою кількісних підходів утруднено у зв'язку з великою розмірністю моделей і випадками статистичної неоднорідності вибірок.

У зв'язку з цим актуальною проблемою стало розвиток концептуальних і створення методичних основ підтримки прийняття управлінських рішень на підприємстві на основі експертної інформації і, особливо, в частині багатокритеріальної оцінки в умовах невизначеності.

Метою магістерської атестаційної роботи є оцінка діяльності підприємств за умов багатокритеріальності.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Сутність процесу оцінки діяльності підприємства і способи вибору її нормативної бази

Аналіз і оцінка є невід'ємними компонентами процесу прийняття рішень. В економічній літературі терміни «аналіз» і «оцінка» використовуються по-різному, означаючи традиційні етапи аналітичного дослідження. Так, говорячи про аналіз підприємства, мають на увазі процес декомпозиції, окремого розгляду його характеристик, функціональних частин, процесів, мета якого - підготувати опис, інформаційну базу для подальшої оцінки. Вона являє собою вивчення кожного показника на предмет відповідності встановленим нормативам, виявлення чинників, що вплинули на його значення і впливів, необхідних для досягнення бажаного рівня.

Оцінка результатів діяльності або стану підприємства є одним з основних етапів прогнозування і планування його розвитку. Вона може виступати відправною точкою цих процесів, або завершальним етапом, що дозволяє визначити ступінь досягнення поставлених раніше цілей. Самостійне значення оцінка стану компанії набуває при необхідності його порівняння за ряд періодів (наприклад, для отримання рейтингу привабливості, вимірювання ефективності управління підприємством тощо).

На сучасному етапі розвитку методів дослідження діяльності підприємств активно розвивається комплексний підхід до оцінки. Будь-яке підприємство, організація розглядається як система, що функціонує в складному середовищі з безліччю соціальних, технологічних, економічних і політичних процесів. У зв'язку з цим для найбільш повної характеристики результатів діяльності, прогнозування і планування майбутнього розвитку підприємства необхідно використовувати системи показників, що відповідають різним аспектам його внутрішнього і зовнішнього середовища.

Система аналітичних показників, що використовується повинна в зручній формі узагальнювати велику кількість фінансово-економічної інформації для порівняння результатів діяльності підприємства з обраним еталоном. Це дозволить спланувати подальший розвиток оптимальним чином. Існуючі показники мають різну природу. Від неї залежить спосіб оцінки або класифікації значень (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Способи оцінки значень показників та інтерпретації її результатів

Вид показників	Спосіб оцінки
Кількісні, з безперервним безліччю значень, для яких встановлені нормативні величини	Перевірка на перевищення критичних точкових значень або приналежність нормативним діапазонами значень
Кількісні, з безперервним безліччю значень не мають нормативних величин	Порівняння зі значеннями, типовими для даного підприємства або галузі в цілому. Оцінка характеру динаміки значень показників (темпів зростання і приросту)
Якісні, з дискретними значеннями, що відображають можливі стану окремого аспекту діяльності підприємства	На основі класифікації можливих значень показників експертним шляхом. Кожному значенню зіставляється оцінка в термінах задовільності (задовільний, добрий тощо)

Проблема визначення нормативних та рекомендованих значень варто, як і раніше гостро, від об'єктивності оцінки залежить адекватність управлінських рішень. Тому правильний вибір бази порівняння є вкрай важливим для експерта або особи, яка приймає рішення (ОПР). Для цілей даної роботи була розроблена наступна класифікація нормативних значень:

1. Тип бази порівняння:
 - єдині загальноприйняті значення (наприклад, коефіцієнт поточної ліквідності, коефіцієнт автономії);

- середньогалузеві показники;
- показники підприємства-аналога або абстрактного підприємства-еталона;
- власні показники підприємства в попередніх періодах.

2. Спосіб вказівки:

- точкові значення максимального або мінімального критичного рівня значень або зміни;
- діапазони допустимих значень показника або його динаміки, чим більше число діапазонів, що характеризують той чи інший рівень задовільності показника, тим конкретніше якісніший висновок оцінки;

3. Спосіб визначення:

- дослідно-статистичний, на основі сформованої господарської практики з використанням інструментів статистики і економетрики (норми коефіцієнтів ліквідності, фінансової стійкості);
- розрахунково-аналітичний. При цьому під нормою розуміють науково обґрунтовану міру витрат живого або суспільної праці на виготовлення одиниці продукції або виконання заданого обсягу робіт.

4. Наявність розпорядчого характеру:

- зафіксовані законодавчо і приємним для класифікації станів підприємств при вирішенні спорів, рейтинговою оцінкою тощо;
- рекомендаційного характеру, або не мають статусу закону (наприклад, встановлені в процесі внутрішньофірмового планування, відображені в розпорядженнях для структур холдингів тощо).

Для визначення нормативної бази порівнянь необхідно керуватися [1]:

- специфічними особливостями періоду аналізу (поточними значеннями рівня інфляції, облікової ставки, питомої ваги вартості обслуговування кредитів тощо);

- особливостями положення в галузі (середньогалузевими значеннями фінансових і економічних коефіцієнтів, що складаються на основі безлічі чинників, типових для більшості компаній галузі);

- особливостями підприємства, що досліджується (що впливають з реалізованої стратегії, займаної ринкової позиції, розмірів тощо.).

Сукупність усіх розроблених на сьогоднішній день показників включає сотні одиниць. Однак їх одночасне використання практично не зустрічається в практиці менеджменту. Склад показників в кожному конкретному випадку залежить від поставлених дослідником завдань, оскільки саме в контексті останніх визначається реальна корисність застосовуваних коефіцієнтів. Дослідницькі завдання прийнято класифікувати за різними критеріями, наприклад, відповідності:

- інтересам груп осіб, що мають відношення до підприємства (власників, адміністративного апарату, працівників, постачальників, покупців, державних органів тощо.);

- характером завдань, що вирішуються (аналіз поточного стану, оцінка ризику банкрутства, оптимізація бізнес-процесів тощо.);

- глибині дослідження (експрес-аналіз, поглиблений аналіз);

- функціональним областям підприємства (маркетинг, виробництво, фінанси, робота з персоналом, система управління).

Залежно від обраного критерію може змінюватися склад груп показників, що використовуються, ступінь важливості конкретних коефіцієнтів при виробленні управлінського рішення. Крім того, можуть змінюватися інтервали нормативних значень, зміщуватися оцінка якісних показників. У наступному підрозділі були розглянуті причини, що формують модель оцінки в конкретній ситуації.

1.2 Характеристика інформаційних потреб груп, зацікавлених в діяльності підприємства

Зовнішня і внутрішнє середовище підприємства формується в ході взаємодії безлічі пов'язаних і не пов'язаних безпосередньо з ним суб'єктів господарської діяльності. Кожна група, що бере участь в ринкових відносинах, керується власними мотивами. Підприємство є складним формуванням, що складається з партнерських груп, тісно взаємодіючих. Всі внутрішні партнерські групи, на відміну від зовнішніх, зацікавлені в успіхах підприємства. При цьому під інтересами розуміються стимули до цілеспрямованої діяльності, що виникають в результаті усвідомлення виниклих потреб [2]. Перелік груп і опис їх інтересів наведено в таблиці 1.2.

Наведений опис є узагальненим і в деякій мірі ідеалізованим. На практиці інтереси окремих груп можуть зазнавати зміни, в тому числі в зв'язку з особливостями ринку капіталу або економічної ситуації, внаслідок приналежності до різних управлінських культур.

Таблиця 1.2 – Групи осіб, зацікавлених в діяльності підприємства, і характер їх інформаційних потреб

Група	Фактори, які породжують інтерес до підприємства	Характер інформаційних потреб
1	2	3
Власники	Беруть участь в бізнесі за допомогою капіталу, вкладеного в підприємство. Несуть певну частку ризику, пов'язану з можливою втратою капіталу, з метою отримання прибутку. Зацікавлені в збереженні незалежності компанії	Використовується оцінка і контроль майнового стану (зокрема, стану вкладених коштів), фінансової стійкості та рентабельності
Адміністративний персонал	Керують компанією і її підрозділами на різних рівнях. Ефективність роботи визначається загальними результатами компанії	Для оцінки ефективності управління аналізуються результати діяльності підприємства (ринкові показники, ефективність господарської діяльності)
Постачальники	Надають на платній основі сировину, продукцію і послуги, необхідні для функціонування компанії. Ризикують в межах сум договорів	Зацікавлені в інформації, що дозволяє визначити здатність своєчасної оплати підприємством поставленої продукції і послуг (аналіз платоспроможності, фінансової стійкості)

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Клієнти	Набувають продукцію і послуги. Можливий ризик несвоєчасних поставок, шлюбу, невідповідності продукції та послуг заявленій якості	Для вибору постачальника використовують інформацію про якість і вартості виконувалися раніше проектів і замовлень, стабільності поставок, якість обслуговування
Працівники підприємства	Після працевлаштування зацікавлені в індексації заробітної плати відповідно до інфляції, вдосконаленні систем мотивації праці	Аналізується рівень заробітної плати, стабільність її виплат, якість наданого соціального пакета, ефективність систем оплати праці
Аудиторські компанії	Надають на платній основі послуги з аудиторської перевірки підприємства. Розробляють висновок про стан компанії	Проводиться фінансовий аналіз стану підприємства. Для здійснення аудиторської перевірки залучається не тільки зовнішня, але і внутрішня звітність компанії
Екологічні служби	Покликані оцінювати екологічність діяльності підприємства, виявляти і припиняти факти порушення екології	Аналізується екологічність виробництва в цілому і окремих етапів (за допомогою екологічної експертизи)
Страхові компанії	Надають на платній основі послуги зі страхування ризиків підприємства і соціальному страхуванню його співробітників	Використовується оцінка фінансової стійкості підприємства, статистичні дані за різними групами ризиків

Ухвалення узгодженого рішення, що в тій чи іншій мірі задовольняє всі зацікавлені групи, можливо лише при досягненні балансу інтересів. Під останнім в загальному випадку розуміється відсутність конфлікту інтересів. Конфлікт інтересів партнерів – це такий характер взаємодії між ними, при якому результати діяльності хоча б одного з партнерів стають гіршими, ніж в разі його відокремленого функціонування через обмеження інтересів з боку іншого партнера. З цієї точки зору конфлікт існує тоді, коли наявна недоцільність їх співпраці з позицій хоча б однієї з взаємодіючих сторін. Таким чином, баланс інтересів може бути досягнуто навіть у разі, коли інтереси кожної зі сторін реалізовані в повному обсязі, але існує доцільність співпраці. Якщо вона не може бути досягнута за жодних умов, отже цілі суб'єктів протилежні або незалежні.

Сучасні концепції менеджменту не приділяють належної уваги даному питанню. В основі методик стратегічного планування лежить вивчення стадії розвитку ринків (аналіз стратегічних зон господарювання в [3]), позиції, яку займає на них підприємством (матриці BCG і General Electric [4]), характеристик що випускаються або пропонується прийняти товарів, сильних і слабких сторін компанії (SWOT-аналіз).

1.3 Аналіз існуючих методик оцінки діяльності підприємства

Існуючі методики аналізу діяльності підприємства використовуються для оцінки його поточного становища, прогнозування і планування розвитку. Ці завдання вирішуються менеджерами середньої та вищої ланки. Їм надано практично необмежені можливості по розробці комплексних моделей оцінки, що враховують особливості конкретного підприємства і власні уявлення про критерії ефективності та якості роботи. Однак подібна гнучкість крім незаперечного зручності з практичної точки зору породжує масу дискусій серед фахівців про якість оцінки і необхідному і достатньому складі системи показників. Виходячи з цього, виникає потреба розгляду існуючі методики оцінки в розрізі предметів їх дослідження, задач, що вирішуються і джерел інформації, що використовуються.

Незважаючи на значимість кожного з видів аналізу, фінансово-економічного аналізу традиційно відводиться основна роль в стратегічному управлінні компанією [5]. Під фінансами розуміють сукупність грошових відносин, що виникають в процесі виробництва і реалізації продукції (послуг) і включають формування і використання грошових доходів, забезпечення кругообігу коштів у відтворювальному процесі, організацію взаємовідносин з іншими контрагентами підприємства. Фінансовий стан характеризує, наскільки успішно протікають на підприємстві дані процеси.

На думку різних авторів для цілей стратегічного управління крім власне фінансового стану підприємства фінансовий аналіз допомагає визначити: стійкість фінансового стану підприємства [6]; ймовірність банкрутства підприємства [7].

Методики в [8] і [9] по оцінці фінансової стійкості пропонують використовувати набір з десяти й одинадцяти показників відповідно. Методика в [10] обмежується п'ятьма, а в [11] – всього трьома показниками (таблиця 1.3). Відмінності обґрунтовуються як необхідністю винятку взаємозалежних показників, так і принциповим невідповідністю поглядів авторів на природу предмета оцінки.

Таблиця 1.3 – Склад коефіцієнтів, використовуваних для розрахунку фінансової стійкості в різних методиках

Показник	Методика			
	1	2	3	4
коефіцієнт рентабельності капіталу	–	–	–	+
коефіцієнт поточної ліквідності	–	–	–	+
коефіцієнт автономії	+	+	+	–
коефіцієнт фінансової незалежності	–	+	+	–
коефіцієнт співвідношення позикових і власних коштів	+	+	+	+

Продовження таблиці 1.3

Показник	Методика			
	1	2	3	4
коефіцієнт співвідношення коштів	+	+	-	-
коефіцієнт маневреності	+	+	-	-
коефіцієнт забезпеченості власними коштами	+	+	-	-
коефіцієнт майна виробничого призначення	+	+	-	-
коефіцієнт довгострокового залучення позикових коштів	+	+	-	-
коефіцієнт структури довгострокових вкладень		+	-	-
коефіцієнт короткострокової заборгованості	+	-	-	-
коефіцієнт автономії джерел формування	+	-	-	-
коефіцієнт накопичення амортизації	-	-	+	-
величина власного капіталу	-	+	+	-
трикомпонентний показник типу фінансової ситуації	+	+	-	-

Процедура оцінки фінансової стійкості закінчується складанням її узагальненого опису або як сукупності окремих висновків по розрахованим значенням коефіцієнтів, або у вигляді єдиного висновку, синтезованого з приватних.

На першому етапі кожному фінансовому коефіцієнту (нижчий рівень ієрархії) зіставляється якісна характеристика на основі порівняння його розрахункового значення з нормативом або з середньогалузевої величиною. При цьому використовується шкала з градаціями «високий - норма – низький», або «вище середньогалузевого рівня - відповідає середньогалузевого рівня - нижче середньогалузевого рівня» відповідно. Правила призначення якісних оцінок наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Приклад логічних правил якісного оцінювання

Якісні оцінки	Правила оцінювання (значення коефіцієнта)
Високий	вище визнаного стандарту
Вище середньогалузевого	вище середнього рівня по галузі на 10% і більше
Норма	в межах визнаного стандарту
Відповідає середньогалузевого	в межах 10% від середнього рівня по галузі
Низький	нижче визнаного стандарту
Нижче середньогалузевого	нижче середнього рівня по галузі на 10% і більше

На другому етапі з отриманих якісних оцінок синтезуються оцінки показників середнього рівня ієрархії. Для цього використовуються логічні правила, представлені на рисунку 1.1. Використовується шкала з трьома градаціями: «високий - норма - низький – критичний».



Рисунок 1.1 – Приклад логічного правила якісного оцінювання фінансової стійкості

На третьому етапі нові логічні правила дозволяють визначити якісну оцінку комплексного показника «фінансовий стан підприємства» (рисунок 1.2). Шкала його оцінок може включати градації: «сприятливе - задовільний - незадовільний – критичне».

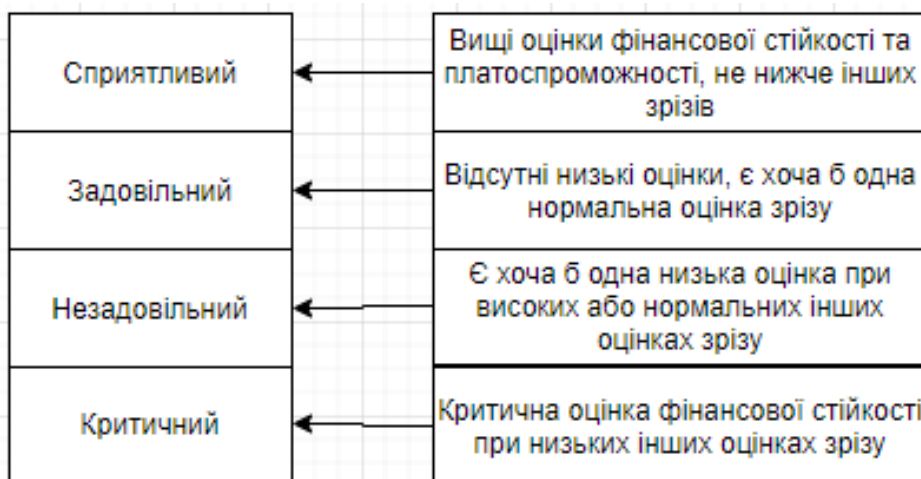


Рисунок 1.2 – Приклад логічного правила якісного оцінювання фінансового стану

Проведений аналіз літератури виявив, що під стійкістю фінансового стану підприємства розуміється ступінь успішності протікання фінансових процесів на підприємстві. Вона, на думку окремих джерел, визначає конкурентоспроможність підприємства, його потенціал в діловому співробітництві, оцінює, у якій мірі гарантовані економічні інтереси самого підприємства та його партнерів.

Під потенціалом підприємства розуміють його сукупні можливості визначати, формувати і максимально задовольняти потреби споживачів у товарах і послугах в процесі оптимальної взаємодії з навколишнім середовищем і раціонального використання ресурсів. Визначити рівень перерахованих сукупних можливостей тільки за допомогою оцінки стійкості фінансового стану неможливо.

Наступне завдання, що традиційно розв'язується в фінансовому аналізі – визначення ступеня ризику банкрутства, що реалізується різними фахівцями за допомогою близького по складу набору коефіцієнтів (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Коефіцієнти, що використовуються для визначення можливості банкрутства в різних методиках

Показник	Методика		
	Методика ФУДН	Модель Альтмана	V&M метод
коефіцієнт поточної ліквідності	+	–	–
коефіцієнт швидкої ліквідності	–	–	+
коефіцієнт абсолютної ліквідності	–	–	+
ринкова вартість акцій	–	+	–
рентабельність активів	–	+	+
загальна сума активів	–	+	–
оборотність активів	–	+	+
коефіцієнт автономії	–	–	+
коефіцієнт забезпеченості власними коштами	+	–	–
власний оборотний капітал	–	+	–

Незважаючи на різноманіття підходів, завдання розробки ефективної методики варто як і раніше гостро. Методика Федерального Управління у Справах про Неспроможність, яка спирається на два показника, була скасована внаслідок своєї недосконалості. Серед головних її недоліків можна відзначити:

1. спотворене відображення структури джерел формування оборотних коштів коефіцієнтом забезпеченості власними коштами;
2. спотворене відображення ступеня платоспроможності підприємства коефіцієнтом поточної ліквідності;
3. одноразовий характер розраховуються показників. Не береться до уваги можливість істотних коливань їх значень всередині аналізованого періоду;

4. взаємозалежність використовуваних коефіцієнтів і жорстка фіксація нормативних рівнів значень, що виключає облік специфічних і унікальних рис конкретних підприємств.

Використання п'ятифакторного показника Едварда Альтмана дає коректні результати лише для великих компаній, котирують свої акції на біржах. Методи Альтмана не володіють стійкістю до варіацій у вихідних даних. Статистика, на яку спирається Альтман, будучи репрезентативною, не володіє важливою властивістю статистичної однорідності вибірки подій. Причина полягає в унікальності кожної компанії, яка має власну організаційно-технічну специфіку, унікальні ринкові ніші, стратегії і цілі, фази життєвого циклу тощо.

Значення V & M-показника визначається за правилами нечіткого виведення. Математичний апарат нечітких множин дозволяє піти від проблеми статистичної неоднорідності. Пропонується власний комплекс базових фінансових показників, всі вони мають кількісну природу. В цьому криється недолік багатьох сучасних підходів. Орієнтація тільки на кількісні фінансові показники не дозволяє враховувати так звані "м'які" чинники [12]. Вони є причинами дисбалансів в окремих функціональних сферах підприємства, і не піддаються кількісному опису.

Маркетингові дослідження спрямовані на вивчення зовнішнього середовища бізнесу і позиції підприємства на ринку з метою розробки та успішної реалізації стратегії розвитку компанії. Основними інструментами є:

- вивчення ринкової ситуації: аналіз рушійних сил конкуренції (модель конкурентних сил Портера);
- аналіз потенціалу ринку і його основних сегментів;
- оцінка привабливості стратегічних зон господарювання (груп бізнесів, що мають спільні, стратегічно важливі елементи);
- оцінка стану підприємства на ринках.

Далі інформація підсумовується в SWOT-аналізі (strengths - сили, weaknesses - слабкості, opportunities - можливості, threats - загрози).

Розрахунок привабливості стратегічних зон господарювання (СЗГ) проводиться на основі експертних оцінок відповідних факторів за допомогою шкал бальних оцінок.

Конкурентний статус фірми (КСФ) визначається факторами успіху в конкуренції за такими основними напрямками: стратегічні капіталовкладення; ефективність стратегії фірми; ефективність її поточного потенціалу.

Результати моделювання визначаються в першу чергу обраною системою показників і їх відносної важливості, проставленою експертним шляхом. Це створює можливість маніпулювання підсумковими значеннями. До того ж внаслідок усереднення безлічі оцінок існує небезпека нівелювання специфічних, унікальних рис конкретного бізнесу, що призводить до стратегічних помилок.

Під бенчмаркінгом в маркетингу розуміють порівняльний аналіз показників ефективності роботи підприємства і його підрозділів. Він спрямований на визначення конкурентоспроможності фірми на ринку і виявлення її слабких сторін, оцінку «розриву» між фактичними і бажаними значеннями важливих параметрів. Відмінність результатів оцінки від стандарту є сигналом для проведення необхідних коригувальних управлінських дій [13].

Однак стандарт повинен вироблятися на основі оцінки потенціалу фірми і всього ринку в цілому, а не тільки порівняння фірми з одним конкурентом, нехай і головним. Тому бенчмаркінг повинен використовуватися лише в комплексі з методикою розробки стратегії.

Для оцінки стану підприємства розробляються змішані системи критеріїв та показників. Значення фінансових коефіцієнтів показують ефективність поточного планування і управління виробництвом, а маркетингових – стратегічного управління. При цьому в першу групу включені різні показники прибутку, і ліквідності, а в другу – частка ринку, показники якості продукції та рівня обслуговування споживачів.

Таким чином, на прикладі основних видів аналізу, що використовуються для цілей тактичного і стратегічного управління, слід зазначити наявність істотних

проблем методичного характеру. Переважна більшість підходів орієнтоване на оцінку виключно фінансових аспектів діяльності.

Кількісні методи, що лежать в основі більшості оцінок добре справляються з завданнями діагностики дисбалансів в різних сферах підприємства, але лише при явних, систематичних їх проявах, коли характер кризи вже може переростати з тактичного до стратегічного. Пряме проходження теоретичних моделей, використання усереднених кількісних показників, що ускладнюють облік специфічного і унікального в роботі підприємства, призводить до негативних наслідків.

1.4 Принципи побудови систем комплексної оцінки діяльності підприємства

Аналіз підприємства в розрізі його функціональних областей неможливий без оцінки інтегральних за своєю природою, показників економічного потенціалу, конкурентоспроможності, якості.

Досить повний перелік функціональних областей підприємства включає: маркетинг; виробництво; фінанси; роботу з персоналом; систему управління. Вибір показників повинен здійснюватися в залежності від дослідницьких цілей. У кожному разі підприємство повинно розглядатися як складна соціально-економічна система, яка функціонує на принципах адаптивного управління. Під адаптивністю розуміється здатність системи функціонувати стабільно. Розгляд проблеми з позицій теорії систем дозволяє відобразити в визначеннях потенціалу, конкурентоспроможності та стійкості підприємства сучасний рівень наукових знань.

