

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЛЮТЕНКО ІРИНА ВІКТОРІВНА



УДК 004.89:510.635

**МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ БАГАТООЗНАКОВИХ ОБ'ЄКТІВ
В ЗАДАЧАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі програмної інженерії та інформаційних технологій управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент
Чередніченко Ольга Юріївна,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», доцент
кафедри програмної інженерії та інформаційних
технологій управління.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Петров Костянтин Едуардович,
Харківський національний університет
радіоелектроніки,
професор кафедри штучного інтелекту;

доктор технічних наук, професор
Удовенко Сергій Григорович,
Харківський національний економічний університет
ім. Семена Кузнеця, завідувач кафедри інформатики
та комп'ютерної техніки.

Захист відбудеться «1» березня 2018 р. о 15 годині 30 хвилин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.07 в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2.

Автореферат розісланий «27» січня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Дорофєєв Ю. І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення якості, ефективності, обґрунтованості рішень, які приймаються щодо управління складними соціально-економічними та техніко-економічними системами та процесами потребує впровадження відомих і розробки нових інформаційних технологій. Методи прийняття рішень, які є основою інформаційних технологій підтримки прийняття рішень, базуються на теорії раціональної поведінки, теорії корисності та експертного оцінювання, а також передбачають інтерактивну взаємодію особи, що приймає рішення, з інформаційною системою, залежать від її знань та досвіду.

Вимірювання якості рішень здійснюється на основі формування альтернативних варіантів та їх порівняльного оцінювання. Для цього необхідно сформувати систему показників, які характеризують якість рішень і чітко визначають ступінь досягнення цілей та необхідні для цього ресурси. В процесі прийняття рішень виникають такі проблеми оцінювання альтернатив, як суб'єктивність даних, гетерогенність, велика кількість ознак об'єкта оцінювання, відсутність формальних моделей побудови системи показників, практична відсутність оцінок якості наданої інформації та низький загальний ступінь автоматизації процесу оцінювання.

У наукові дослідження, що спрямовані на розробку моделей та методів підтримки прийняття рішень та моделювання складних систем, значний внесок зробили видатні вітчизняні та зарубіжні вчені Р. Акофф, Х. Райфа, Т. Сааті, Д. Клиланд, Л. Лесдон, П. Глушков, В. Волкович, О. Цвіркун, В. Бурков, Е. Петров, М. Годлевський, О. Ларичев, В. Крючковський, А. Петровський, В. Ногін, О. Івахненко, Ю. Шабанов-Кушнарєнко та ін. Однак, методи оцінювання складних об'єктів до цього часу не набули достатнього розвитку в задачах прийняття рішень.

Таким чином, науково-практична задача створення інформаційної технології комплексного оцінювання складних багатоозначових об'єктів є актуальною та визначає напрям дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі програмної інженерії та інформаційних технологій управління НТУ «ХПІ» в межах держбюджетних тем МОН України: «Розробка систем підтримки прийняття рішень з управління розвитком складних розподілених техніко-економічних та соціально-економічних систем» (ДР № 0111U002287) та «Розробка інформаційно-аналітичних технологій стратегічного управління ієрархічними розподіленими системами» (ДР № 0113U000452), в яких здобувач брала участь як виконавець.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка моделей та інформаційної технології комплексного оцінювання складних об'єктів багатоозначової природи для підвищення обґрунтованості процесу прийняття рішень.

Відповідно до зазначеної мети поставлено задачі:

1. Проаналізувати існуючі інформаційні технології, моделі та методи оцінювання складних об'єктів та процесів і сформулювати основні вимоги до розробки інформаційної технології комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів.

2. Розробити підходи до побудови множини первинних показників, агрегування показників та інтерпретації комплексної оцінки.

3. Розробити метод комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів з використанням кваліметричної методики та методу послідовного агрегування показників.

4. Удосконалити інформаційну технологію комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів.

5. Впровадити результати дослідження в практику побудови підсистем оцінювання в системах підтримки прийняття рішень.

Об'єктом дослідження є процес комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів в задачах підтримки прийняття рішень.

Предметом дослідження є моделі, методи та інформаційні технології комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів в задачах підтримки прийняття рішень.

Методи досліджень. Теоретичною базою виконаних досліджень є фундаментальні положення теорії прийняття рішень та теорії корисності. Для розробки концептуальної моделі комплексного оцінювання використовувалися положення системного аналізу та моделювання складних систем. Для побудови множини первинних показників використано методологію теоретичної кваліметрії. Методи експертного оцінювання використано при побудові дерева властивостей складного об'єкта оцінювання та при формуванні комплексної системи показників. Для побудови моделі комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів використовувалися методи теорії графів, теорії множин, математичний апарат алгебри логіки. Для формування шкали оцінки якісних показників використано методи теорії мультимножин та апарат алгебри скінченних предикатів. Методологія компонентно-орієнтованого програмування та уніфікована мова моделювання UML комплексно застосовувались при створенні прикладної інформаційної технології комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів.

Наукова новизна отриманих результатів:

- *вперше* запропоновано метод комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів на підставі систематизації та формалізації процесів формування множини первинних показників, їх агрегування, шкалювання та аналізу значень, що дозволяє використовувати кількісні і якісні ознаки на різних рівнях агрегування, а також виділити компоненти для повторного використання;

- *отримала подальший розвиток* мережева модель комплексного оцінювання за рахунок використання кваліметричного методу для формування множини первинних показників, що, на відміну від існуючих підходів, дозволяє

надати повну характеристику об'єкта оцінювання, знизити суб'єктивність процесу оцінювання та провести аналіз отриманої комплексної оцінки;

– *отримав подальший розвиток* метод багатофакторного оцінювання в задачах прийняття рішень за рахунок застосування моделі послідовного агрегування кількісних та якісних показників для побудови агрегованих оцінок, що дає можливість збільшити інформативність комплексної оцінки та обґрунтованість рішень, що приймаються;

– *удосконалено* інформаційну технологію комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів за рахунок виділення і повторного використання компонентів системи комплексної оцінки, що дозволяє автоматизувати процес обробки даних щодо формування оцінок в задачах підтримки прийняття рішень.

Практичне значення одержаних результатів для галузі підтримки прийняття рішень полягає у розробці науково обґрунтованих підходів до розв'язання широкого кола прикладних задач, пов'язаних з автоматизацією інтелектуального процесу прийняття рішень, зокрема комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів, що дозволяє отримувати оцінки результатів, формувати обґрунтовані рішення та будувати подальшу стратегію сталого розвитку об'єктів оцінювання. Запропоновано концептуальну модель комплексного оцінювання, яка є основою для побудови інформаційної системи оцінювання для вирішення задач підтримки прийняття рішень. Розроблено метод комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів, який є основою для розробки компонентів інформаційної системи моніторингу та оцінювання. Розроблено прикладну інформаційну технологію підтримки процесів оцінювання складних об'єктів, які характеризуються великою кількістю ознак, впровадження якої дозволяє удосконалити процес прийняття рішень.

Практичні результати дисертаційної роботи апробовано та впроваджено в Луганській державній академії культури і мистецтв, м. Луганськ (акт від 20.10.13), ПАТ «БАНК ФОРВАРД», м. Київ (довідка від 04.05.17), ТОВ Харківський технічний центр оцінки «Експертус», м. Харків (довідка від 19.07.17).

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій управління НТУ «ХПІ» у дисциплінах «Спеціальні розділи комп'ютерної математики», «Моделювання систем», «Програмне забезпечення інтелектуальних систем», «Теорія прийняття рішень».

Особистий внесок здобувача. Усі основні результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто. Серед них: концептуальна модель оцінювання багатоозначових об'єктів, метод комплексного оцінювання складних об'єктів, мережева модель комплексного оцінювання, метод послідовної побудови агрегованих показників, інформаційна технологія комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів, програмні компоненти інформаційної системи оцінювання.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на міжнародних науково-практичних конференціях: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здо-

ров'я» (Харків, 2009 –2012, 2015, 2016); «Автоматика» (Чернівці, 2009, Харків, 2010); «Системний аналіз та інформаційні технології SAIT» (Київ, 2010, 2016, 2017); «Сучасні інформаційні технології в економіці та управлінні підприємствами, програмами та проектами» (Харків, 2011); «Управління проектами у розвитку суспільства» (Київ, 2012); Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications ICTERI 2012 (Херсон, 2012); Conference on Computer Supported Education CSEDU (Aachen, 2013); «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами і програмами розвитку підприємств і територій» (Буковель, 2015).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковано у 26 наукових працях, у тому числі 10 статей у наукових фахових виданнях України (7 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз), 1 стаття в закордонному науковому фаховому періодичному виданні, 15 – у матеріалах конференцій, 2 – у Scopus.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації складає 181 сторінку, з них 31 рисунок по тексту, 11 таблиць по тексту, список з 143 найменувань використаних джерел на 14 сторінках, додатки на 27 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, зазначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію про практичне використання, апробацію результатів та їх висвітлення у публікаціях.

У **першому розділі** проведено аналіз задачі оцінювання складних об'єктів, підходів та технологій її вирішення в межах підтримки прийняття рішень, визначено необхідність дослідження задачі оцінювання як складної системи, наведено постановку задач щодо формалізації процесу комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів.

У загальному випадку в процесі прийняття рішень, незалежно від предметної області, виділено основні етапи: формулювання мети; формування множини можливих рішень; оцінювання; вибір кращого за якістю рішення. При цьому виникає потреба в адекватному описі об'єкта оцінювання з урахуванням його структури, різноманітних аспектів використання оцінок, а також повноти та достовірності наявної інформації. Процес оцінки і прийняття рішень є інтелектуальною процедурою, характеристики якої не піддаються прямому вимірюванню. Основним методом отримання необхідної інформації є інтроспективний підхід, відомий як експертне оцінювання.

Загальна постановка задачі прийняття рішення може бути представлена наступним чином. Дано: $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ – множина альтернатив (варіантів

рішень), які можуть бути задані або не задані на момент прийняття рішення; $K_1, K_2, \dots, K_m$ – критерії оцінки альтернатив. Критерії можуть розрізнятися по важливості, яка характеризується вагою w_q ; $X_q = \{x_q^1, x_q^2, \dots, x_q^{S_q}\}$ – множина значень оцінок критерію K_q , $S^q = |X_q|$ – число градацій на шкалі критерію K_q , $q=1, \dots, m$; $U(A_i)$ – багатокритеріальна корисність i -ої альтернативи A_i . Передбачається, що для даної групи альтернатив їх корисності різняться, тобто $U(A_i) \neq U(A_j)$. Потрібно: 1) провести оцінювання альтернатив за якістю (корисністю); 2) проранжувати альтернативи за значенням функції корисності; 3) виділити одну альтернативу з найбільшим значенням функції корисності; 4) провести класифікацію альтернатив, тобто віднести альтернативи до впорядкованих за якістю класів рішень.

Вирішення задачі прийняття рішень включає основні етапи: 1) розробка переліку критеріїв $K_1, K_2, \dots, K_m$ оцінки альтернатив; 2) побудова функції корисності $U_q(A_i)$ альтернативи A_i по кожному критерію K_q , $q=1, \dots, m$; 3) побудова залежності між оцінками альтернативи A_i за критеріями K_q та загальною якістю альтернативи A_i багатокритеріальної функції корисності $U(A_i)$; 4) оцінка всіх наявних альтернатив $A_1, A_2, \dots, A_v$ за їх корисністю; 5) прийняття рішення.

У реальних ситуаціях оцінювання число ознак, що описують властивості складних об'єктів, є досить великим. Багатоозначковий об'єкт – це об'єкт, який описується багатьма якісними і/або кількісними ознаками і може існувати в декількох екземплярах. Тому безпосереднє порівняння, упорядкування або класифікація багатоозначкових об'єктів є дуже трудомісткою процедурою, яка вимагає значних витрат часу і розробки спеціальних методів обробки інформації. На практиці згортка багатьох різнорідних ознак або неможлива, або математично некоректна, що не дає можливості вирішення задач оцінювання та класифікації традиційними методами. Наявність невизначеності внаслідок збору даних з різних джерел також ускладнює проблему. Крім того, при вирішенні задач великої розмірності нерідко застосовуються спрощені стратегії, які враховують тільки частину наявної інформації, що негативно позначається на підсумках впорядкування об'єктів, вироблення вирішальних правил, побудові меж класів рішень і ускладнює подальший аналіз отриманих результатів.

Таким чином, у роботі поставлено задачу комплексного оцінювання багатоозначкових об'єктів у процесі прийняття рішень, яка формулюється наступним чином. Задано цілі управління P та сформульовано альтернативи $A_1, A_2, \dots, A_v$, кожна з яких розглядається як об'єкт оцінювання $O = \{o_1, o_2, \dots, o_s\}$, де o_i – характеристика, яка виражає певну властивість об'єкта щодо взаємодії «об'єкт – суб'єкт – зовнішнє середовище». Сукупність таких властивостей для певного об'єкта визначає його відповідність цілям управління P . Необхідно побудувати

множину показників $Y = \{y_1^{X_1}, y_2^{X_2}, \dots, y_n^{X_n}\}$, кожен з яких вимірюється за певною шкалою X_k , визначити методи вимірювання кожного показника та розробити модель комплексного оцінювання складного об'єкта, яка реалізує суперпозицію відображень $F(Y): Y \rightarrow X \rightarrow U$, тобто виконує два нелінійні перетворення, спочатку $R^m \rightarrow R^n$, потім $R^n \rightarrow R^1$, та надає інформацію щодо відповідності об'єкта оцінювання цілям управління. Модель комплексного оцінювання визначає логіку агрегування показників, шкали агрегованих показників та повинна забезпечити інформацію для аналізу комплексної оцінки з метою використання результатів аналізу при прийнятті управлінських рішень.

У другому розділі проаналізовано основні принципи побудови системи оцінювання, обґрунтовано вибір математичного інструментарію, розроблено науково-практичний підхід до реалізації процесу оцінювання, а також запропоновано концептуальну модель комплексного оцінювання.

Відмінною особливістю задач оцінювання є те, що вони надзвичайно легко вирішуються розумом людини і дуже складно піддаються формалізації, за допомогою якої можливо автоматизувати їх вирішення. Таким чином, цілком природно виглядає спроба дослідити універсальний інструмент обробки неформалізованої інформації і змодельовати його функції, що стосуються поставлених завдань. Дослідження, що проводяться в даній галузі, показали універсальний характер алгебри скінченних предикатів для моделювання інтелектуальних процесів обробки даних. Загальним результатом досліджень стало усвідомлення необхідності декларативного підходу при моделюванні задач оцінювання. На відміну від традиційного для інформаційних технологій алгоритмічного підходу, декларативна модель не представляє собою алгоритм. Модель задачі, яка представлена в декларативній формі, зазвичай являє собою набір фактів, знань про факти і правил, згідно з якими здійснюються дії над фактами, що дозволяють отримати нові знання на основі існуючих.

Відношення висловлюють властивості предметів і зв'язки між ними. Вони являють собою універсальний засіб опису будь-яких об'єктів. Нехай універсум H – непорожня множина, елементи якої називають предметами. Довільно виберемо непусті підмножини $B_1, B_2, \dots, B_t$ універсуму H . Декартів добуток $T = B_1 \times B_2 \times \dots \times B_t$ називається предметним простором T . Введемо множину $V = \{v_1, v_2, \dots, v_t\}$ змінних $v_1, v_2, \dots, v_t$. Значеннями змінної v_i ($i = \overline{1, t}$) є елементи множини B_i , таким чином, що $v_1 \in B_1, v_2 \in B_2, \dots, v_t \in B_t$. Будь-яка підмножина Z простору T називається відношенням, яке утворене в просторі T та має розмірність t . Тип відношення визначається множиною V та набором $(B_1, B_2, \dots, B_t)$.