Відповідно до ресурсного підходу до визначення підприємства процес виробництва як сфера підприємницької діяльності незалежно від форми його організації є насамперед процесом залучення матеріально-речових і трудових ресурсів з метою створення продукції або послуг, які відповідають вимогам ринку [14].

У загальному вигляді ресурси підприємства являють собою сукупність коштів, запасів, джерел засобів і предметів праці, наявних у підприємства, які можуть бути використані для досягнення його цілей. Розрізняють такі види:

- технічні і технологічні ресурси (кількість і якість виробничого обладнання, методи технології, контроль якості та ін.);
- людські ресурси (кваліфікаційний склад, здатність працівників адаптуватися до змін цілей підприємства);
- інформаційні ресурси (відомості, значення економічних показників, можливість їх розширення, підвищення, достовірність тощо);
- інтелектуальні ресурси (рівень знань, культури; винахідливість; ідеї; професіоналізм та інше);
- екологічні ресурси (ресурси відтворення природних і природно-антропогенних систем, задіяних людиною);
- фінансові ресурси (стан активів, ліквідність, наявність кредитних ліній та ін.).

Другий підхід апелює до цільової раціональності функціонування підприємства. «Мета підприємства» визначають як умовно аналітичне поняття, призначене для компактного опису чинників поведінки підприємства в господарської та адміністративної середовищі. Під метою розуміють конкретне бажаний стан компанії. Декомпозиція даного поняття дозволяє виділити три групи цілей, що розрізняються по концептуальним і операційним ознаками: мети підприємства, цілі бізнесу і цілі суб'єктів економічних відносин [15].

Перші включають три підгрупи цілей: матеріальні (реалізація виробничо-ринкової програми), вартісні (досягнення успішних фінансових результатів) і соціальні (бажані в майбутньому взаємини і стану між співробітниками, громадськістю, екосистемою). В цілому, цілі підприємства є похідні від індивідуальних цілей людей [16].

Цілі бізнесу відображають прагнення підприємства як такого вижити в мінливому зовнішньому середовищі. Виміру підлягають гнучкість і пристосовність компанії.

Цілі суб'єктів економічних відносин важливі внаслідок участі підприємства в останніх. Успіх функціонування компанії, її інвестиційних проектів і процесів реструктуризації залежить від того, наскільки вони відповідають взаємним очікуванням самого підприємства і пов'язаних з ним соціально-економічних та інституційних суб'єктів. В даному аспекті оцінці підлягає ступінь задоволення вимог конкретного суб'єкта з урахуванням його важливості в реалізації конкретного проекту або заходи.

Методика оцінки економічної спроможності підприємства, розроблена в [17] поєднує традиційні кількісні методи економічного аналізу, статистики та якісні експертні оцінки. Методика дозволяє оцінити загальну економічну спроможність в цілому по підприємству, в розрізі функціональних областей або критеріїв спроможності.

Для цілей оцінки пропонується обмежитися трьома основними агрегованими функціями бізнесу: ринковою, виробничою і фінансовою. Тоді функціональними складовими економічної спроможності є: ринкова спроможність, що передбачає оцінку спроможності фірми на ринку; виробнича спроможність, що передбачає оцінку ефективності використання коштів праці; фінансова спроможність, що передбачає оцінку як забезпеченості фінансовими ресурсами підприємства, так і наявності коштів для його безперервного саморозвитку.

Класифікація рівнів спроможності підприємства включає:

- абсолютну економічну спроможність (стан абсолютної рівноваги по всім складовим і у відповідності з усіма критеріями оцінки);
- відносну економічну спроможність (маються труднощі, які долаються за рахунок механізмів адаптації);
- умовну економічну спроможність, що складається з підрівнів:
- «Передхвороба» – при наявності хронічних порушень найважливіших параметрів всіх функціональних складових;

- «Хвороба» – при наявності хронічних порушень більшості параметрів усіх функціональних складових;
- «Криза» – коли параметри всіх складових досягли критичних значень (зона ближнього банкрутства).

Серед недоліків підходу слід відзначити наступні. Аддитивна згортка, що використовується для отримання інтегральних оцінок, в окремих випадках дає спотворене уявлення про стан підприємства, дозволяючи компенсувати негативні значення одних показників високими рівнями інших. Найчастіше розрахунок середнього суперечить логічним правилам експертів, що встановлюють загальну оцінку на рівні найнижчої з проміжних. По-друге, незалежно від ситуації в оцінці використовуються всі показники моделі, навіть якщо окремі з них в поточному періоді не грають істотного значення. По-третє, чутливість моделі до змін оцінок за окремими критеріями неоднакова. Також, не встановлені критерії віднесення рівня динаміки коефіцієнтів до якісних категорій.

У таблиці 1.6 систематизовано існуючі визначення комплексних якісних категорій відповідно до викладеної класифікації концепцій функціонування підприємств.

Таблиця 1.6 – Опис комплексних якісних категорій в концепціях функціонування підприємства

Категорія	Визначення	Способи аналізу та оцінки	
		Ресурсний підхід	Концепція цільової раціональності
1	2	3	4
Потенціал	Визначається ресурсним потенціалом підприємства, тобто сукупністю використовуваних ресурсів і способів їх з'єднання для отримання нових видів ресурсів або більшої їх вартості	<p>Аналіз в розрізі видів ресурсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> – технічні і технологічні - аналіз складу і використання основних фондів (коефіцієнти забезпеченості сировиною і матеріалами, складу і питомої ваги в групі активів, ін.); – екологічні - аналіз раціонального використання ресурсного потенціалу (кількісні показники матеріало-, фондо- і трудомісткості); – фінансові - аналіз структури активів і їх характеру (коефіцієнти забезпеченості обіговими коштами, платоспроможності та ін.) 	Може аналізуватися на основі співвідношення конкретизованих цілей зацікавлених груп з показниками гранично досяжних рівнів значень виробництва, збуту, рентабельності тощо.

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
Конкурентоспроможність	Здатність підприємства до лідерства за показниками потенціалу та ефективності виробництва	Оцінюється шляхом порівняння ключових показників діяльності або власних витрат підприємства по всьому ходу виробництва і реалізації продукції з витратами конкурента	<p>Для споживчих товарів, робіт і послуг населенню використовуються експертні методи оцінки та порівняння споживчих якостей.</p> <p>Для промислових товарів, проектів залучається інструменти інвестиційного аналізу (чиста поточна вартість, внутрішня норма прибутку, коефіцієнт прибутковості, термін окупності).</p>
Стійкість	Здатність підприємства створювати ресурси, корисність (вартість) яких вище, ніж спожитих	Економічний критерій стійкості, формулюється у вигляді [14]. Враховує кількість створених ресурсів, вироблених підприємством на рік, корисність (вартість) одиниці створених ресурсів, кількість спожитих за рік ресурсів, його ціну і ефективність використання	Показником стійкості функціонування організації щодо поставлених цілей приймається ймовірність їх досягнення, враховуючи потенційно можливі стану зовнішнього середовища. Можуть використовуватися показники граничного рівня обсягів виробництва, цін виробленої продукції та інші.

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
Ефективність	Визначається ефективністю використання конкретного виду ресурсів або управління вартістю підприємства	Оцінюється інструментами фінансово-економічного та інвестиційного аналізу: – технічні і технологічні ресурси-економічний аналіз ефекту на одиницю витраченого ресурсу (продуктивність); – фінансові - аналіз ефективності використання господарських засобів (рентабельність, абсолютні економічні показники).	Визначається ступінь задоволення комплексу цілей, реалізації компромісного, узгодженого сценарію: – підприємства - матеріальні (виконання ринкової програми), вартісні (відхилення від плану поточної цінності капіталу, прибутку, витрат), соціальні (ступінь мотивації співробітників, і ін.) – бізнесу - ефективність організаційної структури, системи управління підприємством, адекватність обраної маркетингової стратегії; – суб'єктів економічних відносин – фіскальних органів місцевої адміністрації (динаміка плинності кадрів, успішність реалізованих соціальних програм).

Аналізуючи дані таблиці 1.6, можна зробити висновок, що спостерігається дефіцит методик оцінки потенціалу, ефективності, стійкості підприємства в розрізі інформаційних, людських та інтелектуальних ресурсів. Важливо відзначити явну взаємодоповнюваність представлених підходів. Виходячи з цього, необхідно сформулювати такі узагальнені визначення ключових категорій.

Потенціал підприємства - его максимальні можливості, сукупні силові здатності підприємства по задоволенню збалансованих груп власних і сторонніх інтересів при оптимальному використанні наявних ресурсів. Функції різних рівнів управління розподіляються наступним чином: тактичний – використання потенціалу; стратегічний – відтворення потенціалу; суперстратегічний – відтворення відтворення потенціалу.

Конкурентоспроможність підприємства – це ступінь її порівняльної переваги над конкурентами в задоволенні потреб суб'єктів соціально-економічних відносин і ефективності використання ресурсів, досягнута в силу наявного у підприємства потенціалу і відображає сукупні можливості витримувати конкурентну боротьбу.

Стійкість підприємства – це здатність підприємства як соціально-економічної системи досягати поставлених цілей на умовах раціонального використання коштів і збільшення сукупної корисності ресурсів при непередбачуваних впливах зовнішнього середовища.

Ефективність діяльності підприємства – це ступінь реалізації збалансованих інтересів учасників соціально-економічних відносин підприємства за рахунок використання його ресурсного потенціалу. Для рівня стратегічного управління дане визначення повинне бути доповнено умовою оптимальності використання ресурсів. Спираючись на ці формулювання, необхідно визначити тактичну кризу господарської системи підприємства як стан її короткостроковій неефективності, зниження конкурентоспроможності при збереженні стійкості і потенціалу, викликане внутрішніми або зовнішніми факторами.

Типовою ознакою тактичної кризи є стан наростаючого дисбалансу в його підприємницькій, виробничій та соціальній сферах, що виражається в скороченні масштабів виробництва, зниженні частки ринку, зменшення прибутку, скорочення

чисельності працюючих тощо. Типовими ознаками стратегічної кризи є: старіння виробничого обладнання, що призвело до неприпустимого рівня собівартості продукції; втрата ключових ринків збуту; критичне зниження кадрового потенціалу.

Згідно з існуючими методиками комплексної оцінки, послідовність етапів останньої передбачає:

1. визначення складу та кількості використовуваних показників;
2. розбиття області значень кожного показника на відрізки виходячи з ступеня відповідності нормативного рівня;
3. присвоєння кожному з отриманих відрізків бальної оцінки;
4. розробка алгоритму розрахунку комплексного показника на основі комбінації бальних оцінок за окремими показниками;
5. класифікація безлічі можливих значень комплексного показника і розробка експертного висновку для кожної з груп.

Так, зведений показник оцінки результатів виробничо-господарської діяльності малих і середніх підприємств розраховується за даними, які представлені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Система розрахунку зведеного показника оцінки результатів діяльності підприємства

Показник	Значення інтервалу			
	1	2	3	4
Рентабельність продажів	Більш 0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	Менш 0,05
Оборотність чистих активів	Більш 6	6-4	4-2	Менш 2
Рентабельність чистих активів	Більш 0,5	0,5-0,3	0,3-0,1	Менш 0,1
Рентабельність власного капіталу	Більш 0,4	0,4-0,2	0,2-0,05	Менш 0,05
Ціна інтервалу	5	3	1	0

Класифікація значень зведеного показника за сумою цін інтервалів включає:

Групу А (21-25). Підприємство високо рентабельно, фінансово стійко. Платоспроможність не викликає сумнівів. Якість фінансового і виробничого менеджменту висока.

Групу В (11-20). Рентабельність низька. Компанія в цілому платоспроможна і фінансово стійка, хоча окремі показники нижче рекомендованих значень. Однак дане підприємство недостатньо стійке до коливань ринкового попиту на продукцію й інших ринкових факторів.

Групу С (4-10). Компанія фінансово нестійка, має низьку рентабельність для підтримки платоспроможності на прийнятному рівні. Воно знаходиться на межі втрати фінансової стійкості.

Групу D (<4). Стан глибокої фінансової кризи. Великий розмір кредиторської заборгованості, компанія не в змозі розплатитися за своїми зобов'язаннями. Фінансова стійкість практично повністю втрачена. Ступінь кризи підприємства настільки глибока, що ймовірність поліпшення ситуації в будь-якому випадку невисока.

Представлена модель має кілька недоліків:

- система показників не збалансована, що призводить до зміщення значень зведеного показника. При однакових чисельнику знаменники коефіцієнтів рентабельності власного капіталу і чистих активів взаємопов'язані, а іноді і тотожно рівні. Оскільки чисті активи – це різниця між сумою всіх активів і поточними зобов'язаннями, то за відсутності у підприємства довгострокових кредитів розмір власного капіталу і чистих активів збігається;
- використовувані в моделі коефіцієнти не дають можливості оцінити реальну платоспроможність підприємства. Практикується багатьма компаніями практика законного і незаконного заниження прибутку призводить до низьких значень рентабельності навіть при задовільній ліквідності всіх типів;
- якісні оцінки оборотності і рентабельності тим позитивніше, ніж вище фінансові результати періоду і менше власний і чистий капітал. Модель дасть високу позитивну оцінку і в ситуації, коли вони на кілька порядків менше позикових коштів, ігноруючи обмеження по ліквідності, що накладаються.

Виключно фінансовий, кількісний характер моделі не враховує вплив якісних факторів.

Ці проблеми можуть бути вирішені за рахунок використання апарату нечітких множин. Якісні оцінки діапазонів значень рентабельності виражені нечіткими лінгвістичними змінними зі значеннями «дуже низький», «низький», «середній», «високий», «дуже високий». Це дозволяє вирішувати завдання в термінах, звичних для ОПР, і адекватно описують проблему. Зведений показник в даному випадку розраховується на основі лінійної комбінації нечітких чисел.

Важливо інше рішення пропонується в [18]. Воно побудоване на основі методу відстаней і враховує віддаленість стану підприємства від критичного. Рейтингове число визначається за формулою:

$$R = \sum_{i=1}^L \frac{1}{L N_i} \frac{N_i}{N_i} \quad (1.1)$$

де L – число показників; N_i – нормативною вимогою для i -го коефіцієнта; N_i – значення i -го коефіцієнта; $\frac{1}{L N_i}$ – ваговий індекс i -го коефіцієнта.

При повній відповідності значень фінансових коефіцієнтів їх нормативним мінімальним рівням рейтинг підприємства буде дорівнювати одиниці.

Істотним недоліком моделі є те, що вона не враховує їх системну взаємозв'язок показників. В результаті, чим більше відстань від нормативного або еталонного об'єкта, тим більше ступінь помилки. Крім цього, обов'язковою вимогою моделі є наявність у кожного коефіцієнта єдиного критичного значення, що не завжди здійснимо. Всі показники мають кількісну природу.

Переважає більшість розглянутих методик оцінки ігнорує існування невизначеності і нечіткості. Це істотно знижує методичну цінність підходів, виходячи з чого був зроблений висновок, що необхідно розробити інструмент прийняття і аналізу рішень, який враховує основні види невизначеності, породжувані наступними факторами [19]:

1. низькою точністю оперативної інформації, що одержується з об'єктів управління, пов'язаної з недосконалістю системи і засобів контролю економічних параметрів. Це викликає неточність в призначуваних початкових і граничних умовах і використовуваних змінних величинах;

2. неточністю моделей об'єктів контролю і управління. Основні причини – надмірне спрощення, ідеалізація або помилки при розробці моделей, лінеаризація, дискретизація, заміна фактичних характеристик усередненими тощо;

3. нечіткістю в процесах прийняття рішень, характерною для багаторівневих ієрархічних систем. Нечітке, узагальнене формулювання завдань часто допомагає знизити кількість погоджень і полегшити процес координації;

4. використанням природно-мовних засобів при управлінні бізнес-процесами. Даний фактор породжує: невизначеність понять і термінів, невпевненість ОПР і використання нечітких посилок при прийнятті рішень, неоднозначність природної мови і мов подання правил в базах знань.

Відповідно до ступеня невизначеності розрізняють такі види останньої, як: повна визначеність, імовірнісна, лінгвістична, інтервальна, повна невизначеність. За характером невизначеності виділяють: параметричну, структурну, ситуаційну. З точки зору використання одержуваної в ході управління інформації - переборна і непереборна невизначеність.

Для широкого класу задач завжди апріорна невизначеність може бути зведена до параметричної, коли імовірнісні закони розподілу для досліджуваних ситуацій і величин відомі з точністю до кінцевого числа параметрів.

Проведене дослідження існуючих методів аналізу і оцінки діяльності підприємства показало, що для ключових завдань оцінки економічного стану підприємства, його конкурентної позиції і ризику економічної кризи характерні такі особливості:

1. різнобічність інтересів груп, думка яких враховується при інтерпретації результатів аналізу. Процес розробки моделі повинен передбачати колективні форми роботи, а використовувані критерії і нормативи – різні точки зору на проблему;

2. велике число розглянутих критеріїв. Використання кількісних і не кількісних показників. Обмеженість прогностичних і оціночних можливостей методик, заснованих на фінансових коефіцієнтах;

3. неточність, нечіткість, невизначеність вихідної інформації, що вимагають спеціальних підходів до її опису і застосування;

4. адитивні способи синтезу комплексних показників і компенсаційний характер методів не завжди адекватні евристичним, застосовуваним експертами і ОПР;

5. погана застосовність формалізованих підходів в зв'язку зі статистичною неоднорідністю вибірки, неможливістю отримання статистичних характеристик параметрів.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що з урахуванням виявлених особливостей подальше вдосконалення інструментарію оцінки діяльності підприємства можливо за рахунок застосування математичного апарату багатокритеріальних методів підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності. Беручи до уваги відмінності задач комплексної оцінки економічного стану, ризику банкрутства і конкурентної позиції компанії, було проведено дослідження застосовності окремих методів до поставлених завдань, представлено в наступному розділі.

2 ОПИС БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

2.1 Метод нечіткого логічного висновку

Інструментарій нечіткого логічного висновку [20] використовується для вирішення завдання комплексної оцінки діяльності підприємства. Він дозволяє уявити процес оцінки і прийняття управлінських рішень в алгоритмічній формі. За допомогою математичного апарату теорії нечітких множин, формалізуються лінгвістичні характеристики, широко використовувані в економічній оцінці. Наприклад, ступенем важливості показників ("низька", "середня", "висока") або задовільному їхньому значенню («відмінне», «відповідає нормі», «незадовільний»).

Комплекс правил нечіткого логічного висновку реалізує процес оцінки максимально природним і зрозумілим для ОПР чином. Процедура обробки вхідної (чіткої) інформації в системі нечіткого логічного висновку передбачає виконання трьох основних етапів:

- фазифікація – перетворення поточних значень вхідних змінних в лінгвістичні;
- здійснення нечіткого логічного висновку на основі отриманих лінгвістичних значень з використанням бази правил системи (на даному етапі обчислюються лінгвістичні значення проміжних і вихідних змінних);
- дефазифікації – обчислення «чітких» значень керуючих параметрів.

У запропонованій методиці думки експертів про правила оцінки діяльності компанії відображаються набором критеріїв (для різних функціональних областей) C_1, C_2, \dots, C_n , заданих лінгвістичними змінними на базових множинах U_1, U_2, \dots, U_n відповідно. Визначення ступеня задовільності стану підприємства здійснюється на правилах, антецеденти яких містять комбінації критеріїв з відповідними лінгвістичними значеннями, з'єднані зв'язками «І».

Висновки правил відображають уявлення ОПР про ступінь задовільності стану при конкретних комбінаціях антецедентів.

Відповідно, множина альтернатив $X = \{X_j\}$, $j = \{1 \dots m\}$ (m – число альтернатив) включає аналізовані періоди діяльності підприємства. X_j – множина, що містить оцінки альтернативи j за всіма критеріями. Однак на відміну від інших методів прийняття рішень, в моделі нечіткого логічного висновку одночасно оцінюється тільки одна альтернатива. А весь цикл обробки повторюється для кожного з об'єктів порівняння.

Слід перевіряти відповідність загальної кількості правил R в системі його максимально можливого значення $R_{max} = \prod_{i=1}^N S_i$, где N – число вхідних змінних U , S_i – кількість термів лінгвістичної змінної, зіставленої U_i .

Трансформація абстрактних даних (лінгвістичних характеристик) в ісчисліми значення здійснюється за допомогою функцій належності та алгоритму виведення. Лінгвістичні терми поділяють простору введення і виведення моделі на області, відповідні нечітким множинам, за допомогою функцій приналежності. функція приналежності $\mu(x)$ визначається її типом і параметрами. Виділяють чотири стандартних типи функцій (рисунок 2.1).

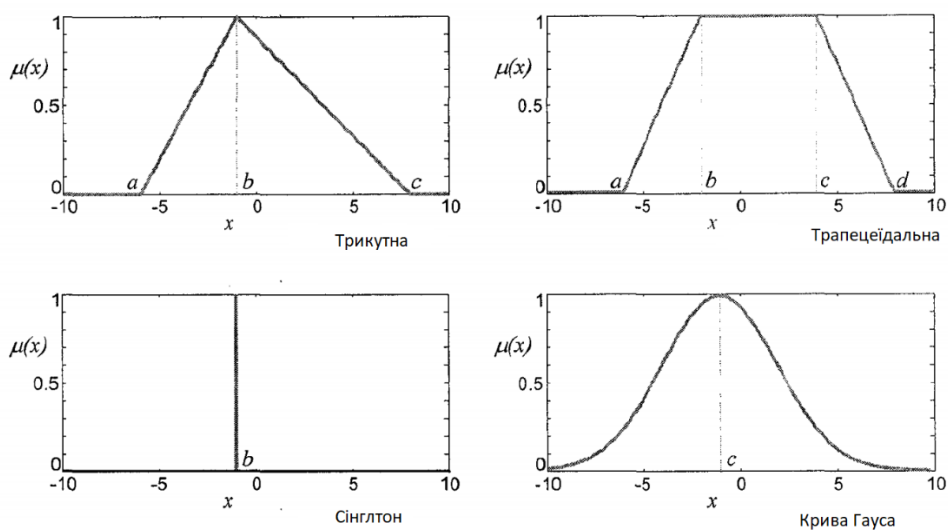


Рисунок 2.1 – Стандартні типи функцій приналежності.

Оскільки в практиці економічної оцінки використовуються, як правило, діапазони нормативних або рекомендованих значень, трапецеїдальних форма функцій приналежності краще за інших підходить для вхідних змінних. Однак для акцентування близькості фактичних рівнів показників пороговим значенням, можна використовувати криву Гаусса. Для проміжних і вихідних змінних підходить і трикутний тип функцій приналежності. Наявність єдиного значення $\mu(x)=1$ полегшує реєстрацію змін до підсумкових оцінках.

Алгоритм реалізації етапів нечіткого виведення забезпечує перетворення вхідних даних у вихідні і включає п'ять кроків:

1. Фазифікація. Фазифікація відповідає першій частині правила (антецеденту $U_i = A_{ir}$) і виконується шляхом обчислення ступеня приналежності чіткого значення вхідної змінної непевному підмножині A_{ir} :

$$\tau_{ir} = \mu_{ir}(x_i) \quad (2.1)$$

де τ_{ir} – значення i -го антецедента r -го правила; μ_{ir} – функція приладдя i -тої вхідної змінної, асоційованої з r -м правилом; x_i – чітке значення i -ої вхідної змінної.

2. Об'єднання посилок. Об'єднанню посилок відповідає логічний оператор «И» в умовній частині правила. Воно реалізується за допомогою конкатенації посилок r -го правила з використанням t -норми:

$$\tau_r = \bigcap_{i=1}^N \tau_{ir} \quad (2.2)$$

де τ_r – нечітке значення антецедента r -го правила; N – число вхідних змінних; \bigcap – t -норма.