Будь-яке відношення змістовно інтерпретується як знання про факт, виражене деяким висловлюванням. Факт – це вичерпна характеристика дійсного стану. Кожному предикату $Q(a, b)$, визначеному на $B \times C$, відповідає відображення $W(a) = b$, яке діє з B у C . Якщо для елемента $a \in B$ існує

елемент $b \in C$ такий, що $Q(a, b) = 1$, то $W(a) = b$, у іншому випадку – $W(a) \neq b$. В результаті відображення Q співставляє елементу $a \in B$ елемент $b \in C$. Формульне представлення відображень оснований на імплікативному розкладенні предиката

$$Q(a, b) \wedge_{r \in B} (a^r \supset Q(r, b)).$$

Багатомісні відображення отримано за допомогою переходу від предиката $Q(a, b)$ на $B \times C$ до предиката $Q(a_1, a_2, \dots, a_N, b)$ на $B_1 \times B_2 \times \dots \times B_N \times C$. Імплікативне розкладення багатомісного предиката має вигляд

$$Q(a_1, a_2, \dots, a_N, b) = \bigvee_{\substack{r_1 \in B_1 \\ r_2 \in B_2 \\ \dots \\ r_N \in B_N}} (a_1^{r_1} a_2^{r_2} \dots a_N^{r_N} \supset Q(r_1, r_2, \dots, r_N, b)).$$

Формування системи показників оцінки багатоозначового об'єкта запропоновано проводити у декілька етапів:

- 1) обґрунтування сукупності показників;
- 2) формування вхідної інформації;
- 3) виділення пріоритетних складових багатоозначового об'єкта, що підлягають оцінюванню;
- 4) розрахунок та аналітична обробка показників.

Побудова сукупності показників базується на використанні дерева властивостей, яке характеризує інтегральну якість об'єкта оцінювання та будується за певними правилами, які детально досліджено в теоретичній кваліметрії. В рамках цієї науки доведено принципову можливість визначати якість об'єкта кількісним показником, незважаючи на множинність його різноманітних властивостей і ознак. Онтологічну модель правил побудови дерева властивостей наведено на рис. 1. Відповідність процесу побудови дерева властивостей онтологічній моделі забезпечує формування системи ознак, які характеризують об'єкт відповідно до його якостей та не залежать від суб'єктивної думки експерта, який будує дерево властивостей.

Розглянуто математичні моделі, які використовуються в задачах підтримки прийняття рішень при функціонуванні складних систем, аналітичні та імітаційні моделі (табл. 1). Процедури матричного та мережевого комплексного оцінювання є гнучким і ефективним інструментом обробки інформації, яка використовується при вирішенні задачі оцінювання складних систем. Матричні процедури більш поширені, ніж мережеві, хоча останні забезпечують логіку згортки, враховують різні показники та дозволяють отримати єдину оцінку, тобто надають можливість порівняння і декількох альтернатив, і оцінювання однієї.

На основі проведеного аналізу існуючих моделей та методів доведено доцільність використання моделі мережевого комплексного оцінювання, яка задовольняє вимогам до процесу оцінки.

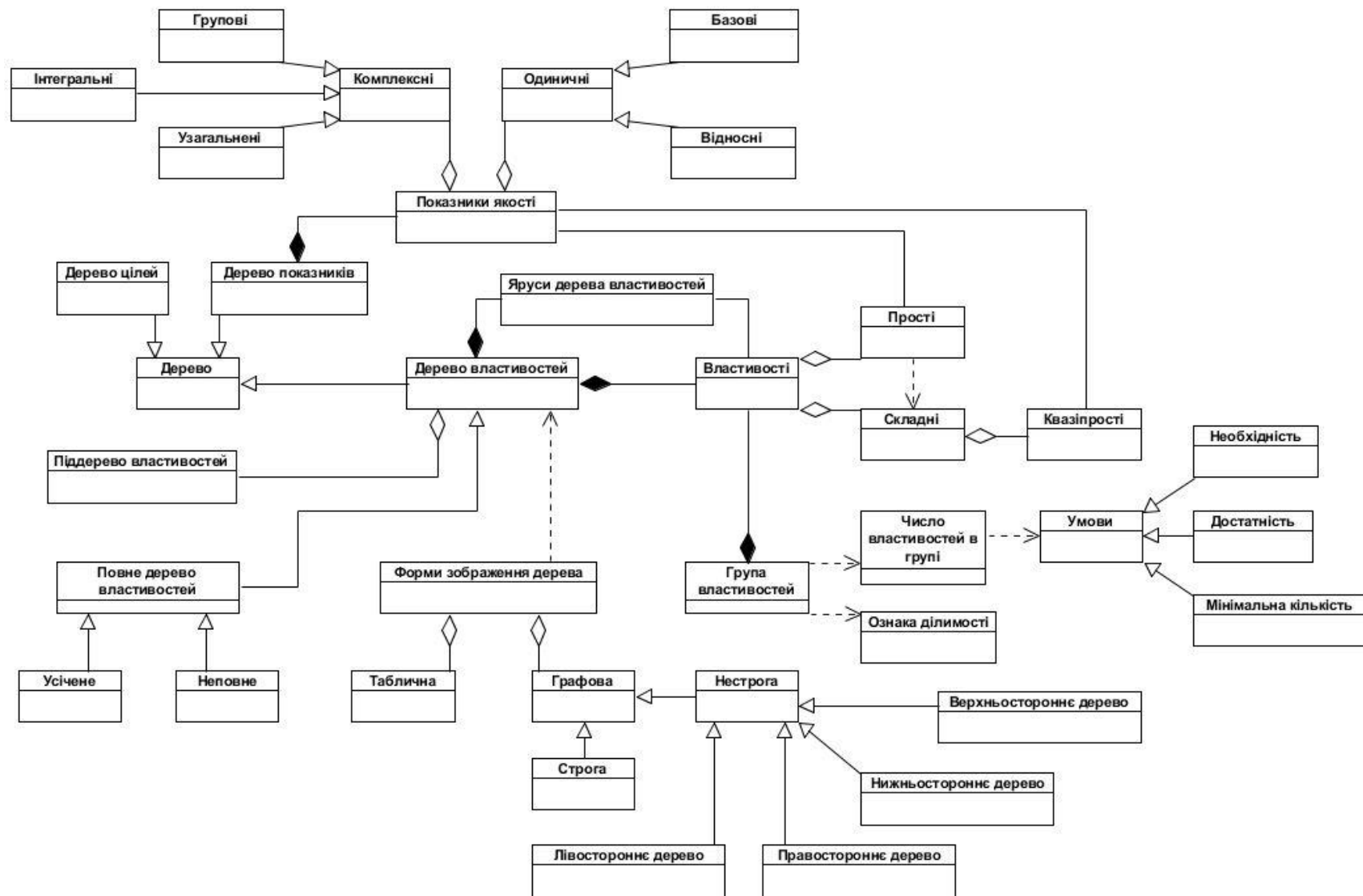


Рисунок 1 – Онтологічна модель дерева властивостей (фрагмент)

Для отримання інтегрального показника запропоновано процедуру послідовного комплексного оцінювання. Для цього спочатку згортаються окремі показники, потім – вже отримані показники. У багатьох випадках логіка згортки диктується деревом цілей, структурою декомпозиції цілей і завдань системи підтримки прийняття рішень.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз підходів до оцінки складних об'єктів

Підходи, методи, моделі в прийнятті рішень	Вимоги до процесу оцінки										
	Автоматизація	Об'єктивність	Системність	Корисність	Своєчасність	Прагматичність	Розмірність	Якісні ознаки	Кількісні ознаки	Частинні критерії	Агреговані критерії
Багатокритеріальна оптимізація	+/-	+/-	+	+	+/-	+/-	+	-	+	+/-	+/-
Експертні методи	+/-	-	-	+/-	+/-	+	+	+	-	-	+
Статистичні методи	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+/-	+/-
Неформальні методи прийняття рішень	-	-	-	+/-	-	+/-	+	+	-	-	+
Колективні методи прийняття рішень	+/-	+/-	-	+/-	-	+/-	+	+	-	-	+

Таким чином, показано, що для оцінки багатоознакових об'єктів доцільною є розробка мережевої моделі комплексного оцінювання, оскільки саме вона надає можливість: отримати агреговану оцінку об'єкту; врахувати різні групи показників, які його характеризують; порівнювати альтернативні варіанти між собою та вибирати найбільш вигідний з точки зору поставлених цілей. У моделі комплексного мережевого оцінювання вагові коефіцієнти певного показника визначаються у межах кожної групи окремо, що полегшує роботу експертів і робить механізм оцінки більш гнучким.