3. Імплікація. Імплікація передбачає обчислення вихідного значення правила і відповідає його частині з консеквентом:

$$F_r(y) = \tau_r \cap \gamma_r, \quad (2.3)$$

де $F_r(y)$ – ступінь "спрацьовування" r -го правила; γ_r – функція належності вихідної змінної, співвіднесені з r -им правилом.

4. Агрегація. Агрегації відповідає логічний оператор "АБО". Він узагальнює окремі висновки виконаних правил системи в результуючий нечітке значення за допомогою s -норми:

$$F(y) = \cup_{r=1}^R F_r(y), \quad (2.4)$$

де $F(y)$ – нечітке значення результату роботи системи логічного висновку; R – кількість правил; \cup – s -норма.

Загальний результат кроків 1-4 можна уявити як:

$$F(y) = \cup_{r=1}^R \left(\left(\cap_{i=1}^N \mu_{ir}(x_i) \right) \cap \gamma_r \right), \quad (2.5)$$

Якщо вихідних змінних декілька, то значення j -го виходу обчислюється таким чином:

$$F(y_j) = \cup_{r=1}^R \left(\left(\cap_{i=1}^N \mu_{ir}(x_i) \right) \cap \gamma_{ir} \right), \quad (2.6)$$

де γ_{ir} – функція приналежності y -ой вихідної змінної, співвіднесені з r -им правилом. При цьому всі вихідні змінні незалежні.

5. Дефазифікації. Для повернення до чітких оцінками необхідно усунути нечіткість за допомогою алгоритму дефазифікації.

Представлений алгоритм є узагальненим. У разі необхідності параметри нечіткого логічного висновку можуть перевизначатися. Так, в якості t -норми може виступати будь-яка функція, що задовольняє умовам:

$$a \cap 1 = a, \quad '$$

$$a \cap b \leq c \cap d, \text{ кожда } a \leq c, b \leq d,$$

$$a \cap b = b \cap a,$$

$$(a \cap b) \cap c = a \cap (b \cap c).$$

У якості s - норми може виступати будь-яка функція, яка задовольнить набору умов:

$$\begin{aligned} A \cup I &= a, \\ A \cup b &\leq c \cup d, \text{ кожда } a \leq c, b \leq d, \\ A \cup b &= b \cup a, \\ (a \cup b) \cup c &= a \cup (b \cup c). \end{aligned}$$

На етапі дефазифікації застосовуються функції центру ваги або центру максимумів.

Для алгоритму розрахунку центра ваги:

$$y = \frac{\sum_{q=1}^Q F(y_q) y_q}{\sum_{q=1}^Q F(y_q)} \quad (2.7)$$

Для алгоритму центру максимумів:

$$y = \frac{1}{q} \sum_{j \in J} F(y_j) \quad (2.8)$$

де J – підмножина максимальних значень $F(y)$.

Система нечіткого логічного висновку створюється шляхом вилучення знань експертів про предметну область. Такий підхід передбачає створення попереднього лінгвістичного опису моделі з подальшим переведенням в формальні структури. Послідовність дій включає:

1. вибір вхідних, проміжних і вихідних змінних;
2. визначення простору логічного висновку (міркувань);
3. визначення лінгвістичних змінних і їх термів;
4. формування наборів лінгвістичних правил, які відображають взаємозв'язки змінних системи;
5. вибір алгоритму виведення, адекватного розв'язуваної задачі;
6. оцінку адекватності моделі в цілому.

В якості основного засобу калібрування моделі виступає варіювання параметрів функцій приналежності. Більш грубе налаштування здійснюється шляхом додавання, видалення або зміни існуючих правил. Альтернативний спосіб пов'язаний з застосуванням ступенів впевненості (ваг). Вони висловлюють релевантність відповідних правил і використовуються при обчисленні результатів дії останніх:

$$F_r(y) = W_r \tau_r \cap \mu_r^{(y)}, \quad (2.9)$$

де $W_r = [0,1]$ – вага r -го правила.

Сума ваг правил з однаковими антецедентами повинна дорівнювати одиниці. Система нечіткого логічного висновку, що не використовує ваг, може розглядатися як окремий випадок моделі з вагами, де $\forall W_r = 1$. Однак, при використанні ваг загальне число правил суттєво зростає:

$$R_{max} = \prod_{i=1}^N S_i \prod_{j=1}^M T_j, \quad (2.10)$$

де T_j – кількість термів j -тої вихідний лінгвістичної змінної.

Системи нечіткого логічного висновку можуть використовуватися навіть в надвеликих завданнях, коли створення математичної моделі високої розмірності утруднено з економічних чи інших причин. Можливість участі або втручання людини в процес генерації результатів дозволяє вбудовувати подібні інтелектуальні засоби в традиційні системи управління підприємством (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Схема роботи експертної системи нечіткого логічного висновку в системі управління підприємством

2.2 Метод аналізу мереж і метод аналізу ієрархій

Методи аналізу мереж і аналізу ієрархій (МММ і МАІ відповідно) відносяться до класу багатокритеріальних методів прийняття рішень в умовах невизначеності [21].

Ряд переваг в порівнянні з іншими методами визначив використання МАІ і МММ в технічних завданнях [22]. МММ є узагальненням МАІ на мережеві структури з зворотними зв'язками. Це дозволяє проводити аналіз в умовах взаємної залежності критеріїв за перевагою. Метод аналізу ієрархій може застосовуватися, коли елементи моделі незалежні.

Для розглянутих підходів характерно наочне графічне представлення проблеми вибору завдяки декомпозиції останньої на компоненти (мета, політики, фактори, актори, альтернативи тощо). Іншою перевагою є спосіб виявлення переваг

за допомогою парних порівнянь. Незважаючи на окремі недоліки його оригінального варіанту, одержувані результати мають краще обґрунтування, ніж при прямому призначенні оцінок [23].

Алгоритм аналізу мережевих структур включає наступні основні кроки:

1. Побудова мережевої структури. Для цього елементи завдання прийняття рішень об'єднуються в кластери, між якими можливі довільні зв'язки. Формування кластерів і зв'язків є неформальною процедурою і здійснюється експертами і ОПР на основі конкретних знань про специфіку розв'язуваної задачі. Об'єднання елементів в кластери дозволяє знизити розмірність моделі і поліпшити узгодженість суджень. Мережа показує вплив кластерів один на одного по відношенню до деякої глобальної мети, в якості якої можуть розглядатися вигоди, витрати, ризики тощо

2. Для мережі будується бінарна матриця впливів:

$$B = \{b_{ij}\} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \text{ залежить від } j \\ 0, & \text{у іншому випадку.} \end{cases} \quad (2.11)$$

Матриця B перевіряється на транзитивність. При порушеннях транзитивності слід скорегувати мережу. Для упорядкування мережі використовується матриця досяжності, яка виходить шляхом зведення матриці $(E+B)$ в цілочисельні ступеня k до тих пір, поки не буде виконано $(E+B)^k \cong (E+B)^{k+1}$, де E – одинична матриця.

3. Визначення пріоритетів елементів кластерів. Елементи кожного кластера попарно порівнюються щодо кожного елемента впливають на нього кластерів. При цьому експертами оцінюється інтенсивність впливу одних елементів на інші. Результати порівняння заносяться в матриці парних порівнянь (МПС) елементів. Головні власні вектори МПС інтерпретуються як вектори пріоритетів порівнюваних елементів.

4. На підставі матриці B і обчислених векторів пріоритетів елементів кластерів будується суперматриця мережевий завдання W . Її стовпці формуються з головних власних векторів МПС.

5. Визначення пріоритетів кластерів на основі парних порівнянь. Порівняння кластерів здійснюється аналогічно описаному в пункті 3 або щодо єдиної заданої мети, або по безлічі елементів спеціальної керуючої ієрархії, яка деталізує головну мету.

6. Приведення суперматриці до стохастическому увазі шляхом нормування. Для цього пріоритети елементів кластерів множаться на пріоритети кластерів.

7. Аналіз структури суперматриці і вибір способу обчислення граничних пріоритетів. Для стохастичною примітивної суперматриці граничні пріоритети обчислюються як:

$$W^{\infty} = \lim_{k \rightarrow \infty} W^k \quad (2.12)$$

8. Якщо головна мета деталізована ієрархією, проводиться згортка отриманих векторів пріоритетів.

Попередньо обчислені значення граничних пріоритетів інтерпретуються як внесок відповідних елементів в головну мету протягом певного терміну прогнозування. Ця можливість може бути використана для прогнозування ризику економічної кризи підприємства. Рішення мережевих завдань також дозволяє підійти обґрунтовано до проблеми визначення важливості критеріїв в задачах вибору. Зокрема, сума граничних пріоритетів елементів кластера показує ступінь сукупного впливу останнього.

Результат аналізу істотно залежить від достовірності і узгодженості експертних оцінок. Тому етапи заповнення матриць парних порівнянь елементів і кластерів є ключовими. У розглянутих підходах передбачені інструменти оцінки однорідності експертних суджень. Останні виражаються в цілих числах 9-ти

бальної шкали відносин (таблиця 2.1). З її допомогою різних ступенів переваги одного порівнюваного об'єкта перед іншим зіставляються цілі числа. При порівнянні двох елементів проблеми щодо мети вищого рівня ієрархії, ОПР вибирає ту чи іншу градацію переваги одного об'єкта перед іншим.

Таблиця 2.1 – Шкала відносин переваги

Значення	Ступінь переваги	Пояснення
1	Рівна важливість	Два варіанти вносять однаковий внесок у досягнення мети
3	Помірне	Існують міркування на користь переваги одного з варіантів, однак ці міркування недостатньо переконливі
5	Сильне	Є надійні дані або логічні судження для того, щоб показати перевагу одного з варіантів
7	Значне	Переконливе свідчення на користь одного варіанта
9	Абсолютна	Свідчення на користь переваги одного варіанта іншому надзвичайно переконливі
2,4,6,8	Проміжна	Ситуація, коли необхідно компромісне рішення

При порівнянні критеріїв зазвичай порівнюється їх ступінь важливості щодо мети дослідження. При порівнянні альтернатив по відношенню до критерію – яка з альтернатив найкраща або найімовірніша за даним критерієм, а також у скільки разів один об'єкт переважніше іншого.

Заповнення квадратних матриць парних порівнянь здійснюється за наступним правилом: якщо елемент A_1 домінує над елементом A_2 , то поле матриці, відповідне рядку A_1 і одну A_2 , заповнюється цілим числом, а поле, відповідне рядку A_2 і одну A_1 , заповнюється зворотним до нього значенням, якщо елемент A_2 домінує над A_1 , то ціле число ставиться в поле, відповідне рядку A_2 і одну A_1 , а

зворотне значення-в поле, відповідне рядку A_1 і одну A_2 . Якщо елементи A_1 и A_2 рівнозначні, то в обидві позиції матриці ставляться одиниці.

При заповненні кожної матриці експерт або ОПР виносить $n(n-1)/2$ суджень, де n – порядок матриці парних порівнянь, рівний числу порівнюваних елементів.

Очевидно, що матриця парних порівнянь має властивість зворотного симетрії, тобто $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Після заповнення кожної МПС, здійснюється перевірка транзитивності і однорідності суджень і обчислення вектора пріоритетів елементів-«нащадків» щодо елемента - «батька».

У практичних завданнях кількісна (кардинальна) і транзитивній (порядкова) однорідність порушуються, оскільки людські відчуття не можна виразити точною формулою. Для поліпшення однорідності в числових судженнях, яка б величина a_{ij} була взята для порівняння i -го елемента з j -м, a_{ij} приписується значення зворотної величини, тобто $1/a_{ij}$. Отже передбачається, що якщо один елемент в a раз краще іншого, то останній тільки в $1/a$ раз краще першого.

При порушенні однорідності ранг матриці відмінний від одиниці, і вона буде мати кілька власних значень. Таким чином, для оцінки однорідності суджень експерта необхідно розглянути відхилення величини максимального власного значення λ_{max} від порядку матриці n . Якщо величина відхилення перевищують встановлені межі, слід перевірити ще раз винесені судження. Максимальна власне значення для кожної матриці може бути отримано наступними обчисленнями:

$$S_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}; \lambda_{max} = S_1 w_1 + S_2 w_2 + \dots + S_n w_n \quad (2.13)$$

де w_i – елементи нормалізованого вектора пріоритетів, a_{ij} – елементи матриці, n – розмірність матриці. S_i – сума i -го стовпчика.

Для обертосиметричної матриці завжди $\lambda_{max} > n$.

Однорідність суджень оцінюється індексом узгодженості (ІС) або відношенням узгодженості (ОС) у відповідності з наступними виразами:

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (2.14)$$

$$OC = IC / M(IC) \quad (2.15)$$

де $M(IC)$ – середнє значення (математичне очікування) індексу однорідності випадковим чином складеної матриці парних порівнянь $[A]$, яке засноване на експериментальних даних (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Середні значення індексу однорідності для матриць різних порядків

Порядок матриці (n)	M(IC)	Порядок матриці (n)	M(IC)
1	0.00	6	1.24
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12	10	1.49

В якості допустимого використовується значення $OC < 0,10$. Якщо для матриці парних порівнянь ставлення однорідності $OC > 0,10$, то це свідчить про істотне порушення логічності суджень, допущене експертом при заповненні матриці, через що потрібно переглянути дані, використані для побудови матриці, щоб поліпшити однорідність.

Після проведення ієрархічного синтезу також доцільно визначити однорідність всієї ієрархії проблеми. Для цього визначаються зважені суми значень однорідності всіх рівнів:

$$IC = IC_1 + \{W_1\}^T \begin{Bmatrix} IC_2 \\ IC_3 \end{Bmatrix} + \{W_1\}^T [W_2 W_3]^T \begin{Bmatrix} IC_4 \\ IC_5 \end{Bmatrix} \quad (2.16)$$

де T – знак транспонування.

Аналогічно розраховується математичне сподівання для індексу однорідності заданої ієрархії:

$$M(IC) = M(IC_1) + \{W_1\}^T \begin{Bmatrix} M(IC_2) \\ M(IC_3) \end{Bmatrix} + \{W_1\}^T [W_2 W_3]^T \begin{Bmatrix} M(IC_4) \\ M(IC_5) \end{Bmatrix} \quad (2.17)$$

де $M(IC_i)$ – індекс однорідності ієрархії при випадковому заповненні матриць попарних порівнянь.

Ставлення однорідності всієї ієрархії визначається:

$$OO_I = IC / M(IC) \quad (2.18)$$

Однорідність ієрархії вважається задовільною при значеннях $OO_I \leq 0,1$.

2.3 Методи ELECTRE

Всі методи ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite – виключення і вибору, що відображають реальність) мають однакову математичну основу, але відрізняються класом вирішуваних завдань [24]. Застосовувалися в даному дослідженні ELECTRE ITT і ELECTRE TRT розроблені для проблем ранжирування і класифікації відповідно. У класі методів ELECTRE усунуто низку принципових недоліків інших методів за рахунок оригінального підходу до використання неточною і невизначеною інформації в задачах багатокритеріального прийняття рішень [25]. При дослідженні діяльності підприємства вихідні дані часто виявляються недостовірними, застарілими або неповними. У зв'язку з цим невеликі відмінності альтернатив за критеріями не завжди свідчать про перевагу однієї з них.

Формування впорядкованої послідовності альтернатив на множині A виробляється на основі значень їх атрибутів. Для цього вводиться поняття критерію g , який представляє собою матеріальну функцію, яка буде показувати A так що порівняння будь-якої пари альтернатив a і b може ґрунтуватися на порівнянні двох

значень: $g(a)$ и $g(b)$. Напрямок зміни переваги може бути прямим або зворотним. У першому випадку з ростом $g(a)$ корисність альтернативи а також збільшується. Це справедливо для критеріїв, що відображають якісні характеристики. У другому випадку чим більше величина $g(a)$, тим гірше за критерієм g альтернатива a . Такі критерії зазвичай описують вартісні характеристики.

В ідеальному випадку для успішного порівняння будь-якої пари альтернатив a і b критерій g будується таким чином, щоб:

$$\left. \begin{aligned} g(a) = g(b) &\rightarrow aI_g b \\ g(a) > g(b) &\rightarrow aP_g b \end{aligned} \right\} \quad (2.19)$$

де I_g и P_g – відносини байдужості і суворого переваги відповідно за критерієм g .

Однак, в практичних ситуаціях невелике розходження в значеннях $g(a)-g(b)$ також може розцінюватися як ситуація нерозрізненості. У зв'язку з цим в методі ELECTRE функція g конструюється так, щоб

$$g(a) = g(b) \rightarrow aS_g b \quad (2.20)$$

де $aS_g b$ означає, що " a принаймні настільки ж гарна, що й b " за критерієм g . Для обліку неточності і невизначеності даних використовуються пороги розрізнення – p і q , які дають змогу розмежувати ситуації байдужості і суворого переваги:

$$\left. \begin{aligned} |g(a) - g(b)| \leq q &\rightarrow aS_g b \\ q < g(a) - g(b) \leq p &\rightarrow aQ_g b \\ g(a) - g(b) > p &\rightarrow aP_g b \end{aligned} \right\} \quad (2.21)$$

де Q_g – відношення слабого переваги за критерієм g .

Ставлення слабого переваги є проміжною ситуацією між байдужістю і строгим перевагою. При цьому p і q називаються порогами переваги і байдужості відповідно. Модель точного критерію відноситься до випадку, коли $p=q=0$.

Загальна модель ($p > 0$ и $q > 0$) називається псевдокритерієм. Розрізняють також два окремих випадки - полукритерій, коли $p = q$ і прекритерій – якщо $q = 0$.

Після визначення параметрів переваги для кожної пари альтернатив a і b перевіряється справедливість твердження $aS_g b$. Для цього повинні виконуватися дві умови:

- згоди: про істинність твердження $aS_g b$ має свідчити необхідну кількість критеріїв;
- відсутність незгоди: якщо умова згоди виконується, жоден з меншості залишилися критеріїв не повинен спростовувати твердження $aS_g b$ занадто сильно.

Оскільки висновок по кожній парі альтернатив передбачає і зворотне порівняння, можуть виникнути чотири типи ситуації: ситуація байдужості; a перевершує b ; b перевершує a ; a непорівнянна з b .

Виявлення ситуації непорівнянності альтернатив - унікальна можливість методів ELECTRE. Вона особливо важлива при аналізі об'єктів соціально-економічної природи. Неоднорідність використовуваних критеріїв (економічних, технічних, екологічних і тощо.) може призводити до ситуацій, коли незначна відмінність в оцінках різних аспектів діяльності не дає чітких свідчень на користь тієї чи іншої альтернативи. Вказівка на такі випадки мотивує докладний розгляд «контрастних» альтернатив для вироблення правильних висновків.

Перевірка виконання принципів згоди і незгоди і остаточне ранжування альтернатив виконується за допомогою наступних кроків:

- 1) обчислення приватних індексів згоди $c_j(a, b)$ і $c_j(b, a)$;
- 2) обчислення загальних індексів згоди $c(a, b)$;
- 3) обчислення приватних індексів незгод $d_j(a, b)$ и $d_j(b, a)$;
- 4) обчислення нечіткого відношення переваги, заснованого на індексах правдоподібності $\sigma(a, b)$;
- 5) отримання чіткого ставлення переваги за допомогою рівня відсікання λ ;

б) проведення попереднього ранжирування і отримання остаточної послідовності альтернатив.

Приватні індекси згоди $c_j(a, b)$ і $c_j(b, a)$ показують, якою мірою справедливо твердження «а принаймні настільки ж гарна, що й b щодо критерію g_j ». Коли g_j має пряме напрям зміни переваги, індекси $c_j(a, b)$ і $c_j(b, a)$ розраховуються як:

$$c_j(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_j(a) \leq g_j(b) - p_j \\ \frac{p_j - q_j(b) + q_j(a)}{p_j - q_j}, & \text{якщо } g_j(b) - p_j < g_j(a) \leq g_j(b) - q_j \\ 1, & \text{якщо } g_j(a) > g_j(b) - q_j \end{cases} \quad (2.22)$$

$$c_j(b, a) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_j(a) \geq g_j(b) + p_j \\ \frac{p_j + q_j(b) - q_j(a)}{p_j - q_j}, & \text{якщо } g_j(b) + q_j \leq g_j(a) < g_j(b) + p_j \\ 1, & \text{якщо } g_j(a) < g_j(b) + q_j \end{cases} \quad (2.23)$$

де p_j і q_j означають рівні переваги і байдужості по критерію g_j .

Якщо g_j має зворотній напрямок зміни переваги, індекси $c_j(a, b)$ і $c_j(b, a)$ розраховуються протилежно.

Загальні індекси згоди $c(a, b)$ і $c(b, a)$ показують, якою мірою оцінки a і b за всіма критеріями узгоджуються з твердженням « a перевершує b » (« b перевершує a » відповідно) і розраховуються наступним чином:

$$c(a, b) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (2.24)$$

$$c(b, a) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(b, a)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (2.25)$$

Приватні індекси незгоди $d_j(a, b)$ і $d_j(b, a)$ висловлюють ступінь, в якій критерій g_j відхиляє твердження $a S_g b$. Кажуть, що критерій не узгоджується з твердженням « a перевершує b » якщо за даним критерієм b переважніше a . Для ідентифікації таких випадків кожним критерієм призначається рівень вето v_j . Воно

спрацьовує, якщо y , виявляється менше, ніж $g_j(a) - g_j(b)$. Тоді $aS_g b$ заперечується повністю.

Якщо перевагу по g_j змінюється в прямому напрямку, $d_j(a, b)$ і $d_j(b, a)$ рівні:

$$d_j(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_j(a) \leq g_j(b) + p_j \\ \frac{q_j(b) - q_j(a) - p_j}{v_j - p_j}, & \text{якщо } g_j(b) - v_j < g_j(a) \leq g_j(b) - p_j \\ 1, & \text{якщо } g_j(a) \leq g_j(b) - v_j \end{cases} \quad (2.26)$$

$$d_j(b, a) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_j(a) \geq g_j(b) + p_j \\ \frac{q_j(a) - q_j(b) - p_j}{v_j - p_j}, & \text{якщо } g_j(b) + p_j < g_j(a) \leq g_j(b) + v_j \\ 1, & \text{якщо } g_j(a) > g_j(b) + v_j \end{cases} \quad (2.27)$$

Якщо g_j має зворотній напрямок зміни переваги, індекси $d_j(a, b)$ і $d_j(b, a)$ розраховуються протилежно.

Ступінь правдоподібності для відносини переваги альтернатив a і b – $\sigma(a, b)$ показує, в якій мірі "а перевершує виходячи із загального індексу згоди $c(a, b)$ і приватних індексів незгоди $d_j(a, b)$. Обчислення індексів правдоподібності $\sigma(a, b)$ засноване на наступних принципах:

- 1) коли немає спростувань ні по одному з критеріїв, правдоподібність відносини переваги $\sigma(a, b)$ дорівнює загальній індексу згоди $c(a, b)$;
- 2) коли критерій незгоди накладає вето на затвердження «а перевершує Б», тоді індекс правдоподібності $\sigma(a, b)$ дорівнює нулю;
- 3) коли критерій незгоди такий, що $c(a, b) < d_j(a, b) < 1$, значення індексу $\sigma(a, b)$ стає менше $c(a, b)$ через ефект заперечення за даним критерієм.

З даних принципів випливає, що індекс правдоподібності $\sigma(a, b)$ відповідає загальним індексом згоди $c(a, b)$, ослабленому дією ефекту вето. Обчислення індексу правдоподібності здійснюється наступним чином:

$$\sigma(a, b) = c(a, b) \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b)}{1 - c(a, b)} \quad (2.28)$$

На наступному етапі здійснюється перетворення нечітких відносин переваг, описаних в матриці правдоподібності $S(a,b)$, в чіткі (матрицю $T(a,b)$). Для цього використовують значення рівня відсікання λ . Воно розглядається як найменше значення індексу правдоподібності, сумісного з твердженням " a перевершує b ". Тоді елементи матриці дорівнюють:

$$T(a,b) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } S(a,b) \geq \lambda \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (2.29)$$

При попередньому ранжуванні альтернатив для кожної з них розраховується кваліфікаційне число (профіль) $Q(a_i)$, рівне різниці між кількістю альтернатив, поступаються a_i і переважаючих її. Тобто між сумою по i -тої рядку і j -му колонки в матриці T . Набір альтернатив з максимальними профільними числами D_1 – результат першої перебирання. Якщо таких альтернатив виявиться кілька - та ж процедура повторюється на D з новим значенням λ . Якщо ж D_1 містить всього одну альтернативу - перегородку можна продовжити на безлічі A/D_1 і далі, кожен раз виключаючи лідируючий на поточному етапі елемент. Можлива також ситуація, коли після першого відсікання всі альтернативи мають контрастні профільні числа і подальший аналіз не потрібно. Отримана послідовність елементів Z_1 є кінцевим результатом спадного попереднього ранжирування. При висхідній перебиранні аналіз здійснюється в зворотному напрямку, починаючи з альтернатив з найменшими профільними числами.

Альтернатив, які потрапили в ході попереднього ранжирування в однакові групи, присвоюються однакові ранги. Об'єднання отриманих послідовностей дає шукану впорядковану послідовність альтернатив: $Z = Z_1 \cap Z_2$.

Метод класифікації альтернатив ELECTRE TRI також заснований на вищеописаному підході. В даному методі віднесення альтернативи a до попередньо заданої категорії здійснюється в результаті порівняння першої з профілями, визначальними кордону категорій. Отже переваги зростають з ростом значень по

кожному з критеріїв. Для присвоєння альтернативі тієї чи іншої категорії послідовно виконуються наступні етапи:

- побудова відносини переваги S , що характеризує, як альтернативи співвідносяться з межами категорій (профілями);
- відпрацювання отриманих відносин S для віднесення кожної альтернативи до конкретної категорії.

Сформовані категорії повинні бути попередньо узгоджені. Вони визначалися відповідно до принципу зростання корисності (переваги).

Процедура ELECTRE TRI включає етапи, аналогічні описаним для ELECTRE III, аж до розрахунку матриці правдоподібності і призначення рівня відсікання λ . Особливістю є використання індивідуальних для кожного профілю параметрів переваги. відповідно, p_j , q_j і v_j замінюються на $p_j(b_h)$, $q_j(b_h)$ і $v_j(b_h)$. Крім того, всі обчислення проводяться лише для пар (a_i, b_h) і (b_h, a_i) . Процедура ранжирування альтернатив замінюється процедурою класифікації, що складається з двох етапів:

- визначення типу відносини переваги для кожної пари (a_i, b_h) ;
- визначення категорії C_h , до якої слід віднести a_i за допомогою песимістичного і оптимістичного алгоритмів.

Відповідно до алгоритму песимістичній класифікації альтернативі a_i , присвоюється найвища категорія C_h , для нижньої межі якої (b_{h-1}) виконується твердження « a_i перевершує b_{h-1} ». При $\lambda=1$ альтернативі a_i , може бути призначена категорія C_h , тільки якщо $g_j(a_i)$ дорівнює або перевищує $g_j(b_{h-1})$ на деяке порогове значення по кожному критерію (кон'юнктивний правило). Зі зниженням λ кон'юнктивний характер даного правила слабшає.

Оптимістическая (диз'юнктивна) процедура приписує a_i , нижчої категорії C_h , верхній профіль якої краще альтернативи a_i . Якщо $\lambda=1$ альтернативі a_i , може бути присвоєна категорія C_h , лише коли $g_j(b_h)$ перевершує на деяке порогове значення $g_j(a_i)$ хоча б за одним критерієм. Зі зменшенням λ диз'юнктивний характер даного правила послаблюється.

Це можна описати як:

- коли оцінка альтернативи по кожному критерию лежить між двома профілями категорії, то обидві процедури привласнюють одну і ту ж категорію;
- розбіжність в результатах двох процедур виникає тільки тоді, коли альтернатива непорівнянна з одним або декількома профілями; в таких випадках песимістичне правило відносить альтернативу до нижчої категорії.

Всі методи сімейства ELECTRE за своєю природою не компенсаційні. Це дозволяє застосовувати їх в задачах з неоднорідними умовами, де механічне усереднення оцінок може виявитися неприпустимим. У методах ELECTRE не існує обмежень на кількість аналізованих альтернатив. Аналіз чутливості показує, що результати оцінки більшою мірою залежать від рівнів значень атрибутів альтернатив, ніж від параметрів переваги і ваг критеріїв. У зв'язку з цим значна увага повинна приділятися перевірці достовірності і надійності даних об'єктів порівняння.

2.4 Метод PRIME

Головна особливість методу PRIME полягає в тому, що на відміну від MAI або нечіткого логічного висновку інформація про переваги може задаватися за допомогою інтервалів. Іноді ОПР не знає точних оцінок власних уподобань. Або витяг точних значень занадто ускладнене і вимагає великих тимчасових витрат. У таких ситуаціях можна використовувати неточні оціночні судження у вигляді інтервалів. З їх допомогою визначаються ваги критеріїв і рівні атрибутів альтернатив. Після проведення аналізу альтернатив призначаються не поодинокі оцінки, а їх можливі діапазони. Пошук найкращого рішення здійснюється за допомогою комплексу правил прийняття рішень або домінантного аналізу. Неточні оціночні судження добре підходять і для групового прийняття рішень. Індивідуальні думки різних акторів можуть бути об'єднані за допомогою побудови єдиних інтервальних оцінок з приватних [26].

Характерними рисами методу PRIME (Preference Ratios In Multiattribute Evaluation - відносини переваги в багатокритеріальній оцінці) є:

- використання різниці значень атрибутів для встановлення порядку переваги альтернатив;
- відмова від використання численних шкал вимірювання;
- уявлення відносин переваги ОПР у вигляді точних і неточних оцінок;
- порівняння альтернатив щодо цілей (holistic comparisons).

Функція оцінки адитивного характеру має вигляд:

$$V(x) = \sum_{i=1}^N w_i v_i^N(x_i) = \sum_{i=1}^N v_i(x_i), \quad (2.30)$$

де N – кількість атрибутів в ієрархії проблеми, x_i – значення атрибута X_i альтернативи, $v_i(x_i)$ – зважене нормалізоване значення, що відповідає значенню x_i . Також передбачається взаємна незалежність переваг атрибутів.

Нехай x_i^* та x_i^0 позначають найкраще і найгірше значення, отримані по атрибуту X_i . Тоді для нормалізованої функції оцінки:

$$\begin{cases} v_i^N(x_i^0) = 0 \\ v_i^N(x_i^*) = 1 \end{cases} \quad (2.31)$$

У припущенні, що $v_i^N(x_i^0) = 0$, загальна оцінка може бути виражена в наступній формі:

$$V(x) = \sum_{i=1}^N v_i(x_i) = \sum_{i=1}^N [v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)] \left[\frac{v_i(x_i) - v_i(x_i^0)}{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)} \right] \quad (2.32)$$

Тоді стає можливим висловити ваги атрибутів і нормалізовану функцію оцінки за допомогою різниці значень:

$$w_i = v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0) \quad (2.33)$$

$$v_i^N(x_i) = \frac{v_i(x_i) - v_i(x_i^0)}{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)} = \frac{v_i(x_i) - v_i(x_i^0)}{w_i} \quad (2.34)$$

При цьому повинна виконуватися умова:

$$\sum_{i=1}^N v_i(x_i^*) = \sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad (2.35)$$

Отриманих оцінок різниць значень досить, щоб обґрунтувати висновки про переваги ОПР. Щоб виявити переваги експертів методом PRIME виконуються наступні етапи:

1. Порядкове ранжування. Припустимо, що ОПР віддає перевагу x_i^j порівняно з x_i^k . З цього виходить що $v_i(x_i^j) - v_i(x_i^k) > 0$. Таким чином, порядкове ранжування породжує ряд лінійних обмежень щодо одиночних оціночних функцій атрибутів.

2. Визначення співвідношень різниць значень (кількісне ранжування). Нехай L та U – нижній і верхній межі відносини різниць значень:

$$L \leq \frac{v(x_j) - v(x_k)}{v(x_l) - v(x_m)} \leq U \quad (2.36)$$

З чого випливає:

$$\begin{cases} -v(x_j)v(x_k) + L(v(x_l) - v(x_m)) \leq 0 \\ v(x_k) - v(x_j) - U(v(x_l) - v(x_m)) \leq 0 \end{cases} \quad (2.37)$$

3. Пряме порівняння альтернатив щодо цілей (holistic comparisons).

У порівняннях даного виду прийоми порядкового і кількісного ранжирування застосовуються до оціночних функцій цілей. Метод PRIME використовує вирази і лінійні обмеження для знаходження ваг і значень атрибутів за допомогою рішення серії завдань лінійного програмування. Для коригування оціночної функції можуть також використовуватися результати прямого порівняння.

Ваги атрибутів визначаються за допомогою методу SWING, чий алгоритм включає два етапи:

1. Одному з атрибутів з максимальним ступенем важливості присвоюється оцінка 100 балів.
2. Решта атрибути черзі порівнюються з найважливішим. За результатами порівняння кожному з них призначається діапазон значень важливості $[L, U]$.

Отримані припущення експертів про діапазонах важливості породжують нерівності:

$$\frac{L}{100} \leq \frac{w_i}{w_{ref}} \leq \frac{U}{100} \leftrightarrow \frac{L}{100} \leq \frac{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)}{v_{ref}(x_{ref}^*) - v_i(x_{ref}^0)} \leq \frac{U}{100} \quad (2.38)$$

На останньому етапі аналізу методом PRIME здійснюється синтез пріоритетів альтернатив. За допомогою рішення задачі лінійного програмування з сформованих нерівностей отримують такі результати:

1. Інтервальні оцінки альтернатив.

$$V(x) \in [\min \sum_{i=1}^N v_i(x_i), \max \sum_{i=1}^N v_i(x_i)] \quad (2.39)$$

2. Інтервали ваг атрибутів.

$$w_i \in [\min\{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)\}, \max\{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)\}] \quad (2.40)$$

3. Структури переваг. Розрізняють абсолютне і парне домінування. альтернатива x^j краще альтернативи x^k в сенсі абсолютного домінування, якщо інтервали їх значень не перетинаються. Тобто найменше значення x^j перевершує максимальне значення альтернативи x^k :

$$\min \sum_{i=1}^N v_i(x_i^j) > \max \sum_{i=1}^N v_i(x_i^k) \quad (2.41)$$

Альтернатива x^j краще альтернативи x^k в сенсі парного домінування, якщо:

$$\max(\sum_{i=1}^N v_i(x^k) - \sum_{i=1}^N v_i(x^j)) = \max(\sum_{i=1}^N w_i (v_i^N(x^k) - v_i^N(x^j))) < 0 \quad (2.42)$$

Іншими словами, для будь-якого фіксованого безлічі ваг ненормалізоване (зважене) найменше значення альтернативи x^k більше, ніж максимальне нормалізоване (зважене) значення x^j .

Парне домінування для альтернатив x^k і x^j необхідно перевіряти тільки, якщо:

$$\max(V(x^j)) > \max(V(x^k)) \geq \min(V(x^j)) > \min(V(x^k)) \quad (2.43)$$

Якщо перша нерівність не виконується, то незалежно від подальших уточнень в моделі переваг, оцінка альтернативи x^j не може перевищити значення x^k . Отже, ситуація домінування може наступити або виключатися повністю в залежності від інтервалів оцінок, якщо умова не виконується.

4. Результати застосування логічних правил.

Правило $\max\max$ виявляє альтернативу з максимально можливим значенням. Правило $\max\min$ виявляє альтернативу з найбільшою нижньою межею оцінки. Правило $\min\max$ regret виявляє альтернативу, для якої величина максимально можливої втрати значущості (а отже, і помилки вибору її як домінуючої) мінімальна:

$$\max_{j,j \neq k} [\max(\sum_{i=1}^N v_i(x_i^j) - \sum_{i=1}^N v_i(x_i^k))] \quad (2.44)$$

Правило центральних значень виявляє альтернативу з максимальним середнім значенням інтервалу оцінки.

Рішення задачі ранжування альтернатив методом PRIME за допомогою програмних засобів передбачає:

1. побудова ієрархії проблеми і перевірку незалежності атрибутів і цілей;
2. ранжування альтернатив за значеннями їх атрибутів;
3. введення інформації про переваги за допомогою прямого порівняння чи порівняння різниць значень атрибутів;
4. вивчення отриманих кількісних результатів і структур переваг;
5. повторне виконання кроків 3-4 для скорочення безлічі невідоміючих альтернатив.

Таким чином, метод PRIME має сильне математичне обґрунтування. Висновок на основі логічних правил дозволяє визначати невідоміючих альтернативи навіть в ситуаціях, коли інші методи, засновані на відносинах переваги, безсилі. При великій кількості атрибутів і альтернатив інформація про відносини порядку і вагах критеріїв часто не дає можливості отримати об'єктивний результат ранжирування альтернатив.

Існують три ключових відмінності методу PRIME і таких підходів, як АНР і АНР. По-перше, відносні порівняння явно прив'язані до діапазонів значень атрибутів альтернатив. Завдяки цьому вирішується проблема, що виникає від спотвореної трактування поняття "відносна важливість". По-друге, даний метод дозволяє вдаватися до прямого порівнянні альтернатив щодо цілей. По-третє, рекомендації щодо прийняття рішень в PRIME доповнюються інформацією про характер оптимальності (про можливу втрату значущості) кожного із запропонованих варіантів.

Застосування підходу часто вимагає усунення зсувів в оцінках. Розрізняють два типи зсувів, що виникають через труднощі в призначенні числових меж:

- коли величина порівнюється і послідовного інтервалів істотно різниться (зміщення першого типу) аналітику важче вказувати кратність переваги;

– коли величина порівнюється інтервалу менше, ніж послідовного (зміщення другого типу); експерт змушений оперувати дробовими значеннями, що також підвищує ризик помилки.

У методі «порівняння послідовних інтервалів» розглядаються відносини: $[v_k(x_k^{i+2}) - v_k(x_k^{i+1})] / [v_k(x_k^{i+1}) - v_k(x_k^i)]$, де $v_k(x_k^i)$ – величина корисності i -го варіанта значення для k -го атрибута. Якщо інтервали сильно відрізняються це може привести до зсувів обох типів.

Спосіб «порівняння двох інтервалів» заснований на відношенні: $[v_k(x_k^*) - v_k(x_k^i)] / [v_k(x_k^*) - v_k(x_k^{i+1})]$, де $v_k(x_k^*)$ – величина корисності найкращого елемента послідовності. При цьому поява другого типу зсуву виключається повністю, так як порівнюваний інтервал більше, ніж контрольний. Однак перший тип зміщення можливий, якщо різниця між найгіршим і наступним за рахунком значенням дуже мала.

Спосіб "від нижчого рівня до вищого" передбачає: $[v_k(x_k^0) - v_k(x_k^i)] / [v_k(x_k^i) - v_k(x_k^*)]$, де $v_k(x_k^0)$ – величина корисності найгіршого елемента послідовності. У зв'язку з поступовою зміною порівнюваних інтервалів можливе виникнення обох типів зсувів.

При «прямому порівнянні» в якості довідкового інтервалу виступає відстань від найгіршого до найкращого елемента. З цим діапазоном порівнюються інтервали $[v_k(x_k^0); v_k(x_k^i)]$. Таким чином, контрольний діапазон не змінюється, за винятком зміщення першого типу. Граничні значення не перевищують одиниці, тому прямому порівнянню властиві помилки другого типу.

Аналізуючи представлені методи, можна зробити висновок, що спосіб "порівняння двох інтервалів" найбільш надійний для виявлення кількісних оцінок переваг в переважній більшості випадків.

Обсяг обчислень в методі PRIME може накладати практичні обмеження на розмірність моделей. З їх зростанням збільшується кількість вирішуваних завдань лінійного програмування, а також час їх вирішення. Емпіричні розрахунки показують, що час, необхідний для розрахунку всіх компонентів моделі, в типових

випадках знаходиться в межах $O(N^{2.2})$ та $O(N^{2.2})$, де N – кількість лінійних задач. Для зниження тимчасових витрат потрібно зменшувати розмірність моделі, що не завжди прийнятно.

Також, суттєвим недоліком методу PRIME виступає неможливість використання функцій корисності. Оперуючи числовими характеристиками, ОПР змушений оцінювати відносини переваги для кожної комбінації таких характеристик. При великій розмірності це вимагає значної кількості часу.

2.5 Порівняння багатокритеріальних методів прийняття рішень в умовах невизначеності

Багатокритеріальні методи прийняття рішень в умовах невизначеності призначені для вирішення трьох загальних видів завдань: вибору, класифікації і ранжування альтернатив. Функціональність підходів може бути досить широкою, щоб охопити відразу кілька проблем. Наприклад, за допомогою визначення альтернатив-профілів завдання ранжирування може бути трансформована в задачу класифікації. Однак жоден з них не був визнаний абсолютно універсальним. Сукупність якостей кожного з методів дає перевагу для одних класів задач і погано підходить для інших. В якості визначальних критеріїв вибору виступають також легкість застосування і витрачаються тимчасові, фінансові та інформаційні ресурси.

Характер розглянутих задач аналізу діяльності підприємства зумовив вибір наступних підходів:

- для комплексної оцінки діяльності підприємства - метод нечіткого логічного висновку, метод аналізу мереж;
- для оцінки ризику економічної кризи підприємства - метод аналізу мереж;
- для оцінки конкурентної позиції підприємства - метод аналізу ієрархій, методи сімейства ELECTRE, метод PRIME.

Необхідність попереднього опису альтернатив ускладнює автоматизацію вирішального правила методу для багаторазового використання. Однак в методі аналізу мереж дане незручність компенсується можливістю використання критеріїв і альтернатив зі взаємною залежністю і зворотним зв'язком. Повна автоматизація оригінального алгоритму оцінки методу PRIME неможлива, оскільки база порівнянь в кожному випадку формується з фактичних значень атрибутів альтернатив. Однак в даному підході після кожного пройденого етапу ОПР може визначати ступінь можливої втрати значущості. Процес оцінки може бути зупинений, коли дане значення досягне бажаного рівня.

Нечіткий логічний висновок - єдиний підхід, що дозволяє реалізувати довільні евристики, що застосовуються експертами ОПР в своїй діяльності. Решта методи використовують різні способи згорток компенсаційного або не компенсаційного характеру.

Неможливість нечіткого представлення вхідних даних і проблема необґрунтованого зміни рангів після представлення нових альтернатив - головні недоліки методу аналізу мереж і аналізу ієрархій. Тому їх слід використовувати переважно в задачах з надійними вхідними даними. Сильні сторони - можливість кількісної оцінки якості альтернатив і використання якісних критеріїв. За допомогою парних порівнянь вдається виявити ваги критеріїв і пріоритети альтернатив навіть якщо експерт не може призначити їм абсолютні оцінки. Дана проблема особливо актуальна для методів ELECTRE і PRIME, в яких застосовуються абсолютні шкали.

Узагальнені характеристики описаних методів представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики використовуваних багатокритеріальних методів прийняття рішень в умовах невизначеності

Характеристика	НЛВ	МAM	MAI	Electre	PRIME
Альтернативи можуть вводитися в розгляд після створення "вирішального правила "	+	-	-	+	-
Дозволяє вирішувати завдання з нечіткою вихідною інформацією	+	-	-	+	+
Присутній проблема необґрунтованого зміни рангів при додаванні нової альтернативи	-	+	+	-	-
Встановлює випадки непорівнянність альтернатив	-	-	-	+	-
Крім відносини порядку визначаються кількісні показники якості альтернатив	+	+	+	-	+
Використовуються абсолютні шкали оцінок	-	-	-	+	+
Допускає взаємну залежність критеріїв	+	+	-	-	-
Має компенсаційний характер	-	+	+	-	+
Використовує логічний висновок	+	-	-	-	-

Таким чином, для цілей оцінки діяльності підприємства найкраще підходить метод нечіткого логічного висновку. Завдання ранжирування альтернатив може вирішуватися в MAM, MAI, PRIME або ELECTRE III. Класифікація альтернатив - в ELECTRE TRI або MAM, MAI, PRIME за умови визначення граничних станів. Прогнозування стану компанії на основі факторів зі взаємною залежністю доцільно здійснювати методом аналізу мереж.

3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

3.1 Визначення принципів побудови системи підтримки прийняття рішень на основі експертних методів

На даний момент розроблено безліч програмного забезпечення, що реалізує ті чи інші методи прийняття рішень. У таблиці 3.1 представлені найбільш відомі прикладні системи і програмні середовища.

Як можна помітити, окремі продукти більш універсальні і дозволяють здійснювати оцінку різними способами (Web-NIPRE, Logical Decisions і ін.). Інші є оболонками і забезпечують аналітика інструментарієм для створення і оптимізації повноцінних експертних систем (FuzzyTECH). Однак інтеграція таких засобів підтримки прийняття рішень в контури управління і інформаційні системи підприємства вимагає вирішення ряду проблем. Вони обумовлені наступними факторами:

- переважно колективним характером діяльності щодо прийняття рішень;
- асинхронність протікання окремих процесів при узгодженнях;
- спільним використанням єдиних сховищ даних інформаційної системи підприємства;
- дублюванням інформації і виникненням протиріч в базах даних і знань різних методів прийняття рішень;
- відсутністю досвіду вибору правильного засоби підтримки прийняття рішень у рядового користувача.

Таблиця 3.1 – Прикладні програми і програмні середовища, що автоматизують розробку і використання багатокритеріальних методів прийняття рішень

Продукт	Виробник	Галузь застосування
FuziCalc	FuziWare	Програмне середовище, орієнтована на електронні таблиці і фінансові програми. Реалізує підхід на основі нечітких множин
FuzzyTECH	Inform Software	Програмне середовище для розробки систем нечіткого логічного висновку
Бизнес-прогноз	Тора-ИнфоЦентр	Оціночні розрахунки результатів управлінських рішень, представлених у формі деревовидних структур
Logical Decisions	Logical Decisions	Багатокритерійна оцінка альтернатив методом аналізу ієрархій або багатокритеріальної теорії корисності
WINPRE	Helsinki University of Technology	Вибір альтернатив в умовах неповної інформації методом дерев рішень та MAI
Web-HIPRE	Helsinki University of Technology	Пакет загального призначення, що підтримує колективне прийняття рішень методами SMART, MAI, MAUT
PRIME Decisions	Helsinki University of Technology	Оцінка і вибір альтернатив при нечіткої вихідної інформації. Використовує дерева рішень
Super Decisions	Expert Choice, Inc	Вибір альтернатив, розподіл ресурсів, управління проектами в умовах взаємної залежності критеріїв і альтернатив методом аналізу мереж
Expert Choice	Expert Choice, Inc.	Розподіл ресурсів, управління проектами за допомогою MAI
ELECTRE III-TRI	University Paris-Dauphine	Багатокритеріальний вибір, ранжування і класифікація альтернатив методами ELECTRE

Переважає більшість прикладних систем орієнтоване на підтримку процесу індивідуального прийняття рішень. При цьому практика одночасної роботи експертів у великих групах поступово замінюється асинхронним взаємодією за допомогою мережевих технологій. Це знімає ряд тимчасових і просторових обмежень, а також економить фінансові ресурси компанії. Інструменти теорії прийняття рішень поступово приводяться у відповідність з груповими методами роботи і здатні вирішувати різні типи завдань. Однак широка доступність породжує проблему вибору оптимального засобу в контексті розв'язуваної задачі.