Таким чином, виділено наступні кроки вирішення задачі комплексного оцінювання.

Крок 1. Сформувані множини первинних показників $Y_1, \dots, Y_n$, $n \geq 2$, (первинні показники – це показники, які вимірюються за допомогою інструментальних, статистичних або експертних методів)

Крок 2. Сформувані шкали $X_q = \{x_q^1, \dots, x_q^{S^q}\}$, $q = 1, \dots, n$ первинних показників, де S^q – ознака шкали.

Крок 3. Сформувані множини складових критеріїв $K_1, \dots, K_m$, $m < n$, тобто інтегральних показників, які агрегують первинні показники $Y_1, \dots, Y_n$.

Крок 4. Сформувані шкали $L_i = \{l_i^1, \dots, l_i^{D^i}\}$, $i = 1, \dots, m$ агрегованих показників, де D^i – ознака шкали.

Крок 5. Вибрати спосіб побудови шкал агрегованих показників.

Крок 6. Побудувати шкали агрегованих показників всіх ієрархічних рівнів, використовуючи кілька різних методів агрегування показників і/або комбі-

націй методів.

Крок 7. Вирішити задачу комплексного оцінювання. Якщо отримано задовільний для аналітика результат, то завершити роботу, в іншому випадку – перейти до кроку 8.

Крок 8. В залежності від обраного аналітиком рішення запропоновано: або змінити спосіб побудови шкали складеного критерію (перехід до кроку 5), або змінити градації шкали складеного критерію (перехід до кроку 4), або сформулювати нову множину агрегованих показників K (перехід до кроку 3).

Запропонований підхід до комплексного оцінювання поєднує методи вербального аналізу рішень і процедури зниження розмірності простору ознак, за допомогою яких велике число вихідних характеристик об'єктів (числових, символічних або вербальних) послідовно агрегується в невелике число критеріїв. Шкали критеріїв запропоновано конструювати за допомогою комбінацій декількох методів. Сформовані критерії використовуються при вирішенні задач прийняття рішень. Процедура агрегування ознак має блоковий характер, за рахунок чого значно скорочуються трудомісткість і час отримання підсумкових результатів, з'являється можливість їх змістовного пояснення.

У третьому розділі розроблено модель комплексного оцінювання складних об'єктів. Запропоновано технологію побудови системи первинних ознак на основі дерева властивостей, розглянуто правила побудови дерева властивостей та критерії вибору первинних показників. Розроблено мережеву модель комплексного оцінювання.

Побудова моделі комплексного оцінювання основана на узагальненому методі кваліметрії та складається з двох основних етапів: 1) розробка методики оцінювання складного об'єкту; 2) застосування розробленої методики. На першому етапі (рис. 2, а) проводиться формалізація об'єкта. Для цього визначається ситуація оцінювання та будується дерево властивостей. Під ситуацією оцінювання розуміють частину періоду існування об'єкта, в якому проявляються його споживчі властивості. Потім визначаються показники властивостей. Далі аналітик відбирає експертів для визначення важливості властивостей. Визначаються еталонні (найкращі) та бракувальні (найгірші) значення показників і вибирається метод розрахунку комплексного показника.

До другого етапу узагальненого кваліметричного методу віднесено наступні кроки: 1) визначення абсолютних значень показників властивостей; 2) розрахунок відносного значення показника; 3) розрахунок комплексного показника оцінки. На етапі застосування методики оцінки аналітик обирає аудиторів для визначення абсолютних значень. Обрані аудитори проводять оцінку об'єкта по заданим показникам, тобто визначають абсолютні значення показників властивостей. На основі цих значень розраховують відносні показники, після чого розраховується комплексний показник. Цей процес представлено на рис. 2, б.

Таким чином, для розроблення моделі комплексної системи оцінювання вирішуються два завдання: 1) визначити структуру мережі комплексного оці-

нювання (побудувати логіку послідовної згортки показників); 2) визначити процедуру отримання оцінок елементів нижнього рівня (вимірювання первинних показників).

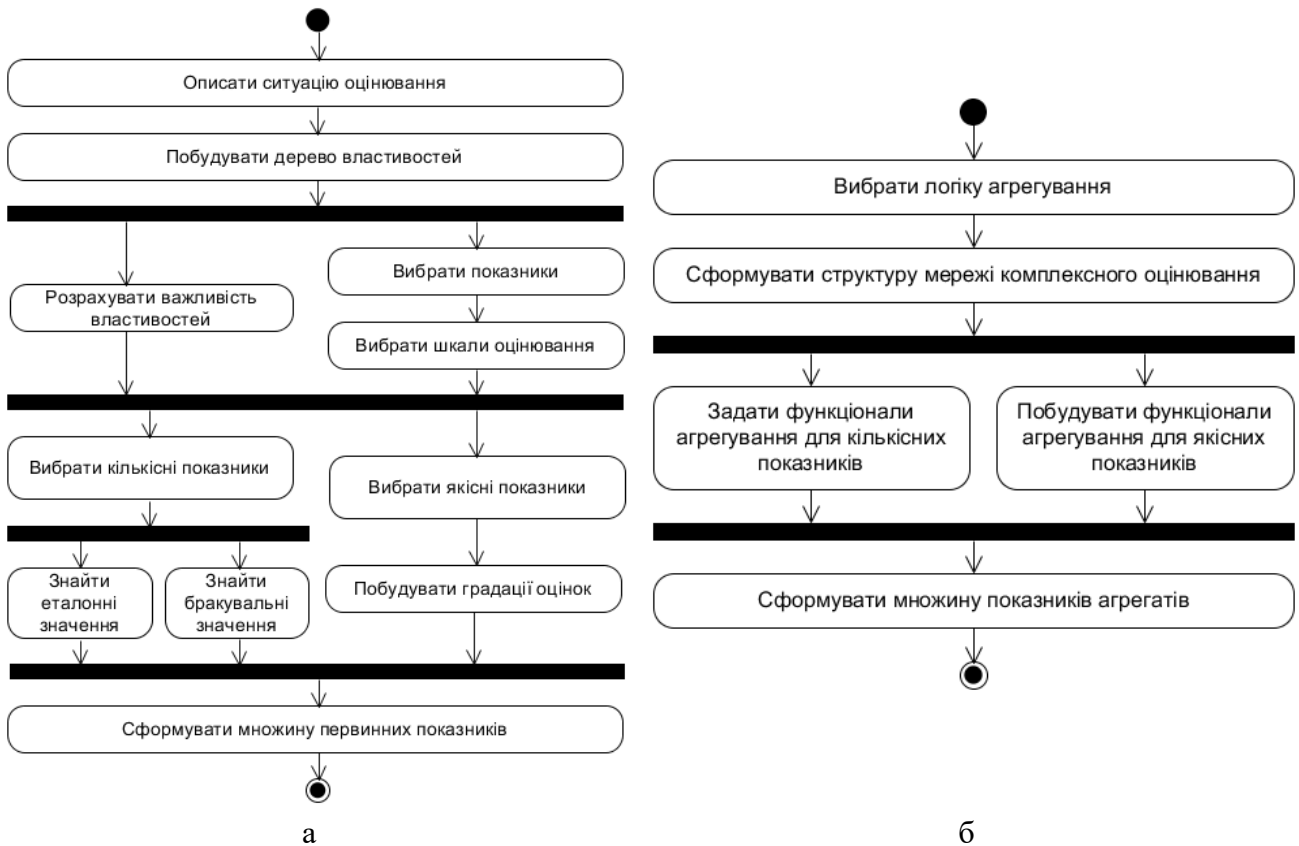


Рисунок 2 – Методика оцінювання:
а) перший етап; б) другий етап

Множину показників формалізовано у вигляді ациклічного орієнтованого графа $G_k = (K, D_k)$, представленого на рис. 3, де $K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$ – множина вершин, які відповідають показникам (критеріям) різних рівнів агрегування; $D_k \in R^{m \times m}$ – матриця суміжності, яка визначає напрямок агрегування показників, причому елемент матриці $d_{ij} = 1$, якщо показник K_j є агрегованим показником для показника K_i , і $d_{ij} = 0$, якщо показники K_i і K_j не зв'язані логікою агрегування. Таким чином, напрям дуги визначає напрямок агрегування показників. Множину елементів K розбито на підмножини K^0 та $\tilde{K}$ таким чином, що $K^0 \cup \tilde{K} = K$, $K^0 \cap \tilde{K} = \emptyset$, де K^0 – множина показників, в які не веде жодна дуга, тобто $\forall K_i, K_j \in K^0$ виконується $d_{ij} = 0$; $\tilde{K}$ – множина показників, які визначаються шляхом агрегування. Показники з множини K^0 називаються показниками-входами або первинними показниками, вони характеризують певні властивості об'єкта оцінювання та визначаються експертним, статистичним, або метрологічним методом вимірювання.