Виявлені особливості допомогли сформулювати принципові вимоги до сучасних автоматизованих систем підтримки прийняття управлінських рішень підприємства. Технічне забезпечення повинно включати локальні і глобальні комп'ютерні мережі, сервери і робочі станції. Реалізація групового асинхронного процесу прийняття рішень можлива на основі web-технологій, систем електронної пошти і розподілених сховищ даних. При цьому необхідно забезпечити координацію і контроль виконання таких функцій, як оповіщення і розсилка матеріалів учасникам, збір і зберігання результатів опитувань, забезпечення анонімності голосування (якщо потрібно). Процедури адміністрування бази знань призначаються для узгодження думок, висловлених на ході дискусій. Реалізуються основоположні принципи: досягнення консенсусу і агрегування суджень. Однак система повинна працювати і в разі індивідуального прийняття рішень. Адміністратор також ініціює нові обговорення, організовуючи необхідні структури даних. Модульна структура інтелектуальної підсистеми дозволить необмежено нарощувати число підтримуваних методів прийняття рішень.

Спілкування учасників процесу (експертів і адміністратора) відбувається за допомогою інтерфейсних програм. Останні надають можливість роботи в двох режимах: консультацій або придбання знань. У першому випадку користувач повідомляє систему конкретні дані про розв'язуваної задачі для отримання результату оцінки. Користувачі-неспеціалісти звертаються до експертної системи за результатом, ускладнюючи отримати його самостійно. Користувачі-фахівці використовують ЕС для прискорення і полегшення процесу оцінки. У другому

випадку експерт наповнює базу знань, які згодом дозволять ЕС самостійно (без допомоги експерта) вирішувати певні завдання з проблемної області. Реалізувати описується програмне забезпечення краще у вигляді єдиної інтегрованої системи. Тоді не виникне проблема стикування різнорідних технологій і тривалого навчання користувачів. На рисунку 3.1 показана структура автоматизованої системи підтримки прийняття рішень підприємства.

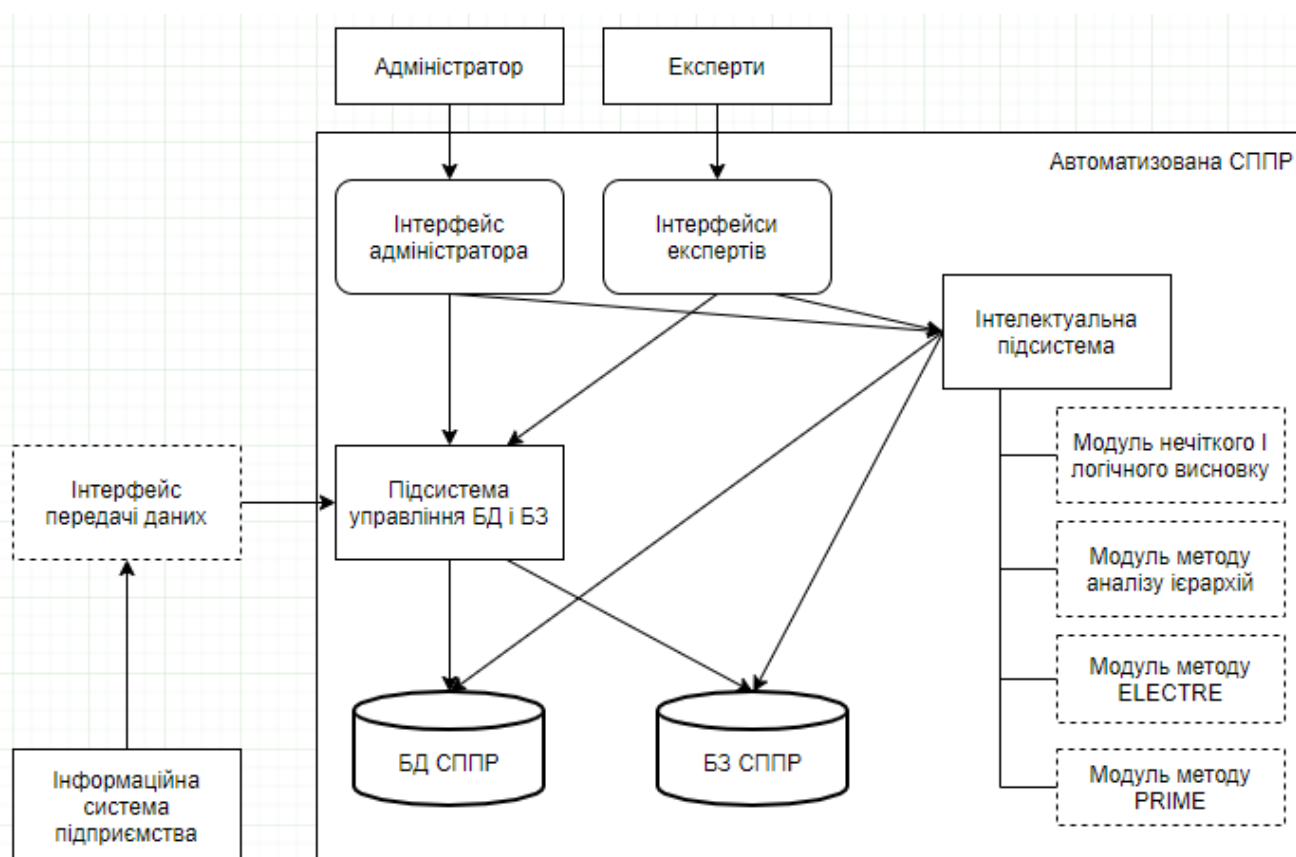


Рисунок 3.1 – Архітектура автоматизованої системи підтримки прийняття рішень підприємства

База даних СППР, на відміну від бази знань, містить загальний опис проблеми, ієрархії критеріїв, результати опитування експертів і їх листування, значення атрибутів альтернатив (отримані з інформаційної системи підприємства або введені безпосередньо адміністратором) і іншу інформацію. Підсистема управління БД і БЗ головним чином дозволяє адміністратору організувати і координувати виконання завдань прийняття рішень. Через неї також здійснюється

доступ експертів в СППР. Використання паролів і розмежування прав доступу адміністратором забезпечує інформаційну безпеку. Інтелектуальна підсистема крім безпосереднього виконання модулів методів допомагає користувачеві вибрати найбільш оптимальний з них.

Для цього аналізується тип проблеми, структура і характер даних завдання, кількість критеріїв, альтернатив тощо. Оцінка може проводитися декількома доступними методами. Інтелектуальна підсистема використовує загальну інформацію з бази даних, узагальнену адміністратором, і формалізовані знання експертів, збережені в базі знань. Взаємодія користувачів з СППР відбувається за допомогою інтерфейсних модулів. Дані з контурів інформаційної системи підприємства надходять в автоматичному режимі або за запитом адміністратора. Вони включають бухгалтерську, фінансову, управлінську інформацію поточного або минулих періодів.

На рисунку 3.2 показана схема реалізації процесу прийняття рішень в автоматизованій СППР. На першому етапі адміністратор, одержавши запит від користувача, визначає групу експертів, які працюють над проблемою. Для них призначаються права доступу, паролі і послідовність опитування (якщо потрібно).

На другому етапі визначається і уточнюється перелік альтернатив. Дана процедура, так само як і наступні два етапи, виконується ітеративно, поки адміністратор не зафіксує досягнення консенсусу або необхідної кількості голосів. Для агрегації колективних оцінок застосовують різні принципи компромісу: егалітаризму, утилітаризму, справедливого компромісу і тощо. Адміністратор усуває надмірність даних, наприклад, якщо зустрічає абсолютно ідентичні варіанти голосування.

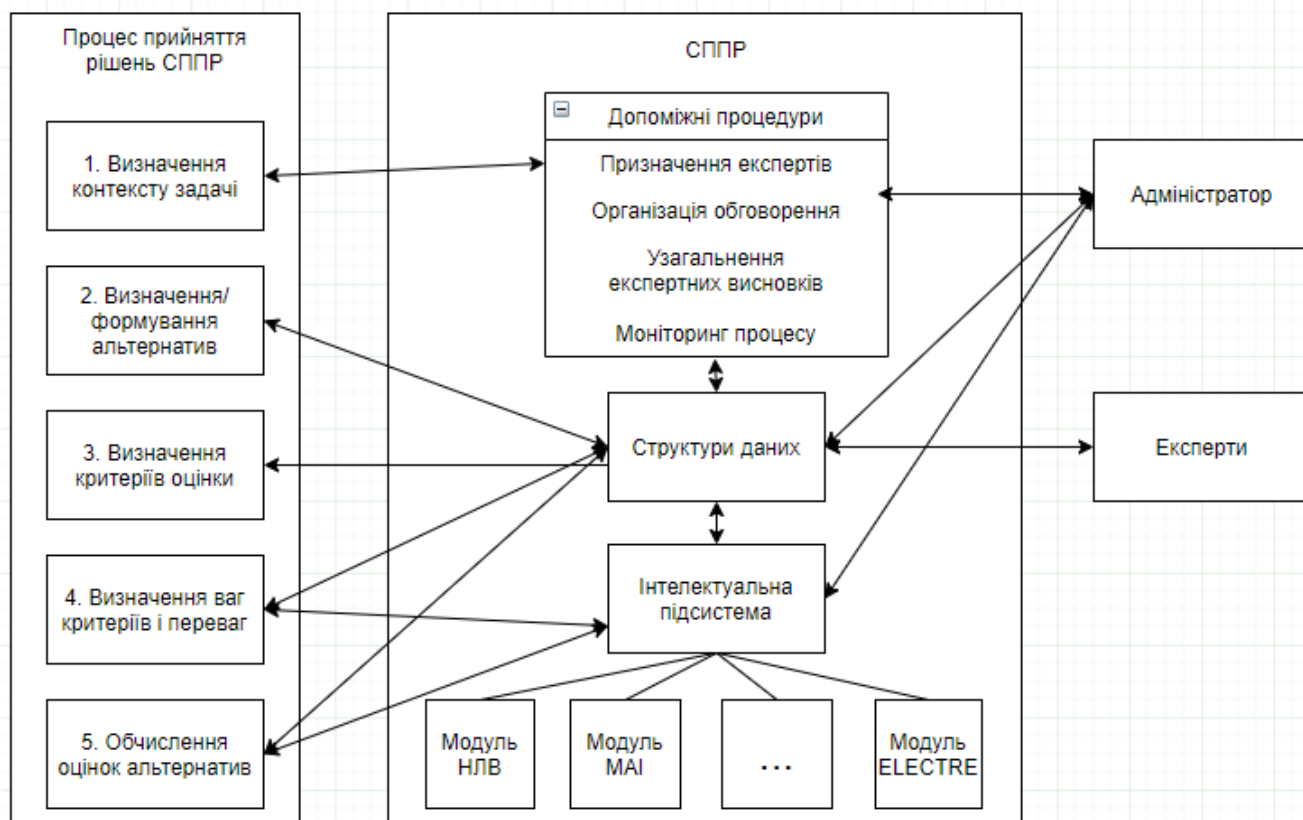


Рисунок 3.2 – Схема реалізації процесу багатокритеріального прийняття рішень за допомогою СПДР

Визначення переліку цілей і критеріїв (етап 3), як правило, відбувається швидше. Пропоновані критерії висловлюють точки зору різних акторів. Тому включення максимального числа варіантів забезпечує більш повне охоплення проблеми. Дискусії можуть виникати з приводу надмірності атрибутів або слабкою їх репрезентативності. На третьому етапі остаточно формується профіль розв'язуваної задачі, і інтелектуальна підсистема підбирає оптимальний метод оцінки. Після чого на четвертому етапі експертам розсилаються стандартні анкети і форми для введення необхідної інформації: підсумкової конфігурації моделі, ваг критеріїв, ступенів переваги альтернатив і тощо.

Ітеративне виконання етапу 4 необхідно при поганій узгодженості або неоднорідності суджень. Якщо професіоналізм експертів сильно різниться – їх думки можуть коригуватися шляхом зважування оцінок.

На етапі 5, коли вся інформація внесена в базу даних і знань, здійснюється розрахунок оцінок альтернатив обраними методами. Призначені для користувача інтерфейси СППР повинні підтримувати виведення результатів в зручному для ОПР форматі: текстовому або графічному.

3.2 Розробка структури загальної та спеціалізованих частин бази даних СППР

При проектуванні структури реляційної бази даних СППР враховувався характер вирішуваних завдань і експертної системи в цілому. Остання призначена для діагностики і моніторингу діяльності підприємства. Однак більшість завдань має статичний характер. Тому що в процесі їх вирішення експертні знання в системі не зазнають змін. Комплексна оцінка (моніторинг) стану підприємства методом нечіткого логічного висновку, по суті, здійснюється в режимі «м'якого» або навіть «псевдореальності» часу. Тобто частіше, ніж відбуваються значні зміни в проблемної області.

Для усунення надмірності даних, що виникає через використання кількох багатокритеріальних методів, і досягнення належної ступеня універсальності БД в складі останньої були визначені загальна і спеціальні частини. Загальна частина БД містить таблиці конфігурації завдання, опису структури джерел аналітичної інформації, користувачів системи і персональних прав доступу (рисунок 3.3).

Найменування і опис характеру розв'язуваної задачі («вибір», «ранжування», «класифікація» і ін.) Зберігаються в таблиці «Завдання». Конфігурації завдань зберігаються відокремлено. У відповідній таблиці введені два спеціальних поля, що дозволяють створювати посилання на компоненти будь-якого типу: залучених експертів, використовуваних методів, аналізованих альтернатив. Для цього в поле «Тип посилання» записується тип компонента завдання, а в «Ключ посилання» - ключ адресата.

нечіткого логічного висновку), «Ступінь приналежності» (метод НЛВ). Таблиця об'єктів порівняння може включати різні види альтернатив - підприємства, періоди діяльності, категорії стану тощо. Від цього залежить спосіб підготовки вихідної інформації для аналізу. Вона зберігається в таблиці «Значення атрибутів». Коли аналізуються тільки внутрішні показники, інформація може запитуватися зі сховищ даних інформаційної системи підприємства. Однак прагнення до універсальності СППР не дозволяє використовувати їх безпосередньо. Завдання з використанням зовнішніх даних вимагають попереднього ручного введення характеристик альтернатив. Таблиця значень атрибутів виконує роль універсального буфера у всіх перерахованих випадках.

Таблиця експертів містить інформацію про учасників процесу прийняття рішень і параметрах доступу в систему. Запис зі значенням поля «П.І.Б.!»», що дорівнює "Всі експерти" ніколи не віддаляється. Її ключ використовується в таблиці підсумків для збереження і пошуку записів, що містять результати колективної оцінки (на відміну від приватних оцінок по експертам).

Спеціальні частини БД СППР складаються з таблиць, що містять експертну інформацію для того чи іншого методу прийняття рішень. Далі представлені структури таблиць для всіх розглянутих підходів: МАМ (рисунок 3.4), PRIME (рисунок 3.5), ELECTRE (рисунок 3.6) і нечіткого логічного висновку (рисунок 3.7).

Як видно з рисунка, окремі таблиці містять зовнішні ключі для встановлення зв'язків з таблицями загальної частини БД. У методі аналізу мереж в загальному випадку проблема має мережеве уявлення. Конфігурація аналітичної мережі зберігається в таблиці «Структура проблеми». Кожен запис відповідає одній парі взаємодіючих елементів проблеми. Вони вибираються з переліку атрибутів, що містяться в таблиці «Структури атрибутів». Слід зауважити, що форми ієрархії показників в МАІ і в описі альтернатив можуть не збігатися.



Рисунок 3.4 – Структура таблиць методу аналізу мереж

Оскільки порівнянню підлягають не тільки елементи, але і кластери мережі, комбінації останніх генеруються автоматично після виявлення всіх зв'язків. Оцінки ступенів переваги компонентів проблеми, призначені конкретним експертом, записуються в таблицю «Парне порівняння». Після опитування всіх учасників автоматично обчислюється усереднене (компромісне) значення оцінок з ключем експерта «1» (відповідає не видаляти системної записи «Всі експерти»). Поле «Номер відповіді» зберігає порядковий номер градації переваги згідно оригінальної шкалою порівнянь (від 1 до 9). Тобто безпосередній прив'язки до того чи іншого її варіанту не відбувається. Перед початком розрахунків власних векторів матриць адміністратор вказує, який шкалою слід скористатися (таблиця «Шкала»). У масиви парних порівнянь, створювані в робочій пам'яті програми, заносяться відповідні значення таблиці «Елемент шкали».

Суперматриці зі зваженими і граничними пріоритетами елементів можуть розраховуватися за запитом ОПР. Якщо така необхідність відсутня - використовуються кінцеві значення якості та ранги альтернатив.

У методі PRIME інтервали значень атрибутів, що піддаються порівнянню, генеруються автоматично до голосування. Для цього формується дерево цілей, що містить цілі та атрибути порівняння. Проводиться оцінка важливості елементів

дерева. Мінімальні і максимальні значення ваг записуються у відповідні поля таблиці (рисунок 3.5).

Потім здійснюється вибірка неоднакових варіантів значень розглянутих атрибутів з таблиці описів альтернатив. Проводиться ранжування отриманих примірників у напрямку зниження корисності. Ранг кожного варіанта зберігається в однойменному полі таблиці «Варіант значення». Далі згідно із зазначеним адміністратором способу генерації послідовностей отримують порівнювані комбінації інтервалів. Отримані послідовності зберігаються в таблиці «Порівняння інтервалів» і пред'являються експертам. Мінімальні і максимальні значення переваг записуються в однойменні поля.

Допоміжні процедури модуля повинні перевірити несуперечність і достатність отриманих описів. Відсутність коштів побудови функцій корисності кількісних показників може спровокувати порушення узгодженості суджень експертів.

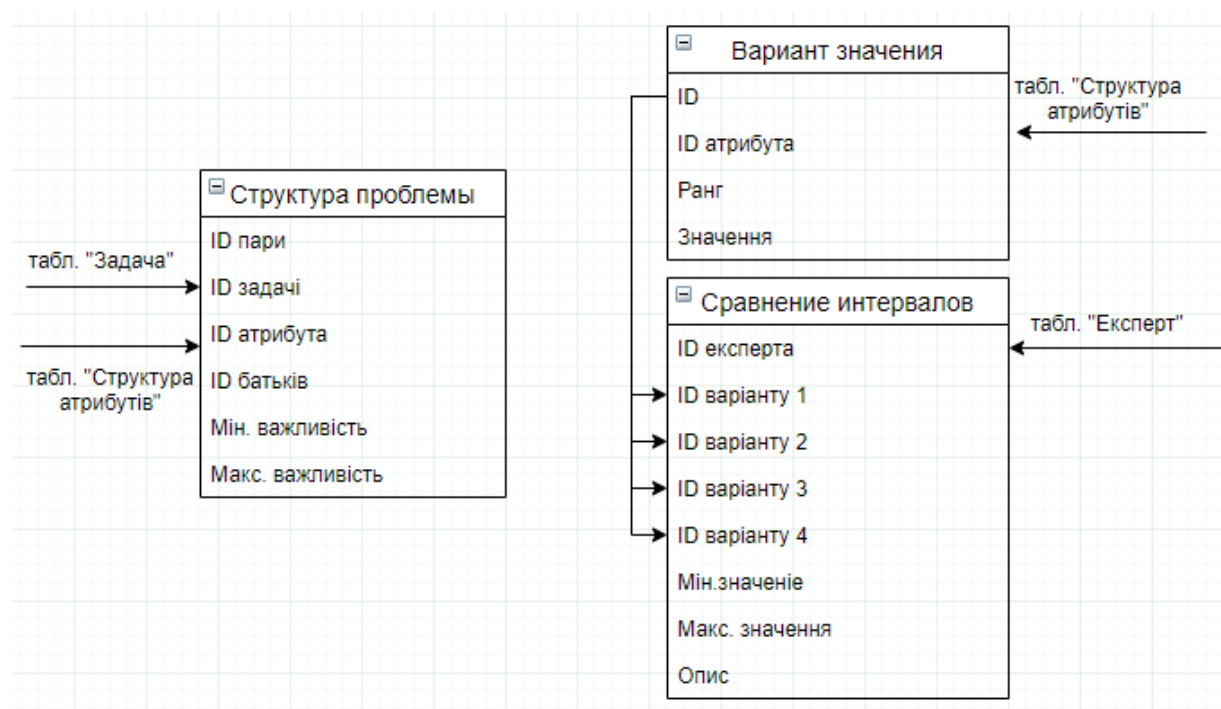


Рисунок 3.5 – Структура таблиць методу PRIME

Через подібність методів ELECTRE III і ELECTRE TRI, для них була розроблена загальна база даних.

У режимі роботи ELECTRE III використовуються тільки таблиці структури моделі і параметрів переваги. Учасники голосування призначають ваги критеріям і порогові рівні байдужості, зверхності і вето. Оскільки вони єдині для всіх альтернатив, полю «Ключ профілю» присвоюється неіснуюче значення. Адміністратор системи встановлює рівень відсікання λ , згідно з яким буде проводиться попереднє висхідний і спадний ранжування. Результатом роботи методу є ранги альтернатив. Вони зберігаються в поле «Ранг об'єкта» розглянутої раніше таблиці «Результати оцінки».

Для методу ELECTRE TRI необхідно описати профілі категорій і параметри переваги кожного з них. На відміну від об'єктів порівняння, значення атрибутів профілів зберігаються в базі даних методу. Таблиця також містить поле "Ключ експерта", оскільки підсумкові параметри можуть встановлюватися на основі ітераційного узгодження приватних думок експертів. Процедура перевірки узгодженості суджень в автоматичному режимі виявляє помилки в описах класів альтернатив. Якщо всі помилки усунуті система видає висновки відповідно до алгоритму виведення, зазначеним адміністратором (оптимістичним або песимістичним).

Зберігання проміжних результатів не передбачено. Як правило, користувач експертної системи працює в режимі консультацій і не володіє необхідними знаннями для інтерпретації проміжних даних. Матриці згоди, незгоди і правдоподібності можуть генеруватися за запитом і відображатися в екранних формах або на паперових носіях.

Структура бази даних методу нечіткого логічного висновку відрізняється більшою складністю.

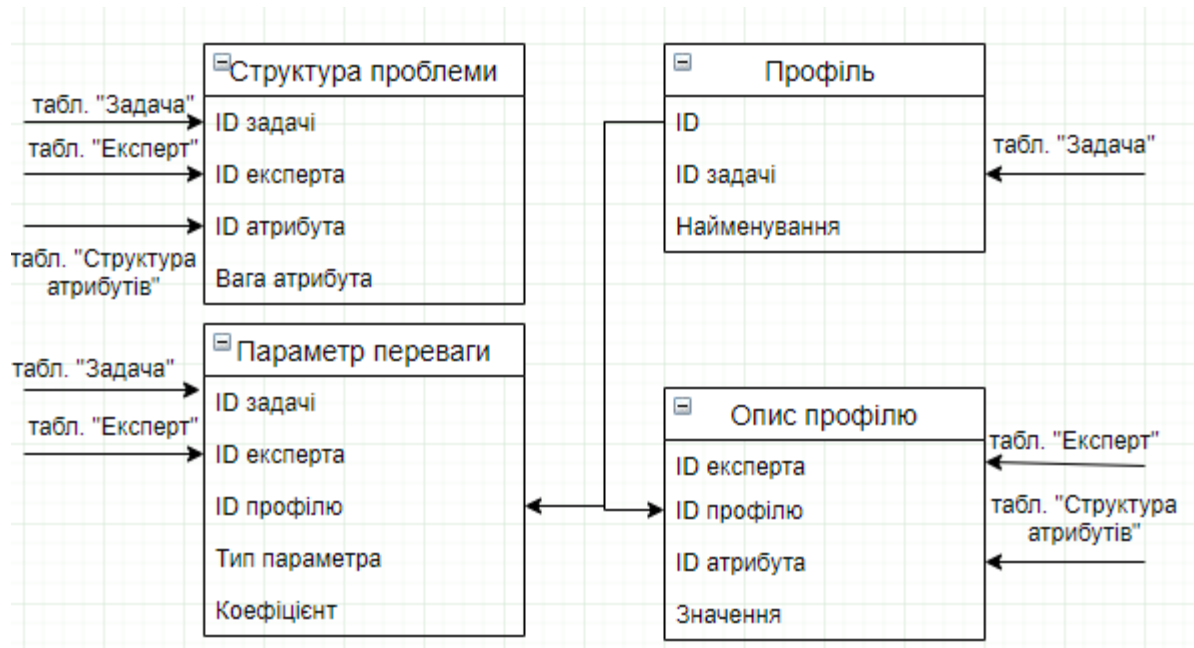


Рисунок 3.6 – Структура таблиць методів ELECTRE

Модель виведення включає лінгвістичні змінні і правила, послідовно з'єднані один з одним. У таблиці «Конфігурація моделі» зберігаються зв'язки виду «правило-змінна». Цього достатньо, щоб повністю відновити мережу міркувань, оскільки правила і змінні обов'язково перемежуються. В поле «Тип змінної» вказується, вхідні це змінна або вихідна. Для звернення до них в межах антецедентів і консеквента використовуються значення поля «Номер п / д».