Таким чином, розроблено метод комплексного оцінювання багатоозначених об'єктів, який базується на використанні мережевої системи, що дозволяє

використовувати множину показників, які характеризують властивості об'єкту оцінювання та цілі управління.

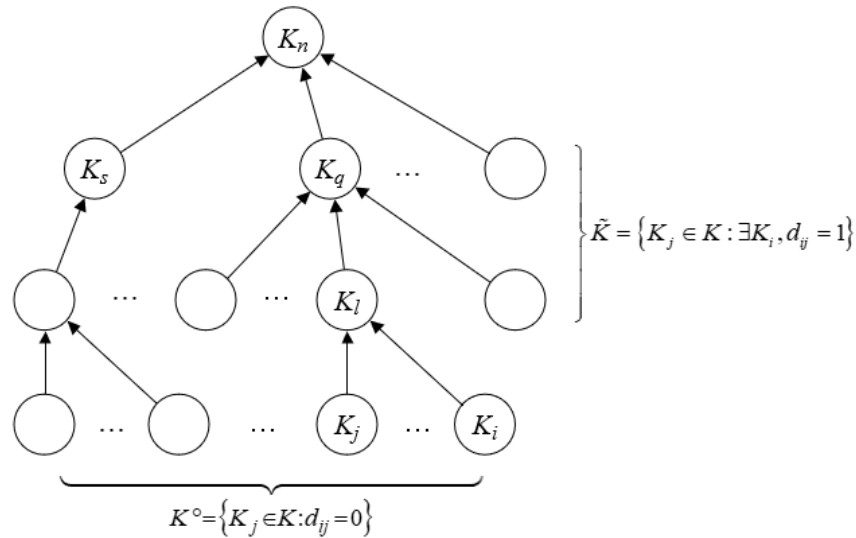


Рисунок 3 – Структура мережі комплексного оцінювання

Четвертий розділ присвячено удосконаленню інформаційної технології комплексного оцінювання складних об'єктів багатоозначової природи. Запропоновано функціональну схему інформаційної технології, розроблено архітектуру СППР, проведено тестування та дослідження навантаження на розроблені програмні компоненти. Запропонований метод застосовано для вирішення практичних завдань оцінювання: оцінка ресурсного забезпечення ВНЗ, самооцінка навчального закладу щодо готовності до ліцензування та акредитації, оцінка інноваційних проектів тощо.

Схему розробленої інформаційної технології представлено на рис. 4. Компонентно-орієнтований підхід використовує великі, самостійно упаковані, багаторазові компоненти, які іноді називають підсистемами, в якості основи для розробки програмного забезпечення. Головною перевагою такого підходу є повторне використання програмних компонентів, тоді як інші методи, наприклад, об'єктно-орієнтований підхід, ігнорують це питання або вводять його занадто пізно у життєвий цикл. Компонентами виступають узгоджені частини системи, які можна самостійно зберігати та збирати в нові програмні системи. Крім того, завдяки своїй структурі компонентно-орієнтований додаток є більш гнучким і масштабованим. Застосування компонентної архітектури гарантує кращу якість реалізації програмного забезпечення, оскільки компоненти часто використовуються та вдосконалюються з часом. На рис. 5 представлено запропоновану архітектуру системи підтримки прийняття рішень.

В якості одного з практичних прикладів застосування інформаційної технології комплексного оцінювання складних, багатоозначових об'єктів розглянуто задачу комплексного оцінювання інноваційного проекту на підставі даних, що характеризують цей проект. Для оцінки проекту важливо знати та порівнювати не лише окремі показники, наприклад, чисту приведену вартість, коефіцієнт доходності та строк окупності, а вивести загальну,

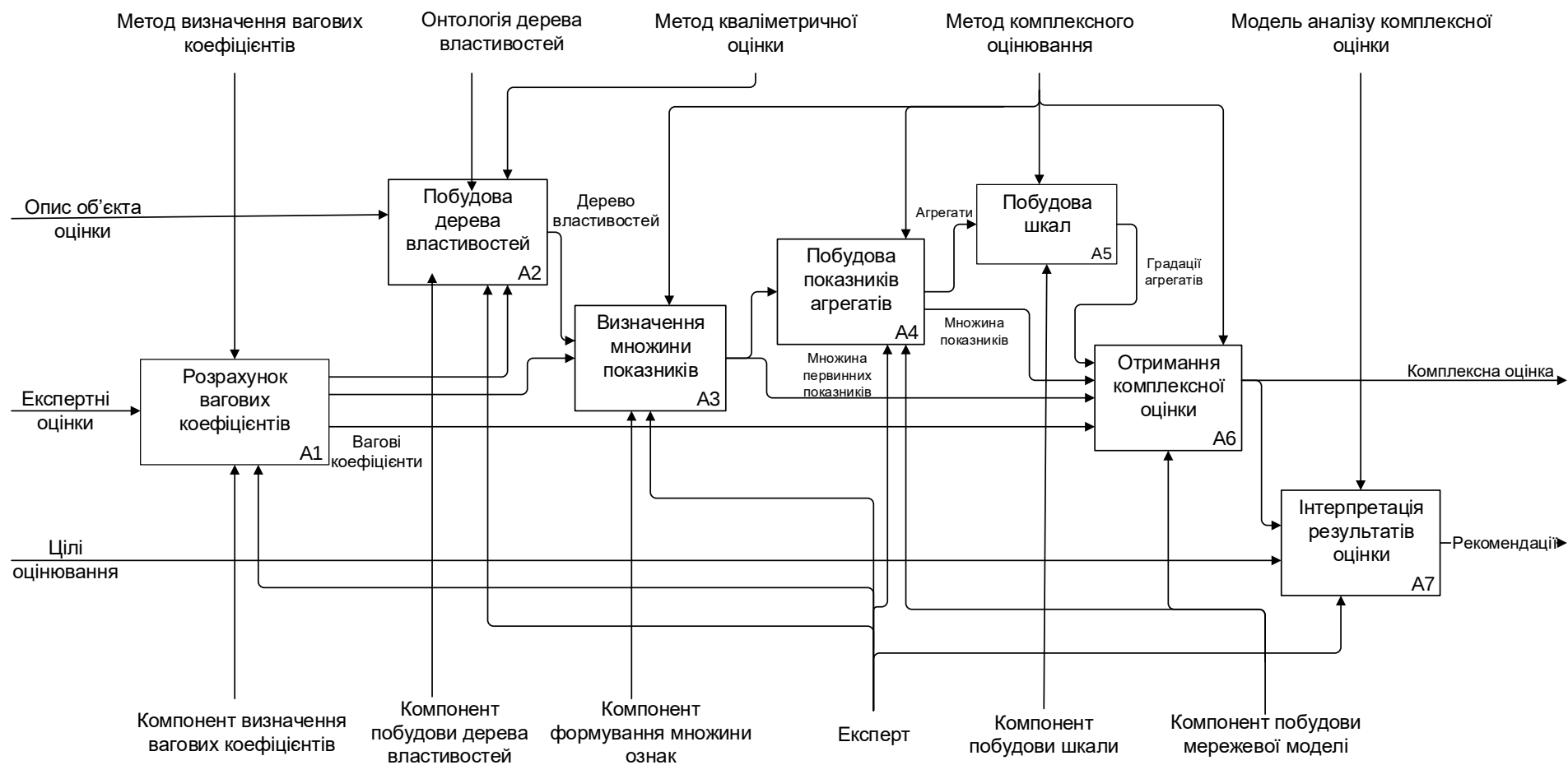


Рисунок 4 – Загальна схема інформаційної технології комплексного оцінювання

агреговану оцінку. Оскільки оцінка інноваційного проекту повинна враховувати вплив оновлення на всі показники діяльності підприємства, то саме модель на основі мережевої системи комплексного оцінювання дозволяє надати необхідну інформацію для обґрунтованого прийняття рішень.