Кожному правилу в однойменній таблиці зіставлені оператори двох видів: для вхідний і вихідний агрегації. В ході роботи інтелектуальної підсистеми тіло будь-якого правила може бути відновлено з таблиці «Реалізація правила». За полями ключа і відносної важливості слідує дві групи полів: елементів антецедента і елементів консеквента. Як їх вмісту виступають ключі записів з таблиці термів.

Кожній лінгвістичній змінній призначений один з атрибутів альтернатив. В поле «Вид» вказується, чи є дана змінна вхідний, проміжної або вихідний. Мінімальна і максимальна значення області визначення змінної використовуються

при побудові функцій належності. В поле «Метод» зберігається назва алгоритму дефазифікації для вихідних змінних.

Можливість визначення лінгвістичних змінних функціями належності довільної форми вимагає виділення в них таких елементарних частин, як терми і сегменти термів. Сегменти описуються мінімальним і максимальним значеннями по осі абсцис і видом функціональної залежності. Для опису характеру зміни ступеня приналежності нечіткій множині зі зміною значень атрибута можуть використовуватися різні елементарні функції. Сегмент терма, вироджений в точку, має збігаються значення кордонів визначення і будь-яку форму залежності.

Мінімальний набір допоміжних засобів модуля нечіткого логічного висновку повинен забезпечувати: автоматичну генерацію повного безлічі варіантів правил; усунення випадків дублювання знань; визначення стандартних видів функцій приналежності за замовчуванням.

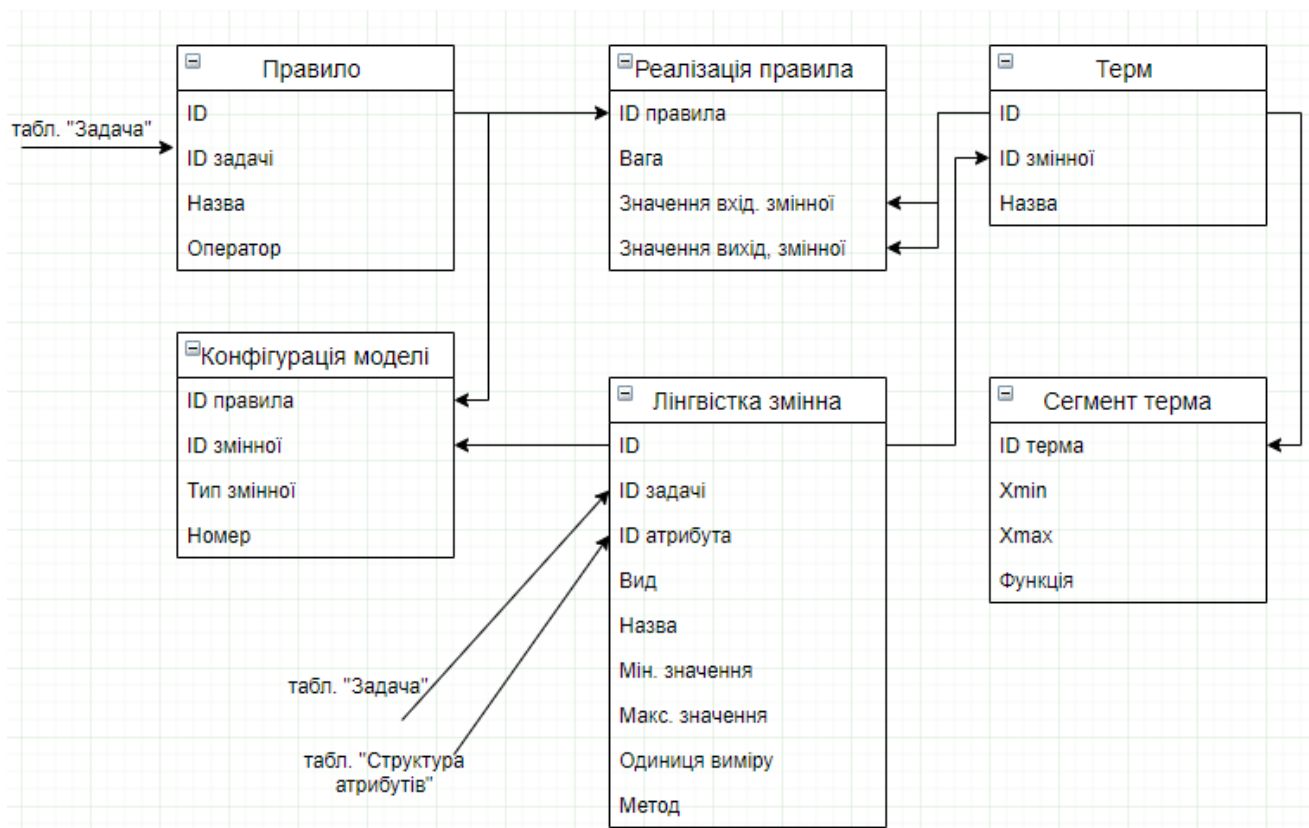


Рисунок 3.6 – Структура таблиць методу нечіткого логічного висновку

3.3 Розробка узагальненої функціональної моделі СППР

Для розробки узагальненої функціональної моделі СППР в розглянутих методах були проаналізовані загальні та специфічні етапи виконання. Як видно з рисунка 3.8, результат представлений у вигляді орієнтованого графа. Кожна вершина відповідає логічно закінченою процедурою, яка реалізується в системі у вигляді самостійної підпрограми. Орієнтовані ребра графа показують напрямок передачі інформації і переходу від однієї процедури до іншої. Можливі ситуації вибору (коли користувач викликає один з методів вирішення задачі). Або розгалуження процесів, пов'язане з перевіркою логічних умов.

Робота системи починається з активізації інтерфейсних модулів користувачів і виклику списків, введених раніше альтернатив, завдань і методів. Вихід можливий у міру логічного завершення будь-якого з етапів. Підтримка асинхронного взаємодії учасників процесу прийняття рішень дозволяє продовжити роботу над завданням в будь-який зручний час, якщо не перевищено його ліміт, встановлений адміністратором. Нижче наведено опис основних процедур методів. Місце конкретної процедури в графі визначається її порядковим номером у списку:

1. Введення / редагування описів альтернатив.
2. Введення / редагування цілей і критеріїв завдання.
3. Автоматичний вибір методів рішення інтелектуальної підсистемою.
4. Вибірка даних з інформаційної системи підприємства. До методу аналізу мереж (ієрархій):
5. Ініціалізація модуля МАС (визначення внутрішніх змінних, відкриття службових файлів, підключення динамічних бібліотек тощо).
6. Введення і редагування мережевий або ієрархічної моделі проблеми.
7. Введення / редагування матриць парних порівнянь.
8. Розрахунок правих власних векторів матриць.
9. Розрахунок індексів і відносин узгодженості.
10. формування суперматриці.
11. Розрахунок зваженої суперматриці.

12. Розрахунок граничної суперматриці.
13. Синтез вектора пріоритетів альтернатив при ієрархічному поданні проблеми.
14. Аналіз чутливості моделі. До методу нечіткого логічного висновку:
15. Ініціалізація модуля методу НЛВ (визначення внутрішніх змінних, відкриття службових файлів, динамічних бібліотек тощо).
16. Введення і редагування конфігурації мережі міркувань.
17. Введення установок вхідних, проміжних і вихідних змінних (граничних значень, методу дефазифікації тощо).
18. Опис функцій приналежності лінгвістичних змінних.
19. Введення установок логічних правил (операторів агрегації і ін.)
20. Введення логічних правил (формування антецедентів і консеквента, вказівка коефіцієнтів важливості).
21. Протоколювання ходу виведення.
22. Фазифікація вхідних даних.
23. Здійснення нечіткого логічного висновку.
24. Дефазифікація.
25. Аналіз чутливості моделі. До методу PRIME:
26. Ініціалізація модуля методу PRIME (визначення внутрішніх змінних, відкриття службових файлів, динамічних бібліотек тощо).
27. Організація компонентів завдання в дерево цілей.
28. Введення ваг цілей і атрибутів методом "зверху-вниз".
29. Введення ваг цілей і атрибутів методом "знизу-вгору".
30. Впорядкування значень атрибутів у напрямку зниження корисності.
31. Введення ступенів переваги порівнюваних інтервалів (способом "послідовних інтервалів", "двох інтервалів" і ін.).
32. Розрахунок інтервальних оцінок альтернатив.
33. Розрахунок матриці домінування.
34. Виявлення домінування альтернатив за допомогою логічних правил (мінтах, шахтах та ін.).

35. Аналіз чутливості моделі. До методу ELECTRE III:
 36. Ініціалізація модуля методу ELECTRE III (визначення внутрішніх змінних, відкриття службових файлів, динамічних бібліотек тощо).
 37. Відбір критеріїв для оцінки.
 38. Введення ваг (важливості) критеріїв.
 39. Введення установок переваги (байдужості, зверхності і вето).
 40. Розрахунок окремих індексів згоди.
 41. Розрахунок загальних індексів згоди.
 42. Розрахунок окремих індексів незгоди.
 43. Розрахунок індексів правдоподібності.
 44. Усунення нечіткості у відносинах переваги.
 45. Попереднє спадний ранжування.
 46. Попереднє висхідний ранжирування.
 47. Формування підсумкової послідовності альтернатив.
 48. Аналіз чутливості моделі. До методу ELECTRE TRI:
 49. Ініціалізація модуля методу ELECTRE TRI (визначення внутрішніх змінних, відкриття службових файлів тощо).
 50. Визначення значень атрибутів профілів.
 51. Визначення типів відносин переваги профілів з альтернативами.
 52. Песимістична класифікація альтернатив.
 53. Оптимістична класифікація альтернатив.
 54. Аналіз чутливості моделі.
- Завершення роботи з програмою:
55. Візуалізація результатів оцінки різними методами.
 56. Друк звітів.
 57. Збереження оточення завдання в БД і БЗ і вихід з системи.

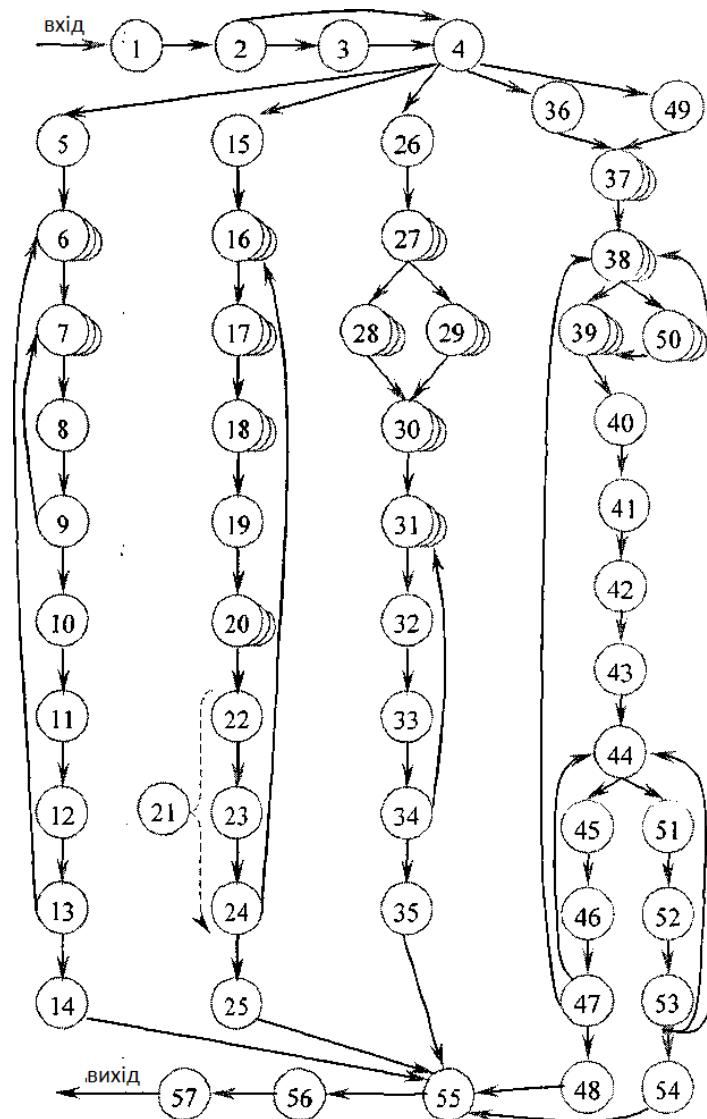



Рисунок 3.8 – Узагальнена функціональна модель СППР на основі багатокритеріальних методів прийняття рішень в умовах невизначеності

Вершини графа виду  означають процедури введення інформації, які можуть виконуватися багаторазово, в залежності від числа учасників голосування. У вузлах (6, 16, 27, 37) експерти доповнюють загальні структури моделей методів у відповідності зі своїми компетенціями (наприклад, по функціональним областям). Можлива також спільна робота з однією і тією ж областю проблеми. При створенні ієрархій, дерев цілей і використовуються дані про альтернативи, введені раніше, за допомогою інтерфейсу БД.

Зворотні переходи від останніх процедур до початкових виконуються при необхідності уточнення моделі в цілому. У методах МАМ і МАІ матриці парних порівнянь коригуються повторно, якщо розрахунок індексів узгодженості дав незадовільний результат. Перехід (9-7) активується також, якщо після порівняння елементів потрібно порівняти між собою їх кластери. Алгоритм процедури (7) універсальний, а той чи інший випадок визначається за допомогою передачі відповідних параметрів.

У методі PRIME розгалуження (27-28,29) означає вибір користувачами того чи іншого способу вказівки ваг критеріїв. Повернення для уточнення суджень (34-31) відбувається не до початку ланцюжка, а до етапу кількісної оцінки переваг. Вихід з циклу відбувається, коли ступінь можливої втрати значущості стає прийнятною.

Методи ELECTRE в основному використовують єдині процедури. Розрізняються останні етапи (45-47 і 51-53). У ELECTRE TRI додатково описуються профілі категорій (50). Після цього призначення параметрів переваги (39) проводиться в циклі відповідно до числа профілів. Повернення при калібрування моделі може відбуватися до етапу визначення ваг критеріїв або визначення рівня відсікання λ . При нечіткому логічному висновку протоколювання ходу міркувань (21) відбувається паралельно процедурам фазифікація, власне виведення і дефазифікації (22-24).

Як показав аналіз функціональної моделі, чітке розрізнення режимів придбання знань і консультацій можливо тільки для класу методів ELECTRE і нечіткого логічного висновку. У методах PRIME, МАМ і МАІ представлення нових альтернатив пов'язано з необхідністю додаткового їх порівняння щодо критеріїв найближчих рівнів. Навіть якщо число останніх невелика, така процедура відноситься до режиму набуття знань і повинна виконуватися експертами. Усунути описану проблему можна двома способами. По-перше, експерти можуть провести оцінку як можна більшого числа альтернатив заздалегідь. Але такий підхід неприйнятний в задачах моніторингу бізнес-процесів, гак як кількість потенційних станів системи нескінченно. По-друге, в МАМ і МАІ можна застосувати метод

стандартів [27], в якому виявляються типові для більшості альтернатив рівні якості за критеріями. Отримані в результаті синтезу пріоритети стандартів ставляться у відповідність знову подаються альтернативам. Тоді синтез значень якості останніх здійснюється без додаткового аналізу.

Забезпечити підтримку режиму консультацій в методі PRIME можливо тільки при використанні функцій корисності. Тоді верхню і нижню межі переваг алгоритм визначить автоматично, без втручання користувача.

Зазначені обмеження актуальні лише для некваліфікованих користувачів. Застосування СППР експертами можливо з будь-якими методами і в будь-якому випадку істотно спрощує процес прийняття рішень за рахунок повної або часткової автоматизації виконання його етапів.

4 РОЗРОБКА МЕТОДИК І АЛГОРИТМІВ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

4.1 Формування складу показників і обґрунтування структури моделі комплексної оцінки підприємства

В рамках запропонованого підходу оцінка результатів реалізації стратегії підприємства проводиться за ключовими характеристиками основних сфер діяльності підприємства: ринкової, виробничої, кадрової і фінансової. До кожного з відбираючихся ключових факторів пред'являлися наступні вимоги:

- надавати безпосередній і вирішальне значення на оцінювані інтегральні показники;
- мати досить широкий характер;
- в сукупності з іншими факторами, включеними в модель, характеризувати ту чи іншу інтегральну властивість системи не менш ніж на 80%;
- спонукати підприємство до задоволення цілого комплексу збалансованих інтересів в рамках обраної стратегії.

Остання умова крім підвищення якості управлінських рішень ускладнює штучне поліпшення показників. У той же час системний погляд на діяльність компанії допомагає розрізняти ситуації, коли відхилення параметрів функціонування від нормативних рівнів пов'язані з реалізацією довгострокових програм розвитку, які потребують мобілізації істотних резервів в короткостроковому періоді.

В результаті була досягнута необхідна універсальність моделі, знижена трудомісткість її обслуговування, забезпечена легкість інтерпретації результатів при збереженні практичної цінності. Представлені вище визначення трьох використовуваних критеріїв - потенціалу, стійкості та ефективності, лежать в основі класифікації показників, що характеризують різні функціональні сфери (виробництво, фінанси, маркетинг).

Коефіцієнти, що характеризують потенціал, повинні описувати максимальні можливості, сукупні силові здатності підприємства в тій чи іншій області. У сфері фінансів – це можливості щодо забезпечення обіговими коштами поточного виробничого процесу, кредитними ресурсами – інвестиційних проектів. Для виробництва – це максимальна величина оптимального обсягу випуску при розумній завантаженні потужностей і грамотному застосуванні впровадженої технології. Для ринкової діяльності – можливості збуту продукції на рівні планової виробничої потужності підприємства. Взаємна відповідність потенціалів всіх трьох функціональних сфер гарантує безперебійну роботу компанії, проте не свідчать про її ефективності або ступеня стійкості в довгостроковому періоді.

Показники стійкості характеризують ступінь гнучкості і пристосовуваність підприємства, здатність функціонувати в непередбачених обставин. Зазвичай дані вимоги відповідають показники кратності запасу, резерву потенціалу в тій чи іншій сфері підприємства. Вони співвідносять готівковий потенціал з прийнятим критичним рівнем, або показують кількість періодів до повного вичерпання ресурсу. Але деякі показники стійкості характеризують можливості перемикання на альтернативні джерела постачання або схеми використання ресурсів підприємства.

Аналіз стійкості на ту чи іншу дату дозволяє відповісти на питання: наскільки правильно підприємство управляло ресурсним потенціалом протягом періоду, що передував цій даті. Недостатня стійкість може спричинити серйозні порушення в роботі підприємства при несприятливих зовнішніх умовах. З іншого боку, зайва стійкість, що досягається залученням більшого обсягу коштів, означає нерациональне їх використання. У кожному разі оцінка необхідного рівня стійкості повинна спиратися на галузеву і загальноекономічну інформацію.

Ефективність в різних функціональних сферах визначається або результативністю використання потенціалу відповідного виду ресурсу, або як ступінь його збільшення і готівкового резерву.

У додатку А (таблиця А.1) представлений повний перелік показників моделі з коротким описом їх вкладу в оцінку зазначеної функціональної сфери підприємства по одному з критеріїв.

При експертній оцінці технологічної спроможності слід враховувати проведення або відсутність в даний момент процесів модернізації виробництва. Дати якісну характеристику поточної виробничої потужності дозволяє її порівняння з розрахунковими значеннями точок беззбитковості і досягнення максимального ефекту масштабу.

Рівень потенціалу співробітників будь-якого профілю визначається на основі рівня їх професійних і особистісних якостей і загального рівня мотивації. Оцінка професійних та особистісних якостей співробітників різних функціональних сфер спочатку проводиться по найбільш значущим критеріям на бальною основі [28]. Були виділені 18 головних критеріїв, в зв'язку з чим область визначення функцій приналежності обмежена цілими невід'ємними значеннями до 18 включно. Для відображення специфіки трудової діяльності в різних функціональних сферах підприємства, відносна важливість конкретних груп якостей варіюється.

Оцінка рівня мотивації проводиться експертно, виходячи зі ступеня прояву її головних складових: матеріальної зацікавленості, можливостей просування по службі і творчості, впливу колективу, присутності інтересу і відчуття причетності до долі організації. Незважаючи на те, що система мотиваційних чинників на підприємстві в основному пов'язана з витратами на заробітну плату і соціальний пакет, навіть в умовах тимчасової затримки оплати праці рівень мотивації може залишатися високим.

Залежно від типу ринку частка компанії на ньому може варіювати від мізерно малою до 100%-вої величини. Головним критерієм силової здатності маркетингового підрозділу є здатність реалізувати продукцію в обсязі поточної потужності виробництва, що найкраще відображає співвідношення "фізичний попит на продукцію / виробнича потужність". У разі розширення виробництва і збереження колишнього рівня попиту цей показник сигналізує про недостатній рівень ринкового потенціалу, в той час як частка ринку може змінюватися в

довільному напрямку в результаті дії безлічі зовнішніх факторів. Однак для оцінки його реалізованого комплексу маркетингу і реакції на зміни ємності ринку був запропонований показник «Зміна ємності ринку».

Репутація фірми є важливим фактором тоді, коли в результаті кризи падає частка ринку, обсяг реалізованої продукції тощо. Фірмі з відомим ім'ям легше відновити діяльність на старих ринках або освоювати нові, ніж новоствореному підприємству.

Модель, реалізована у вигляді комп'ютерної системи, повинна бути досить універсальною, щоб робити правильні висновки для підприємств різного профілю і розмірів.

Оскільки під фінансовим потенціалом маються на увазі сукупні здібності підприємства щодо фінансового забезпечення поточної діяльності, в даний блок виведення включені як готівкові власні і позикові кошти, так і оцінка можливості залучення додаткових ресурсів. Коефіцієнт поточної ліквідності в достатній мірі відображає фінансову стійкість підприємства.

4.2 Розробка моделі комплексної оцінки діяльності підприємства на основі нечіткого логічного висновку

Пошуку і дослідженню існуючих засобів математичної і комп'ютерної реалізації комплексної оцінки підприємства передували аналіз її характерних рис. Були зроблені наступні висновки. У комплексній оцінці беруть участь як кількісні, так і якісні характеристики. Широко використовуються лінгвістичні описи інтенсивності прояви, ступеня задовільності і ступеня важливості того чи іншого показника. Заключним етапом оцінки є логічний висновок узагальненого висновку. Зазначеним особливостям базової методики оцінки добре відповідає метод нечіткого логічного висновку. В контексті даної задачі цей інструмент теорії нечітких множин має низку переваг у порівнянні з іншими методами теорії прийняття рішень і здатний розширити функціональність кількісних підходів:

- вихідні показники можуть задаватися як точковими значеннями, так і лінгвістичними оцінками;
- для вказівки важливості коефіцієнтів і ступеня відповідності нормативним рівням використовуються звичні для експертів якісні характеристики;
- евристичний підхід представляє широкі можливості для генерації узагальнюючих експертних висновків;
- серед інших нечітких методів нечіткий логічний висновок володіє найбільшою стійкістю.