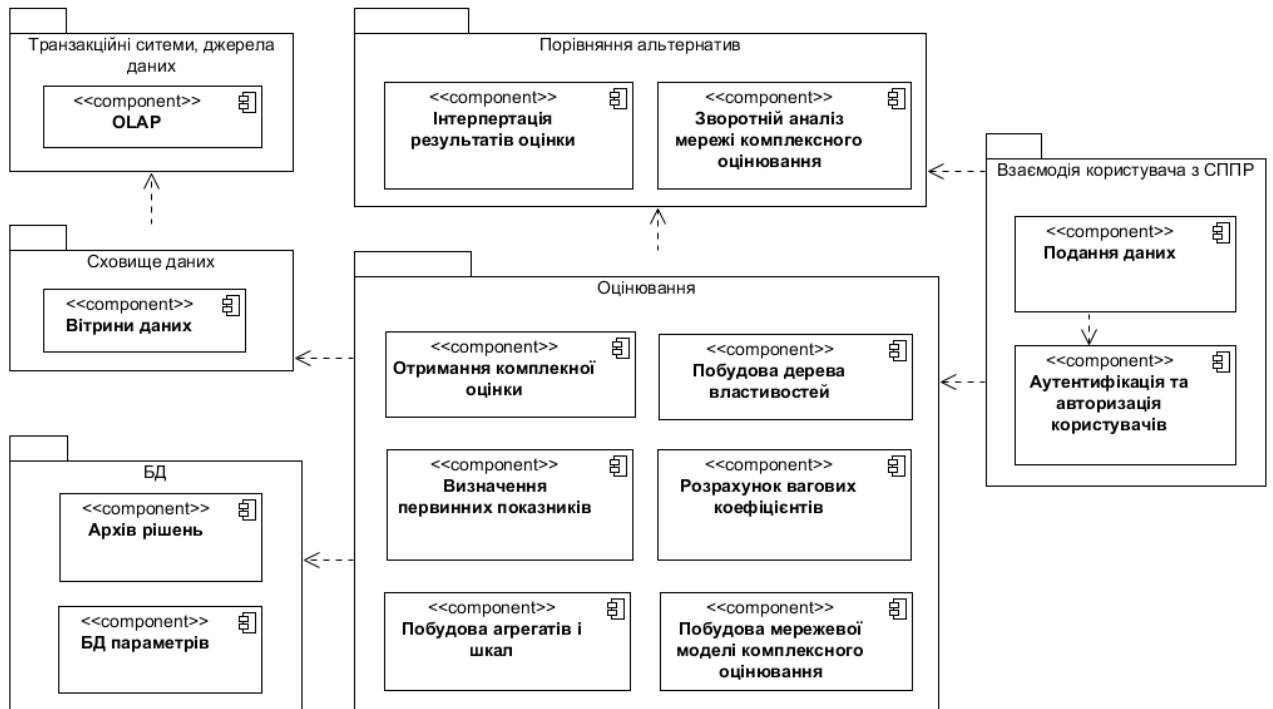


Рисунок 5 – Структура СППР

Оскільки показники ефективності інноваційного проекту неоднорідні за своєю суттю (наприклад, ефект від інвестицій та соціальний ефект) та мають різні одиниці виміру, то неможливо скласти один агрегований показник шляхом згортки їх значень. Тому доцільно сформуванати декілька рівнів агрегованих показників, які послідовно будуть згортатися в один. З іншого боку, проміжні агреговані показники дають оцінку різних аспектів оновлення та можуть використовуватися в процесі оцінювання як самостійні.

Згідно з методом комплексного оцінювання розроблено систему показників та логіку згортки показників, структуру якої наведено на рис. 6. Для формування агрегованих показників використано наступні види згорток: середньозважене арифметичне, середньозважене геометричне, середньозважене гарантованого результату та середньозважене домінуючого результату. Вибір типу згортки залежить від економічного змісту показників, що входять у групу. На основі обробки даних інноваційного проекту сформовано значення показників-входів мережевої системи комплексного оцінювання. Розрахунок агрегованих показників у відповідності до рис. 6 наведено у табл. 2.

Для проведення повноцінного аналізу, крім значення комплексної оцінки, необхідно дослідити всю систему показників, включаючи первинні та агреговані показники.

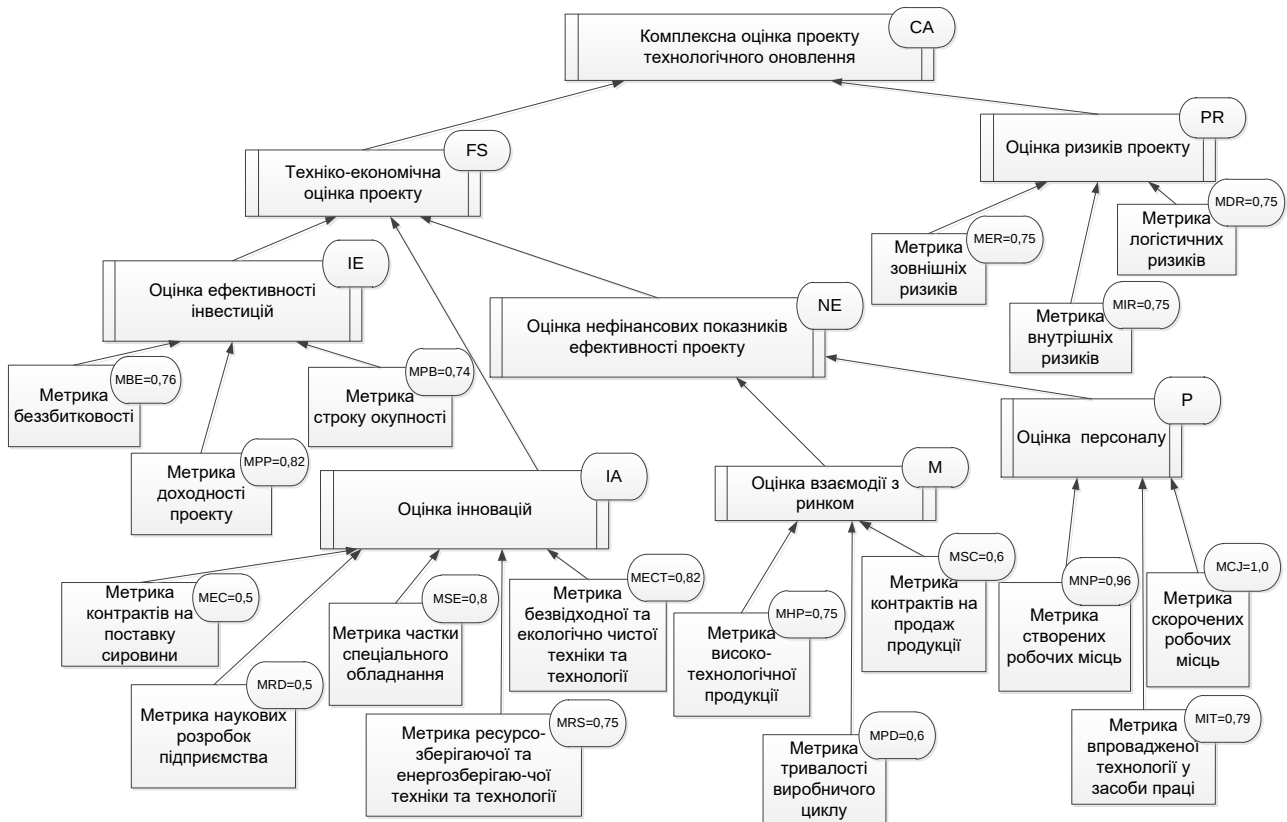


Рисунок 6 – Мережева комплексна оцінка інноваційного проекту

Таблиця 2 – Розрахунок агрегованих показників мережевої системи комплексного оцінювання