Конфігурація розробленої моделі комплексної оцінки діяльності підприємства на основі нечіткого логічного висновку представлена в додатку А (рисунок А.1). Число вхідних змінних - 48, вихідних змінних - 30, блоків правил- 30. Приклад набору правил, що визначають рівень кадрового забезпечення, представлений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Блок нечітких логічних правил оцінки кадрового забезпечення

ЯКЩО				ТОДІ	
Доступність кадрових ресурсів	Оборот по прийому / вибуття	Потенціал співробітників	Рівень мотивації співробітників	Ст.ув.	Кадрове забезпечення
1	2	3	4	5	6
		критич.		1.00	критич.
		низький		1.00	низький
		середній		1.00	середній
		високий		1.00	високий
		дуж. високий		1.00	дуж.високий

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
надлишок	зниження		високий	0.80	дуж.високий
надлишок	зниження		середній	0.80	високий
надлишок	зниження		низький	0.80	середній
задов.	зниження		високий	0.80	високий
задов.	зниження		середній	0.80	середній
задов.	зниження		низький	0.80	низький
дефіцит	зниження		високий	0.80	середній
дефіцит	зниження		середній	0.80	високий
дефіцит	зниження		низький	0.80	дуж.високий

Кожній з характеристик, включених в модель, була порівняна однойменна вхідні лінгвістична змінна. Для кількісних показників визначені функції приналежності нечітких множин, що відповідають поняттям «низький», «середній», «високий» рівень значень. При необхідності використовувалися інші варіанти назв, найкращим чином відповідні оцінюваного аспекту діяльності.

Якісні характеристики описуються словесно: «високий рівень мотивації», «дефіцит працівників виробничих спеціальностей», «широка ступінь популярності компанії» і тощо. Для подання їх в нечіткому вигляді на кожен варіант значень створений терм, якому відповідало би єдине точкове значення ступеня приналежності нечіткій підмножині. Наприклад, у лінгвістичної змінної «рівень мотивації співробітників» можуть бути активовані терми «високий» і «середній» зі ступенями впевненості 0,7 та 0,3 відповідно.

Визначення термів лінгвістичних змінних проміжних і підсумкових оцінок - одна з найбільш серйозних проблем [29]. Пропонована в [1] форма функцій приналежності вихідних змінних не цілком відображає логіку експертного оцінювання та подання знань. По-перше, природно припустити, що найгірша, мінімально можлива чітка оцінка стану підприємства дорівнює 0, а найкраща - 1. Проте в даній роботі при будь-якому алгоритмі дефазифікації чітке значення

вихідної змінної не опускається нижче точки середини максимумів терма «Граничне неблагополуччя», при тому, що всі терми визначені на інтервалі $[0; 1]$ і не є вираженими. По-друге, в разі ідентичною активації двох сусідніх термів збігається форми, фахівець встановлює чітке значення підсумкової оцінки рівно посередині їх максимумів. Однак запропонована форма крайніх негативних і позитивних функцій приналежності призводить до зміщення чіткого значення змінної в подібних випадках. По-третє, прагнення вирівняти площі термів без копіювання їх форми не усуває вищеназваних проблем, а породжує їх. Нарешті, використання термів трапецієподібної форми ставить перед експертами складну задачу вибору і обґрунтування пропорцій окремих відрізків функції приналежності.

З урахуванням виявлених недоліків при розробці терм-множин проміжних і вихідних змінних доцільно:

- використовувати симетричні якісні шкали з нейтральними за змістом середніми значеннями;
- для різних категорій застосовувати однакові терми правильної трикутної форми;
- встановлювати область визначення функцій приналежності таким чином, щоб максимуми крайніх негативних і позитивних термів знаходилися в точках 0 і 1 відповідно;
- визначати положення термів таким чином, щоб в будь-якій точці області визначення сума значень двох сусідніх функцій приналежності дорівнювала одиниці;
- забезпечувати зростання позитивної оцінки показників з ростом значень останніх.

Дані правила дозволяють: забезпечити однорідність шкали значень показника; відобразити рівну важливість негативних і позитивних оцінок, полегшити сприйняття і формалізацію знань експертів; забезпечити рівномірність зміни дефазифіцированих значень вихідних змінних.

У ряді випадків значення показників є оптимальними лише на обмеженому інтервалі. Відповідно їх терм-множини включають кілька функцій приналежності до поняття «незадовільний значення». Для вхідних змінних терми найчастіше визначаються нерівномірно, щоб збільшити роздільну здатність поблизу критичних значень показників. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідну чутливість моделі.

Досліджені підходи, засновані на нечітких методах, не використовують нечіткого логічного висновку. Точніше реалізують лише одну приватну схему визначення підсумкових показників. Відповідно до неї число градацій якісних шкал вхідних і вихідних змінних збігаються. А між однойменними термами останньої і термами вихідних змінних встановлено взаємно однозначна відповідність. Тобто реалізувати подібні моделі можна за допомогою безлічі нечітких правил з одним елементом в антецеденте і одним в консеквенті, при збігу їх якісних смислів. Чітке значення вихідної змінної визначають компромісним шляхом, за алгоритмом "Центр максимумів".

У зв'язку з цим в описаних методиках неможливо або важко реалізувати наступні евристики предметної області:

- на основі правил з декількома елементами в антецеденті, коли підсумкова оцінка (терм) встановлюється експертом вже на етапі формулювання нечіткого правила, а не в процесі дефазифікації;
- коли підсумковий показник отримує крайню негативну оцінку, якщо хоча б 1 з вихідних показників має низьке значення;
- коли окремі показники допоміжного характеру коригують результати виведення лише при низьких власних значеннях і не впливають на нього в інших випадках;
- використання максимального числа якісних градацій шкали вихідної змінної, якщо шкали вихідних змінні менш докладні.

У розробленій моделі враховані недоліки досліджених методик. Правила визначення значень підсумкових представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Правила визначення значень підсумкових змінних

Загальна якісна оцінка	Якісні оцінки в розрізі функціональних сфер або критеріїв стану
Дуже високий	Переважає значень «дуже високий», при значеннях «високий» у інших показників
Високий	Переважає оцінок «високий» за відсутності значень нижче середнього. А також наявність середніх значень при переважанні високих або дуже високих оцінок
Середній	Переважає значень «середній» за відсутності оцінок нижче середнього
Низький	Наявність хоча б одного значення «низький» при відсутності «дуже низький»
Дуже низький (критичний)	Наявність хоча б одного значення «дуже низький» («критичний»).

Для визначення найбільш ефективного способу реалізації описуваного підходу був досліджений характер існуючих алгоритмів дефазифікації. В результаті в якості робочого прийнятий алгоритм «Центр тяжкості» (CoA - Center-of-Area) [30]. У таблиці 4.3 представлений приклад комбінованого алгоритму підсумкового висновку, запозичений зі створеної моделі: якщо будь-які вхідні змінні приймають значення нижче норми - вихідна змінна приймає значення найгіршою з них. В іншому випадку загальна оцінка будується за сукупністю рівнів вихідних показників з включенням декількох атрибутів в антецедент нечіткого правила.

Таблиця 4.3 – Приклад реалізації комбінованого алгоритму виведення оцінки

ЯКЩО				ТОДІ
Технічна спроможність	Технологічна спроможність	Забезпеченість сировиною	Кадровий потенціал	Виробничий потенціал
висока	висока	достатня	високий	дуже високий
висока	висока	достатня	середній	дуже високий
висока	висока	задовільна	високий	дуже високий
висока	висока	задовільна	середній	високий
середня	висока	достатня	високий	дуже високий
середня	висока	достатня	середній	високий
середня	середня	задовільна	високий	низький
середня	середня	задовільна	середній	низький
низька	будь-яка	будь-яка	будь-який	дуже низький
будь-яка	будь-яка	будь-яка	низький	дуже низький

Інші алгоритми реалізуються в такий спосіб:

– алгоритм «за сукупністю значень всіх показників, з можливістю варіювання відносними ступенями їх важливості» - за допомогою комбінацій всіх вихідних змінних із зазначенням ступеня відносної важливості нечітких правил;

– алгоритм «за найгіршим показником» - для кожного терма вхідних змінних створюється правило, містить даний терм в якості єдиного елемента антецедента. У консеквента вказується терм вихідної змінної, семантично відповідний антецеденту).

Після вибору алгоритму дефазифікації було проведено дослідження впливу застосування різних нечітких операторів на результати роботи моделі. Зокрема, конфігурація модуля нечіткого логічного висновку допускає застосування наступних операторів. На етапі вхідний агрегації, для визначення ступеня виконання умовної частини правила: мінімум-максимум; мінімум-середнє; гамма-оператор.

На етапі результуючої агрегації узагальнення піддаються ступеня виконання всіх правил з однаковим консеквентом. При цьому використовують оператор взяття максимуму або підсумовування з межею, що дорівнює одиниці. У першому випадку терм вихідної змінної вважається активованим з рівнем, рівним максимальному ступені виконання з усіх спрацювали правил. У другому випадку ступеня виконання правил конкретного терма підсумовуються, але з обмеженням зверху, рівним одиниці.

Оскільки компенсаційні алгоритми не відповідали евристикам предметної області, аналізу піддалися максиміна і гамма-оператори з параметрами x та y , рівними нулю. Були проаналізовані чотири комбінації операторів вхідний і вихідний агрегації: мінімаксний - максимум, мінімаксний - обмежена сума, гамма - максимум і гамма - обмежена сума. На рисунку 4.1 представлені результати роботи моделі нечіткого логічного висновку в кожному з варіантів. Перераховані комбінації на графіках мають позначення (MIN, MAX) + (CoA), (MIN, BSUM) + (CoA), (PROD, MAX) + (CoA) і (PROD, BSUM) + (CoA) відповідно.

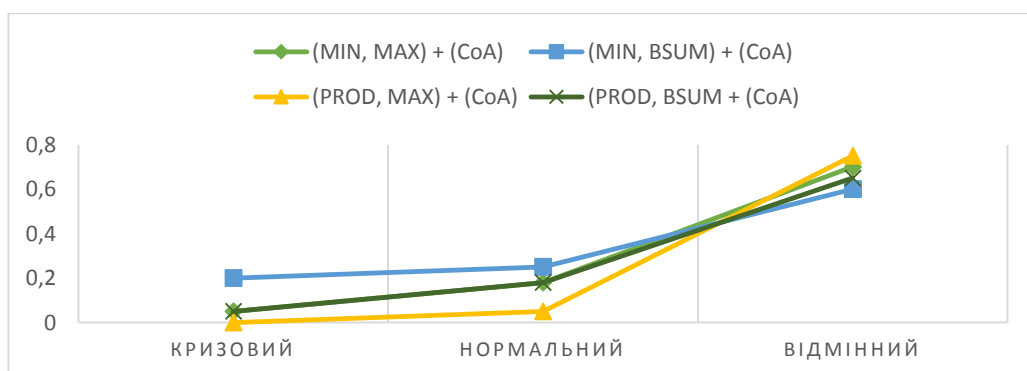


Рисунок 4.1 – Залежність результатів нечіткого логічного висновку від комбінації використовуваних нечітких операторів агрегації

На основі наведеного порівняння було зроблено висновок про ступінь чутливості методу. Зокрема, на графіках чітко видно, що незалежно від виду застосовуваних операторів порядкове і кількісне співвідношення між альтернативами зберігаються. Окреме дослідження виявило наявність у кожній комбінації операторів характерних рис. Так, варіант згортки «гамма-максимум» в переважній більшості випадків дає мінімальні значення при кризовому стані підприємства і максимальні при хорошому і відмінному загальному стані. Комбінація «мінімаксний - обмежена сума» має зворотні властивості. У будь-якій ситуації оцінки, отримані з його допомогою, прагнуть до центру шкали за рахунок часткового нівелювання яскраво виражених ступенів виконання правил. Дві інші комбінації операторів призводять до проміжних, збалансованих оцінками. В якості найбільш доцільного був прийнятий варіант «мінімаксний- максимум». Крім компромісного характеру результатів виведення він не допускає механічного зменшення ступеня спрацьовування правила, а встановлює її консервативно - на мінімальному з усіх заданих в антецеденте рівні. Також не відбувається накопичення ступеня впевненості при результуючої агрегації, в результаті чого свідомо слабкі варіанти могли б знайти помітний вплив на підсумкову оцінку.

Ефективність запропонованого підходу була апробована із залученням даних чотирьох підприємств. Підсумкові значення комплексних показників представлені в додатку А (таблиця А.2).

Головними недоліками методу оцінки на основі нечіткого логічного висновку є: суб'єктивний характер призначення функцій приналежності; складності класифікації та калібрування значень вихідних змінних стану підприємства; грубий характер моделі, пов'язаний з перериванням нечітких областей; великі трудовитрати на створення і налагодження системи.

Основні переваги: можливість поєднання кількісних і якісних критеріїв без обмежень їх загальної кількості; застосування звичних для фахівців лінгвістичних описів ступенів інтенсивності, впевненості і важливості показників; нечіткі моделі відображають напрямки, в яких експерти розглядають проблему, прості в розробці і добре керовані; природна реалізація евристик експертного висновку й легкість

інтерпретації результатів; легкість конструювання систем; експерти можуть швидко визначити приблизні форми нечітких множин, з подальшим коректуванням; можливість комп'ютерної реалізації моделей, в тому числі в готових комерційних пакетах.

Найбільш перспективною сферою застосування нечітких методів представляється стратегічне управління підприємством. У даній сфері експерти оперують нечіткими поняттями потенціалу, стійкості, загальної ефективності. Велике число досліджуваних критеріїв ускладнює розробку регресійних чи інших класичних моделей. Посилити спроможності системи до прогнозування можна за рахунок комбінування нейросетевого і нечіткого підходів.

4.3 Розробка моделі комплексної оцінки діяльності підприємства на основі методу аналізу мереж

Модель комплексної оцінки на основі методу аналізу мереж є альтернативою моделі на основі нечіткого логічного висновку. Рішення про використання МАС замість більш поширеного МАІ, що є окремим випадком першого, продиктовано невідповідністю можливостей МАІ ряду вимог процесу економічної діагностики. Основний обсяг робіт експертів з калібрування моделі виконується на першому, підготовчому етапі. За допомогою декомпозиції проблеми вибору найкращої альтернативи формуються рівні ієрархії. Шляхом парних порівнянь виявляються переваги фахівців і розраховуються відносні ваги (важливості) критеріїв.

Вирішальне правило, що відбиває структуру переваг ОПР, створюється до розгляду альтернатив і більш не змінюється. У цьому полягає перевага і недолік МАІ стосовно завдань прийняття управлінських рішень. Перевага полягає в можливості формалізації та автоматизації вирішального правила з метою багаторазового застосування для оцінки нових альтернатив. Недолік є те, що одного разу зафіксовані структурні параметри ієрархії не відповідають динамічному характеру процесів і явищ соціально-економічної діяльності.

Важливість того чи іншого критерію повинна визначатися виходячи з його сукупного впливу на інші елементи проблеми.

Наприклад, для групи характеристик кадрового забезпечення підприємства приватні коефіцієнти: рівень якостей співробітників, рівень мотивації співробітників, оборот по прийому та ін. Отримають відносні оцінки важливості після аналізу експертами. Причому, важливості коефіцієнтів плинності кадрів, наявності робочої сили на ринку праці далі не залежатимуть від конкретної ситуації на підприємстві. У той же час, при нестачі робочої сили останнім показником слід приписувати максимальну значимість. Аналогічним чином можуть змінюватися важливості інших приватних і комплексних показників. Зокрема, інвестиційна привабливість особливо важлива в період реалізації великих інвестиційних проектів і може практично ігноруватися при підрахунку загальної оцінки в інших випадках, якщо цінні папери компанії не звертаються на фондовому ринку. Таким чином, жорстка структура ієрархії проблеми, стабільність вирішального правила найбільше підходять для галузі технічних систем, а не соціально-економічних.

Головною особливістю МАС є можливість встановлення зворотного зв'язку і взаємозалежності між будь-якими критеріями і альтернативами. Крім традиційного порівняння альтернатив щодо критеріїв конкурентоспроможності, здійснювався і зворотний процес - порівняння критеріїв щодо альтернатив. Підсумковий пріоритет (важливість) кожного коефіцієнта визначається математично, виходячи з сукупного впливу, яке він справляє на інші елементи мережі. Різний спосіб представлення проблеми в МАІ і МАС зажадали трансформації вихідної ієрархії в аналітичну мережу і модифікації структури окремих її елементів. Колишній і новий вид моделі представлені на рисунках 4.2 і 4.3 відповідно.

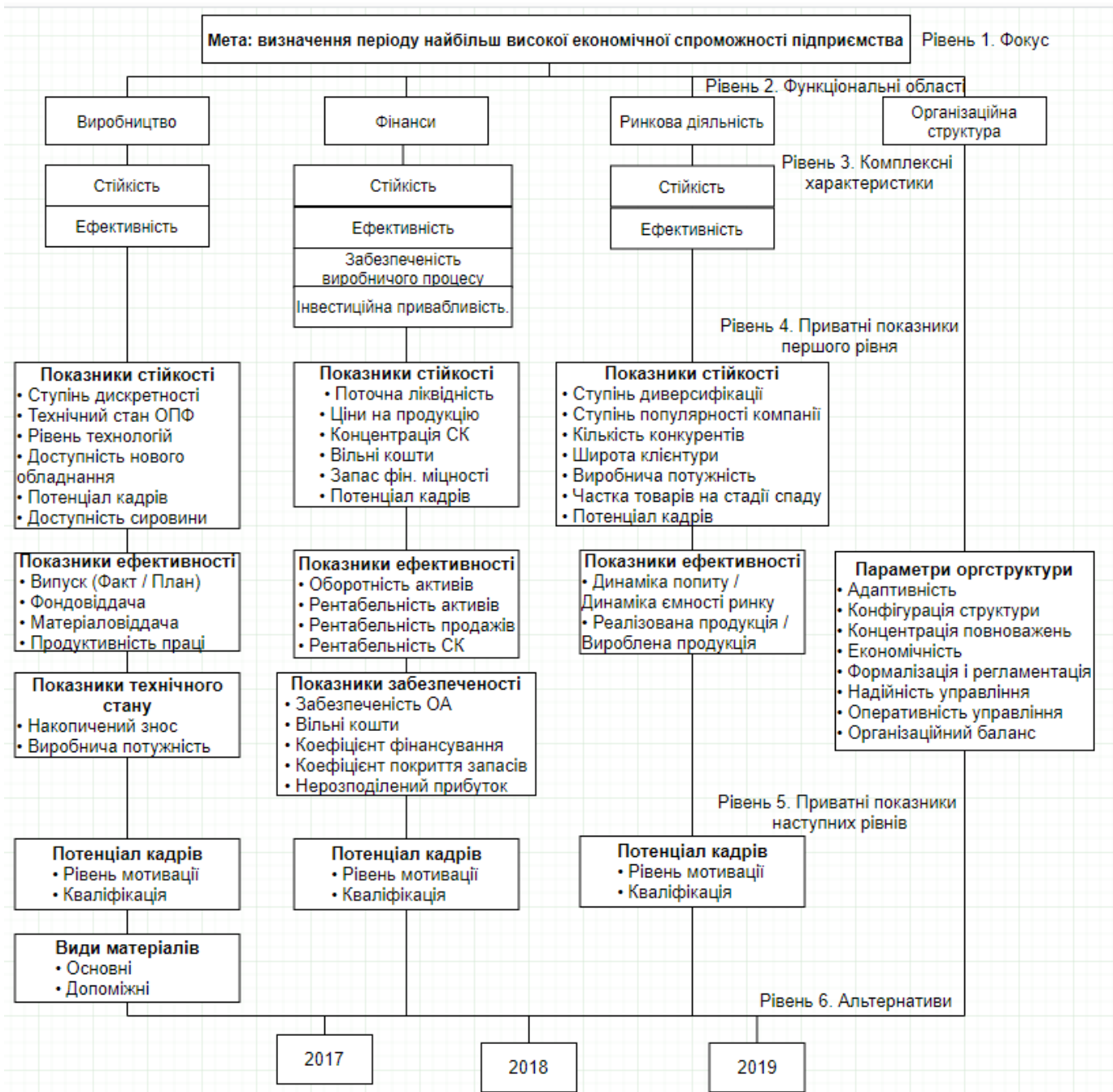


Рисунок 4.2 – Ієрархічне представлення проблеми комплексної оцінки діяльності підприємства

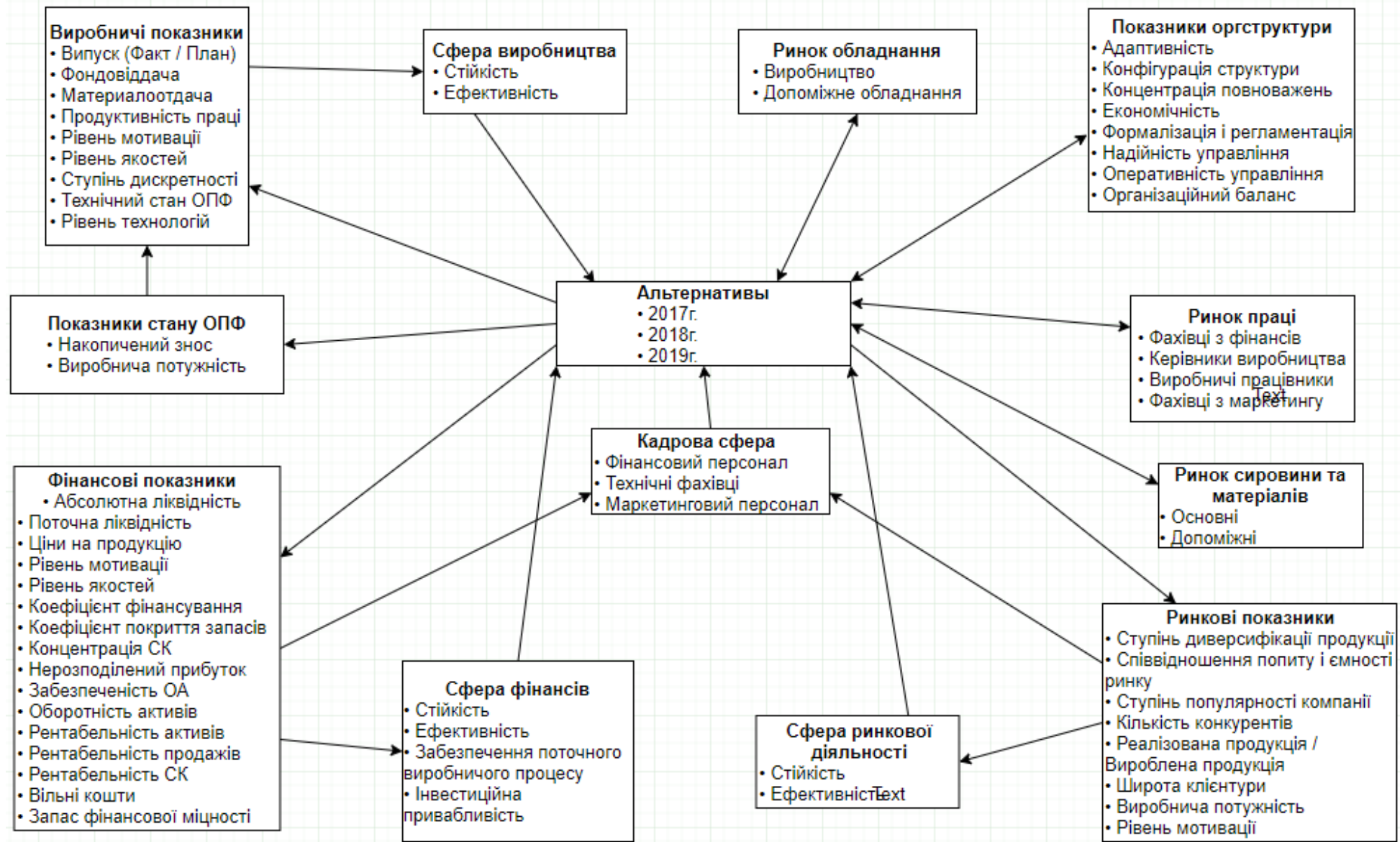


Рисунок 4.3 – Мережеве уявлення проблеми комплексної оцінки діяльності підприємства.