Показник	Формула розрахунку	Значення
Оцінка інвестицій проекту	$IE = MBE^{\alpha_{MBE}} \cdot MPP^{\alpha_{MPP}} \cdot MPB^{\alpha_{MPB}}$	0,77
Нефінансова оцінка проекту	$NE = \max \{P, M\}$	0,79
Оцінка персоналу	$P = \min \{MCJ, MNP, MIT\}$	0,79
Оцінка інновацій	$IA = \min \{MEC, MRD, MRS, MECT, MSE\}$	0,5
Оцінка ринку	$M = \min \{MSC, MPD, MHP\}$	0,6
Техніко-економічна оцінка проекту	$FS = IE^{\alpha_{IE}} \cdot NE^{\alpha_{NE}} \cdot IA^{\alpha_{IA}}$	0,73
Оцінка ризиків проекту	$PR = \alpha_{MER} \cdot MER + \alpha_{MIR} \cdot IMIR + \alpha_{MDR} \cdot MDR$	0,79
Комплексна оцінка інноваційного проекту	$CA = FS^{\alpha_{FS}} \cdot PR^{\alpha_{PR}}$	0,75

Отримано комплексну оцінку, яка складає $CA = 0,75$ відносних одиниць та свідчить на користь реалізації проекту. Проведено аналіз чутливості отриманої оцінки до варіації значень первинних показників. У першу чергу досліджено групу фінансових показників (рис. 8).

Складовими комплексної оцінки є техніко-економічне обґрунтування FS та ризику PR . За результатами розрахунків за умови зростання FS на 5 % комплексна оцінка збільшується на 3,33 %, при зростанні значення FS на 15 % комплексна оцінка збільшується на 9,73 %, а при зниженні FS на 15 % комп-

лексна оцінка падає на 10,26 %. Висока чутливість *CA* до зростання та падіння *FS* та значно менша її реакція на зміну *PR* (рис. 8, а) свідчить про доцільність більш детального аналізу складових техніко-економічного обґрунтування.

Показники групи інвестиційної ефективності мають значний вплив як на групу техніко-економічного обґрунтування, так і на комплексну оцінку (рис. 8, б). Зниження *IE* на 15 % знижує *CA* на 9,07 %, а зростання на 15 % – підвищує *CA* на 8,53 %. Варіації *NE* на 15 % в обидва боки викликають зміни *CA* в рамках 1,5 %.

Отже, за допомогою аналізу чутливості визначено, що комплексна оцінка у першу чергу залежить від ефективності інвестицій та взагалі фінансово-економічних чинників. Крім того, повна мінімізація всіх ризиків за проектом призводить до підвищення значення показника *PR* на 35 %, а показник комплексної оцінки збільшується на 2,55 %.

Якість отриманої методики перевірено за допомогою методу кваліметричного аналізу, який показав, що всі основні кваліметричні вимоги виконуються на відміну від традиційного підходу, який не забезпечує кількісної оцінки за шкалою відношень, єдності критерію оцінки, чутливості та монотонності комплексної оцінки.

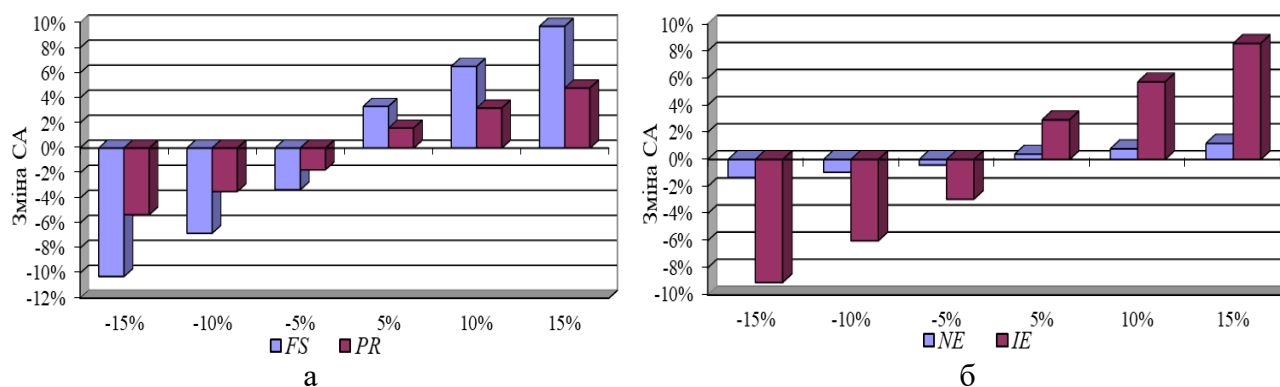


Рисунок 8 – Чутливість комплексної оцінки до зміни значень показників:
а) показники техніко-економічного обґрунтування та оцінки ризиків; б) показники інвестиційної ефективності та нефінансова оцінка

Таким чином, інформаційна технологія комплексного оцінювання багатознакових об'єктів удосконалює та доповнює існуючий підхід до оцінювання інноваційних проектів і не суперечить існуючій практиці, що свідчить про його практичну цінність та обґрунтованість використання.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-практичну задачу розробки моделей та інформаційної технології комплексного оцінювання складних об'єктів багатоознакової природи для підвищення обґрунтованості процесу прийняття рішень.

У ході виконання дисертаційної роботи отримані наступні результати.

1. Проаналізовано існуючі інформаційні технології, методи та моделі оцінювання складних об'єктів та процесів, що дозволило сформулювати основні

вимоги до розробки інформаційної технології комплексного оцінювання багатоознакових об'єктів.

2. Розроблено мережеву модель комплексного оцінювання, яка базується на використанні кваліметричного методу для формування первинних показників та методу послідовного агрегування для побудови метрик агрегованих показників, що дозволяє достатньо повно охарактеризувати об'єкт оцінювання та надає можливості для аналізу отриманої комплексної оцінки.

3. Розроблено метод комплексного оцінювання багатоознакових об'єктів, який за рахунок застосування моделі послідовного агрегування кількісних та якісних показників для побудови агрегованих оцінок, дає можливість збільшити інформативність комплексної оцінки та обґрунтованість рішень, що приймаються.

4. Запропоновано інформаційну технологію комплексного оцінювання багатоознакових об'єктів за рахунок повторного використання компонентів системи комплексного оцінювання, що дозволяє автоматизувати процес обробки даних щодо формування оцінок в задачах підтримки прийняття рішень та вдосконалити процеси вирішення задач прийняття рішень.

5. Отримала подальший розвиток модель процесу обробки даних для формування та аналізу комплексної оцінки, що дозволяє автоматизувати процес формування множини первинних показників та агрегованих показників.

6. Виконано впровадження результатів дисертаційного дослідження на кафедрі менеджменту Луганської державної академії культури і мистецтв (м. Луганськ) в межах інформаційної системи комплексного оцінювання ресурсного забезпечення навчального закладу, у фінансовому управлінні ПАТ «БАНК ФОРВАРД» (м. Київ) для підсистеми оцінки інноваційних проєктів, в межах автоматизації бізнес процесів у ТОВ Харківський технічний центр оцінки «Експертус» (м. Харків), а також у навчальний процес кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій управління НТУ «ХП».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Лютенко И. В. Оценка инвестиционных проектов в сфере высшего образования / И. В. Лютенко, Н. К. Бабич // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків : НТУ «ХП», 2007. – № 41. – С. 113-118.

Здобувачем розроблено модель оцінювання інвестиційних проєктів як багатоознакових об'єктів.

2. Лютенко И. В. Проблемы и задачи инвестиционной деятельности в сфере высшего образования / О. Ю. Чередниченко, И. В. Лютенко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2009. – № 4/3 (40). – С. 15-19.

Здобувачем розроблено класифікацію задач щодо оцінювання інвестиційної діяльності.