Виділенню в окремі кластери зазнали показники доступності кадрових ресурсів на ринку праці, сировини і матеріалів, видів основних виробничих фондів. Тепер вони не пов'язані з критеріями проміжних рівнів, а безпосередньо порівнюються щодо альтернатив і навпаки. Крім цього, зафіксована взаємозалежність альтернатив як з критеріями самого нижнього, так і більш високих рівнів.

Залежно від цілей дослідження рівень альтернатив може містити стану одного і того ж підприємства в декількох періодах або стану різних підприємств на конкретний період. На рисунку 4.6 зображена аналітична мережа комплексної оцінки підприємства в різних періодах. Вона частково повторює структуру моделі нечіткого логічного висновку, однак, внаслідок відмінностей у підходах до опису та подання проблеми, помітні принципові особливості.

При проведенні парного порівняння значень конкретного економічного показника в різних періодах експерт повинен в першу чергу зіставити кожне значення з граничними і нормативними рівнями. Різниця самих значень відіграє другорядну роль, а часто і зовсім повинна ігноруватися. Припустимо, що критичний для підприємства рівень рентабельності продажів складає 16%, а значення, що склалися в двох порівнюваних періодах: -4% і 1,5%. Незважаючи на істотну абсолютну різницю фактичних результатів, їх якісна оцінка може звучати як «кризовий», оскільки вони суттєво нижче граничного рівня. Тоді за даним критерієм обидві альтернативи повинні отримати рівну важливість.

Це узгоджується з природними уявленнями експертів, оскільки дозволяє уникнути необгрунтованої компенсації, приросту загальної оцінки другий альтернативи після проведення адитивної згортки за всіма критеріями. Якщо ж при збереженні абсолютної різниці між значеннями альтернатив за критерієм «рентабельність продажів», вони будуть рівні 10% і 15,5% відповідно, - експерт зможе обгрунтовано призначити їм різні оцінки. Результат розрахунку головного власного вектора МПС: $w = \{0.3333; 0.3333;$

0.3333}. За коефіцієнтом «Рентабельність продажів» ситуація інша. У 17, 18 і 19 роках він дорівнював 9%, 3,4% і -20,7% відповідно. Така різниця була визнана суттєвою, в тому числі між двома останніми значеннями. Матриця парних порівнянь представлена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Матриця парних порівнянь

Альтернативи	2017	2018	2019	w
2017	1	3	7	0.6694
2018	1/3	1	3	0.2426
2019	1/7	1/3	1	0.0880

В процесі оцінки елементів кластерів «Ринок праці», «Ринок сировини і матеріалів», «Ринок ВПФ» пряме і зворотне порівняння необхідно проводити наступним чином. При порівнянні альтернатив щодо критеріїв необхідно відповісти на питання «Який з періодів найбільш сприятливий для підприємства з точки зору доступності даного ресурсу (видів сировини і матеріалів, видів обладнання або категорій фахівців) на ринку?». При зворотному порівнянні експерт відповідає на питання: «В якому з представлених ресурсів підприємство потребувало найбільше в даний час?». В результаті найбільший внесок в підсумкову кількісну оцінку альтернативи надають види ресурсів, найбільш дефіцитних в порівнюваних періодах.

При оцінці важливості елементів кластерів з категоріями фінансової, виробничої та ринкової спроможності слід виходити з стоять перед підприємством цілей і насущних проблем. Одна з матриць зворотного порівняння, заповнена в ході дослідження, має такий вигляд (таблиця 4.5)

Таблиця 4.5 – Матриця зворотного порівняння

Фактори	Ефективність	Стійкість	Інвестиційна привабливість	Забезпечення виробничого процесу	w
Ефективність	1	2	1	1	0.2857
Стійкість	0,5	1	0,5	0,5	0.1429
Інвестиційна привабливість	1	2	1	1	0.2857
Забезпечення виробничого процесу	1	2	1	1	0.2857

Кластер показників ефективності оргструктури має меншу вагу щодо головної мети оцінки, ніж кластери фінансових, виробничих або маркетингових показників. Між ним і кластером альтернатив також встановлені взаємодоповнюючі зв'язку. При проведенні оцінки експерти не тільки співвідносять досягнуті в кожному періоді рівні коефіцієнтів, але і ранжирують всю сукупність показників оргструктури за ступенем їх відносної важливості в окремо взятому році. Таким чином органічно реалізується принцип взаємозв'язку стратегії і структури підприємства. Зокрема, слідуючи стратегії зростання, керівництво компанії більшого значення надає характеристикам оперативності управління, концентрації повноважень і адаптивності організації. При стратегії оборони більш важливими стають показники зміни структури і формалізації і регламентації.

Для кожного критерію фахівець повинен самостійно встановити єдине, компромісне для всіх альтернатив значення важливості. Очевидно, що такий підхід ускладнює завдання експертів і знижує об'єктивність оцінки. Діаграма на рисунку 4.4 показує зміну відносної важливості декількох елементів проблеми, обумовлене зміною моделі. В результаті зазнав змін і вектор пріоритетів альтернатив. У методі аналізу ієрархій він дорівнював {0.3182;

0.3307; 0.3511}. Тобто максимальну оцінку отримав найгірший з точки зору експертів, 2019 рік. А мінімальну - більш сприятливий 2017 р методі аналізу мереж все три значення ще більше вирівнялися: (0.3320; 0.3338; 0.3343}. Однак порядок проходження альтернатив зберігся. Таким чином, від моделі вплинув на результати оцінки. Пояснення невідповідності розрахункових значень висновками експертів представлено нижче.

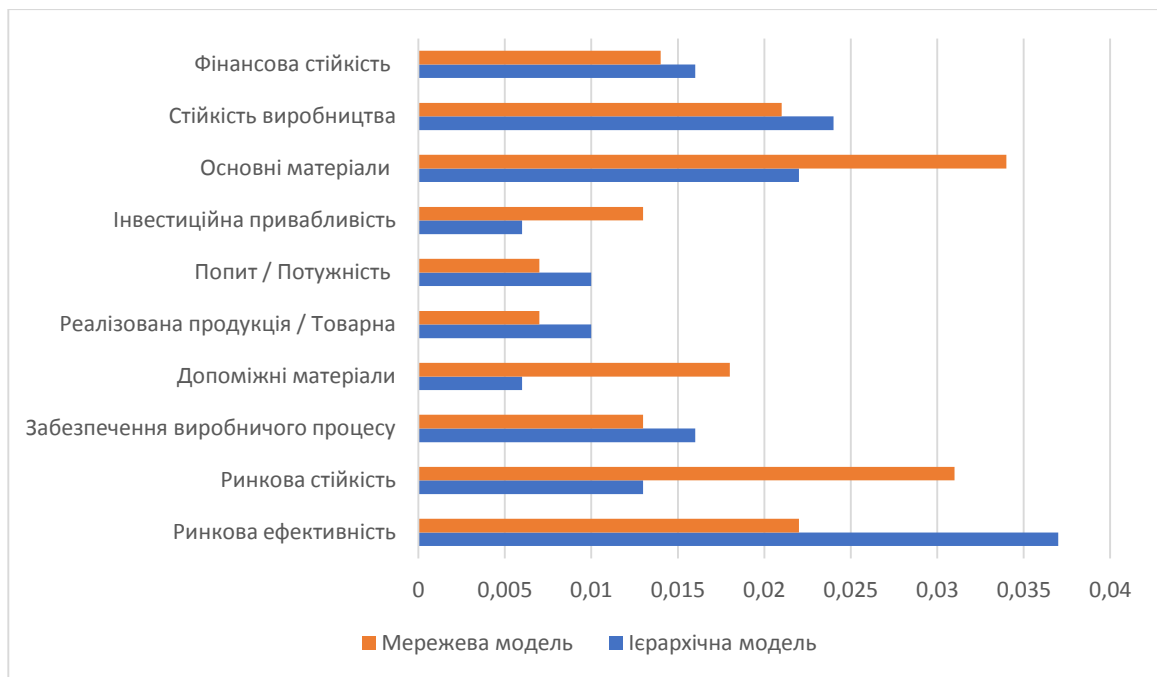


Рисунок 4.4 – Пріоритети елементів проблеми, розраховані з використанням методу аналізу ієрархій та методу аналізу мереж

У представлених вище варіантах моделі не міститься інформація про ступінь задовільності порівнюваних станів. Отже, вирішується лише завдання ранжирування альтернатив відносно один одного, пошуку їх відносних пріоритетів. У такій ситуації рівні переваг альтернатив не дають можливості класифікувати стану підприємства в термінах ризику банкрутства або економічної спроможності. Незалежно від кількісних оцінок альтернативи можуть належати як до однієї, так і до різних категорій. Для вирішення завдання класифікації первісна модель аналітичної мережі були внесені зміни.

Зокрема, в кластер альтернатив введені еталонні профілі станів: кризова спроможність, відмінна спроможність.

Це зажадало заповнення нових матриць парних порівнянь критеріїв щодо альтернатив-еталонів і додавання інформації в уже існуючі. У наведеному прикладі присутні два прикордонних профілю: між кризовим і задовільним і між задовільним і відмінним станами. При порівнянні альтернатив з профілем «криза» умовно вважається, що альтернатива «криза» має максимально низькі допустимі значення за всіма критеріями. Відповідно параметри альтернативи «відмінна спроможність» можна охарактеризувати як середні між добрими та відмінними. Слід зазначити, що процес визначення порогових рівнів показників - найбільш вразлива частина методики. Щодо нескладним завданням є встановлення критичних значень коефіцієнтів, пов'язаних з втратою життєздатності, стійкості, ефективності підприємства. Зокрема, за фінансовими показниками можна скористатися галузевими нормативами. Ринкові та виробничі нормативи повинні встановлюватися виходячи з середньогалузевих рівнів і особливостей аналізованого підприємства. Набагато складніше визначити профіль відмінною спроможності. Ефективне вирішення цього завдання можливе за рахунок використання функцій, аналогічних функціям приналежності значень коефіцієнтів нечіткій множині поняття «задовільний значення». Області визначення повинні включати всі розглянуті категорії стану («криза», «норма», «відмінне» тощо), впорядковані семантично. Такий підхід дозволяє вказати поріг або інтервал значень, які поділяють категорії «норма» і «відмінне», що і потрібно для опису відповідного еталонного профілю в моделі.

У другій моделі отримані наступні пріоритети альтернатив: $w = \{0.1824; 0.1821; 0.1851; 0.1140; 0.3364\}$. Рівні альтернатив-еталонів допомагають класифікувати порівнювані періоди діяльності підприємства в плані економічної спроможності або ризику банкрутства. Наприклад, потрапляння всіх оцінок в інтервал, утворений, еталонними станами, характеризує

становище підприємства як середнє, нормальне. При цьому період «2019» перевершує інші - його пріоритет ближче до середини інтервалу. Накопичення помилки в процесі обчислень, допустима неоднорідність суджень експертів не дозволяють вважати високою точність оцінки, можна говорити про те, що класифікація тим точніше, чим сильніше відрізняються значення пріоритетів оцінюваних періодів і альтернатив-еталонів.

Таким чином, на відміну від результатів аналізу в моделі з нечітким логічним висновком, в методі АКР всі три періоди життя підприємства отримали середні, задовільні оцінки, близькі один одному. Поліпшення і вирівнювання значень альтернатив обумовлено адитивним характером застосовуваного алгоритму. Критичні значення більшості фінансових показників були компенсовані задовільними і високими рівнями ринкових і виробничих коефіцієнтів. У зв'язку з цим використання методів з адитивним або мультиплікативним характером синтезу бажано в задачах з більш однорідними критеріями. Наприклад, в задачі ранжирування підприємств за ступенем інвестиційної привабливості. При цьому зазвичай розробляється функція єдиного критерію, що враховує однорідні фінансові аспекти проблеми. Оцінку альтернативи можна синтезувати у вигляді одиничного значення і порівняти зі значеннями інших альтернатив.

Отримані відносини переваги будуть мати властивість транзитивності.

Інша картина склалася в ході дослідження аналітичної мережі спрощеної конфігурації. Для зіставлення з результатами роботи моделі, описаній в розділі, розглядалися тільки кластери, що характеризують фінансову спроможність компанії. Рівні перевагу альтернатив виявилися більш помітними (рисунок 4.5). Найкращу оцінку отримав 2017 рік, найгіршу - 2019 рік. Така динаміка узгоджується з висновками інших методик, що використовують адитивні алгоритми.

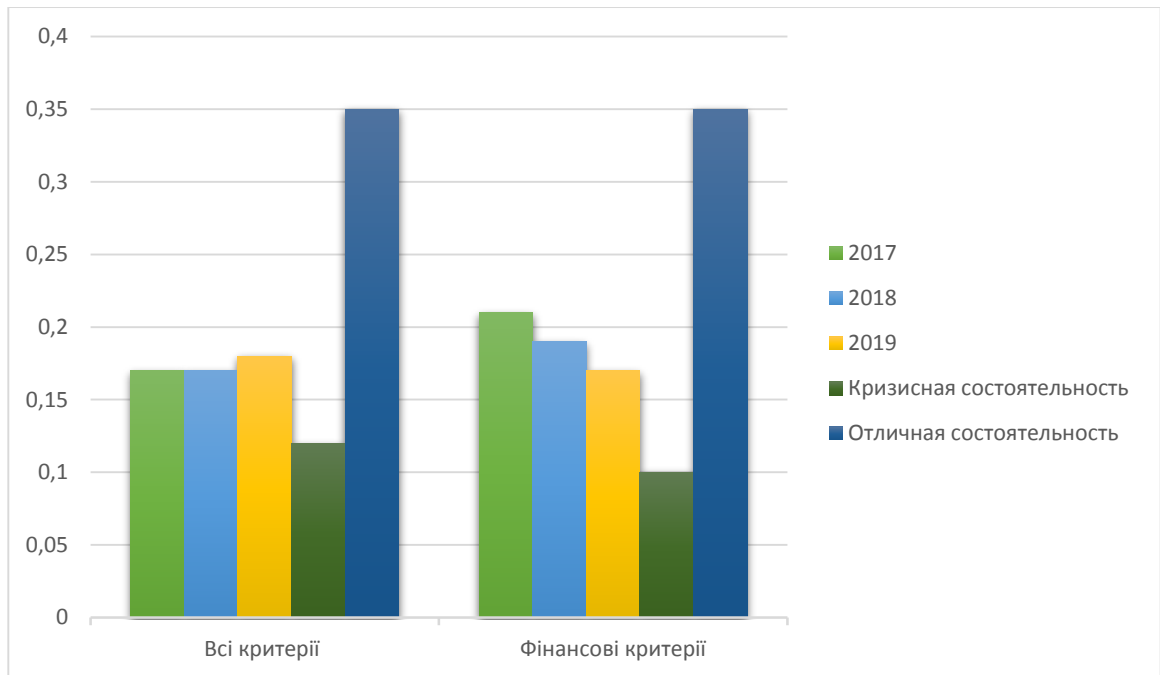


Рисунок 4.5 – Результати комплексної оцінки діяльності підприємства в моделях з різною конфігурацією аналітичної мережі

Узагальнюючи результати дослідження застосовності методів АНР і АКР для комплексної оцінки діяльності підприємства, слід зазначити такі моменти:

1. Аддитивна або мультиплікативна природа функцій оцінки альтернатив, сам компенсаційний характер використовуваних моделей в більшості випадків не відповідає застосовуваним евристикам предметної області. Однак таким чином ефективно реалізується кількісна оцінка якості альтернатив.

2. Неможливість роботи з функціями корисності, особливо в разі кількісних критеріїв, істотно збільшує необхідну кількість парних порівнянь для великих моделей. Це також може призводити до погіршення узгодженості суджень експертів, вимушених розглядати кожну пару атрибутів альтернатив у відриві від встановлених граничних і нормативних значень.

3. Як показано вище, останній недолік усувається шляхом введення в кластер альтернатив еталонних профілів, значення атрибутів яких типові для

тієї чи іншої категорії стану господарюючого суб'єкта. Тим самим крім оцінки загальної якості альтернатив вирішується і завдання їх класифікації. Однак, виходячи з принципового обмеження на кількість альтернатив під критеріями для методів АНР і АКР, зі збільшенням числа альтернатив-шаблонів, зменшується допустима кількість оцінюваних станів.

4. Відносини переваги вказуються у вигляді точних кількісних оцінок. Це може призводити до істотних погрішностей, якщо невизначеність в описі предметної області значна.

5. Можливість гармонійного поєднання кількісних і не кількісних критеріїв і атрибутів вигідно відрізняє методи АНР і АКР від інших підходів.

ВИСНОВКИ

У даній атестаційній роботі магістра виконано наступні роботи у межах дослідження обраної теми.

Проведено дослідження проблем управління підприємством в частині комплексного аналізу та оцінки його діяльності. Встановлено, що зниження ефективності управлінських рішень сприяє вимушене скорочення термінів їх прийняття, зростання обсягів первинної інформації, числа чинників, що враховуються і варіантів рішень.

Досліджено обмеження та недоліки найбільш відомих підходів, що дозволило виявити якості, якими повинні володіти сучасні засоби оцінки: мотивуючий характер системи показників, що виключає досягнення високих значень в окремих областях діяльності на шкоду загальній життєздатності компанії; можливість поєднання кількісних і якісних характеристик; довільний спосіб синтезу інтегральних показників; наявність засобів формалізації і обробки невизначеності в вихідній управлінській інформації; можливість прогнозування і оцінки в умовах статистичної неоднорідності даних; можливість повної або часткової автоматизації етапів роботи.

Забезпечити виконання більшості із зазначених вимог дозволяє математичний апарат методів прийняття рішень. Однак абсолютно універсальний підхід знайдено не було. Тому рішення найсуттєвіших задач комплексної оцінки діяльності підприємства здійснювалося різними методами.

З метою формування закінчених моделей були сформульовані уточнені поняття ключових якісних категорій стану компанії – потенціалу, стійкості, ефективності і конкурентоспроможності.

Сформовано системи показників оцінки діяльності підприємства в розрізі вищеназваних критеріїв спроможності і видів функціональних областей (виробництво, кадри, маркетинг, фінанси). У контексті даної задачі була досліджена можливість застосування методів НЛВ і МАМ.

В ході дослідження апарату НЛВ були вирішені наступні проблеми: забезпечення однорідності і симетричності шкал значень показників, поліпшення сприйняття і формалізації знань експертів, забезпечення рівномірності зміни дефазифіцированих значень вихідних змінних і необхідного ступеня чутливості моделі.

Досліджено різні комбінації операторів вхідний і вихідний агрегації, що дозволило визначити способи реалізації оптимістичного і песимістичного підходу до оцінки.

Досліджено ефективність методів класу ELECTRE, PRIME і MAI, що використовують різні способи подання та обробки невизначеності. Проведене дослідження показало хорошу збіжність результатів методів в завданні ранжирування підприємств по їх конкурентоспроможності.

Сформульовано принципи розробки експертних систем комплексної оцінки на основі методів прийняття рішень, які враховують основні особливості сучасних процесів управління: колективний характер вироблення рішень, асинхронне взаємодія учасників, спільне використання баз даних інформаційної системи підприємства, непідготовленість рядового користувача в області математичних методів ін. В ході розробки структури бази даних ЕС і її узагальненої функціональної моделі виявлені труднощі, що виникають при автоматизації режимів придбання знань і консультацій.

Розглянуті приклади апробації запропонованих методик і моделей на реальних підприємствах, які підтверджують положення про ефективність використання методів прийняття рішень в комплексній оцінці господарюючих суб'єктів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Недосекин А.О., Максимов О.Б. Анализ риска банкротства предприятия с применением нечетких множеств// Вопросы анализа риска. - 2019. - №2-3
2. Червонная О. Баланс интересов в управлении совместными предприятиями // Проблемы теории и практики управления. - 2008. - №4.
3. Ансофф И. Стратегическое управление: Пер. с англ. - М.: Экономика, 1989.- 120 с.
4. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент. СПб: Питер Ком, 2014.
5. Финансовый менеджмент. М.: Carana Corporation -USAID, 2008, 292с.
6. Семушкина Н.В. Исследование и разработка методов анализа финансового состояния предприятия на основе применения экспертных систем: Дисс. канд. эк. наук. М. 2018. -210с.
7. Altman E. Corporate Financial Distress. New York, Wiley, 2013.
8. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник. - 3-е изд., перераб. - М.: Финансы и статистика, 2014. - 288 с.
9. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2010. - 512 с.
10. Стоянова Е.С. Финансовый менеджмент. Российская практика. - М.: Перспектива, 2015.
11. Крейнина М. Н. Финансовое состояние предприятия. Методы оценки. М.: ИКЦ "ДИС", 2007. - 224 с.
12. Хорват П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием // Проблемы теории и практики управления. - 2019. - №1.
13. Чувахин Н. Трудная судьба матрицы BCG. URL: <http://www.cfm.ru/chuvakhin/bcg.html> (дата звернення: 10.04.2020).

14. Огорокова Л.Г. Методология и принципы эффективного использования и формирования ресурсного потенциала промышленных предприятий: Автореф. дис. докт. эк. наук. Санкт-Петербург., 2012. - 36с.
15. Груздев Г.В. Концепция управления реструктурированием экономики России: дисс. докт. эк. наук. Москва. 2018. - 360с.
16. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга / Пер. с нем. М., 2017.
17. Мерзликина Г.С., Шаховская Л.С. Оценка экономической состоятельности предприятия: Монография / ВолгГТУ, Волгоград, 2014. - 265с.
18. Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Методика финансового анализа. - М., Инфра-М, 2016г.
19. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. - 352 с.
20. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 2007. - 432 с.
21. Saaty, T. L., The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw-Hill, 2018.
22. Андрейчикова О.Н. Принятие решений в условиях взаимной зависимости критериев и альтернатив// Информационные технологии. 2019. - №10.
23. Salo, A.A., Hanalainen R.P. On the measurement of preferences in the analytic hierarchy process. Multi-Criteria Decision Analysis, vol. 6, issue 6, 309-319, 2017
24. Чугумбаев Р.Р. Модель комплексной сравнительной рейтинговой оценки финансового состояния предприятий-эмитентов по методу расстояний. Преимущества и недостатки методических положений. URL: <http://netec.mcc.ac.uk/WoPEc/data/Papers/ruseconsof01270005440.html> (дата звернения: 13.04.2020).

25. ELECTRE TRI 2.0a Methodological guide and user's manual, 2016
26. Melanen, M., Silvo, K. & Gynther, L. 2016. Assessment of environmental impacts: A case study of an integrated approach at the plant level. In Sarkis, J. (ed.). Greener manufacturing and operations. From design to delivery and back. Sheffield, Greenleaf Publishing Limited, p. 349-358.
27. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике - М.: Финансы и статистика, 2010. - 368 с.
28. Семикин Е.А. Реструктуризация системы управления хозяйствующего субъекта в условиях кризиса: Дисс. канд. эк. наук. Волгоград. 2012. -195с.
29. Андрейчиков А.В., Валенцев Д.П. Применение методов теории нечетких множеств в анализе деятельности предприятия // Известия ВУЗов. Машиностроение. - 2013. - N1. - С.57-63.
30. Программное обеспечение Matlab // Руководство пользователя, 2000.