3. Лютенко И. В. Технология управления развитием высшего образования на основе вне бюджетного финансирования / О. Ю. Чередниченко, И. В. Лютенко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 4 (38). – С. 120-125.

Здобувачем досліджено базові засади процесу прийняття рішень щодо управління складними системами.

4. Лютенко И. В. Разработка информационной технологии оценки качества высшего образования на уровне ВУЗа / О. Ю. Чередниченко, А. А. Алимова, И. В. Лютенко, С. И. Ершова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 2/8 (44). – С. 21-27.

Здобувачем розроблено компонентну архітектуру підсистеми комплексного оцінювання.

5. Лютенко И. В. Модель квалиметрической оценки качества ресурсов в высшем учебном заведении / О. Ю. Чередниченко, М. А. Тимченко, И. В. Лютенко // Системи обробки інформації. – 2011. – № 2 (92). – С. 215-220.

Здобувачем досліджено модель побудови множини первинних показників, які описують складний об'єкт на основі методу теоретичної кваліметрії.

6. Лютенко И. В. Технология комплексного оценивания качества (на примере ресурсного обеспечения ВУЗа) / О. Ю. Чередниченко, К. А. Тимченко, И. В. Лютенко // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон : ХНТУ, 2011. – № 2 (41). – С. 451-455.

Здобувачем розроблено математичну модель мережевого комплексного оцінювання.

7. Лютенко И. В. Анализ проблемы количественного оценивания качества в системе высшего образования / О. Ю. Чередниченко, И. В. Лютенко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – № 4/2 (58). – С. 49-52.

Здобувачем досліджено питання комплексної оцінки якості на прикладі об'єктів системи вищої освіти.

8. Liutenko I. Towards Modeling of Comprehensive Assessment for Licensing in Higher Education / O. Cherednichenko, O. Yanholenko, I. Liutenko, A. Pylypenko // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – № 3/2 (63). – С. 4-7.

Здобувачем побудовано модель оцінювання готовності ВНЗ до ліцензування на основі методу комплексного оцінювання складних об'єктів.

9. Liutenko I. Issues of Web-Based Monitoring Implementation in Higher Education / O. Cherednichenko, O. Yanholenko, I. Liutenko, A. Norbutaev // International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT). – 2014. – Vol. 3, Issue 3. – P. 26-31.

Здобувачу належить концепція комплексної оцінки для підтримки процесів вимірювання.

10. Лютенко И. В. Модели представления многопризнаковых объектов на основе последовательного агрегирования / И. В. Лютенко, О. Ю. Чередниченко, Е. В. Яковлева, Е. М. Максименко // Вісник Національного технічного універ-

ситету «Харківський політехнічний інститут». – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 1 (1110). – С. 149-154.

Здобувачем досліджено особливості багатоознакових об'єктів та розроблено модель комплексного оцінювання.

11. Лютенко І. В. Підхід та засоби вимірювання суб'єктної диверсності в умовах багатоверсійної розробки програмного забезпечення / Д. Л. Орловський, І. В. Лютенко, С. О. Лілікович // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 45 (1217). – С. 55-58.

Здобувачем досліджено використання методу комплексного оцінювання.

12. Лютенко І. В. Проблеми оцінювання інвестиційних програм розвитку вищого навчального закладу / О. Ю. Чередніченко, І. В. Лютенко // Тези доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – С. 36.

Здобувачем досліджено питання повноти та об'єктивності інформації щодо прийняття інвестиційних рішень.

13. Лютенко І. В. Управление развитием в системе высшего образования на основе внебюджетных механизмов финансирования / О. Ю. Чередниченко, И. В. Лютенко // Тези доповідей 16 Міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика-2009». – Чернівці : Видавництво «Книги-XXI», 2009. – С. 277-279.

Здобувач запропонувала використання методу багатфакторного оцінювання для прийняття рішень в системі вищої освіти.

14. Лютенко І. В. Визначення важливості показників якості ресурсного забезпечення навчального процесу / І. В. Лютенко // Тези доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – С. 13.

15. Лютенко І. В. Методика оценивания качества ресурсного обеспечения учебного процесса / О. Ю. Чередниченко, М. А. Тимченко, И. В. Лютенко // Матеріали 12 Міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології SAIT 2010». – Київ : УНК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2010. – С. 173.

Здобувачу належить методика комплексного оцінювання якості ресурсного забезпечення.

16. Лютенко И. В. Принципы разработки информационной технологии оценивания инвестиций в высшее образование / О. Ю. Чередниченко, И. В. Лютенко, К. А. Тимченко, М. А. Тимченко // Тези доповідей 17 Міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика-2010». – Харків : ХНУРЕ, 2010. – Том 2. – С. 297-298.

Здобувачем запропоновано архітектуру інформаційної системи.

17. Лютенко И. В. Использование информационных технологий для обработки экспертной информации при оценке инвестиционных проектов в сфере

высшего образования / И. В. Лютенко, Фади Тажер // Тези доповідей XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – С. 16.

Здобувачем досліджено проблеми автоматизації обробки експертних оцінок.

18. Лютенко І. В. Моделі комплексного оцінювання ресурсного забезпечення навчального процесу / О. Ю. Чередніченко, І. В. Лютенко, Г. О. Чередніченко // Тези доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології в економіці та управлінні підприємствами, програмами та проектами». – Харків : НАКУ «ХАІ», 2011. – С. 248-250.

Здобувачем розроблено модель комплексного оцінювання.

19. Лютенко І. В. Вибір архітектури програмних рішень для кваліметричної оцінки оргтехніки, яка використовується в учбовому процесі / Ю. О. Славінська, І. В. Лютенко // Тези доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХПІ», 2012. – С. 28.

Здобувачу належить компонентна архітектура підсистеми кваліметричної оцінки оргтехніки.

20. Лютенко І. В. Управление развитием ресурсной базы ВУЗа / И. В. Лютенко, М. А. Гринченко, О. Ю. Чередниченко // Тези доповідей IX Міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». – Київ: КНУБА, 2012. – С. 136-138.

Здобувачем розроблено модель оцінювання варіантів розвитку ресурсного забезпечення.

21. Liutenko I. Issues of Model-Based Distributed Data Processing: Higher Education Resources Evaluation Case Study [Електронний ресурс] / O. Cherednichenko, O. Yangolenko, I. Liutenko // Proceedings of the 8-th International Conference ICTERI 2012, Kherson, Ukraine, June 6-10. – Режим доступу: <http://www.CEUR-WS.org/Vol-848/ICTERI-2012-CEUR-WS-paper-25-p-147-154>.

Здобувач розробила архітектуру інформаційної системи розподіленої обробки даних.

22. Liutenko I. Monitoring and Evaluation Problems in Higher Education: Comprehensive Assessment Framework Development / O. Cherednichenko, O. Yanholenko, I. Liutenko, O. Iakovleva / Proceedings of the 5-th International Conference on Computer Supported Education CSEDU 2013.– Porto : SCITEPRESS. – 2013. – P. 455-460.

Здобувачу належать моделі комплексного оцінювання показників якості в системі моніторингу вищого навчального закладу.

23. Лютенко И. В. Построение шкал составных критериев в задаче оценки уровня ресурсного обеспечения ученого процесса / И. В. Лютенко // Тези доповідей XXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – С. 193.

24. Лютенко І. В. Проблема комплексного оцінювання якості процесу сервісного обслуговування в готельному бізнесі / І. В. Лютенко, А. В. Андрєєв // Тези доповідей XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – С. 23.

Здобувачем досліджено використання методу комплексного оцінювання складних об'єктів для вирішення задач прийняття рішень в готельному бізнесі.

25. Лютенко І. В. Измерение субъектной диверсности в условиях многоверсионной разработки программного обеспечения / И. В. Лютенко, С. А. Лилюкович // Матеріали 18 Міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології SAIT 2016». – Київ : УНК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2016. – С. 385.

Здобувачу належить модель оцінювання диверсності програмного забезпечення.

26. Лютенко І. В. Суб'єктно-орієнтований підхід до забезпечення диверсності N-версійного програмного продукту / С. О. Лілюкович, І. В. Лютенко // Матеріали 19 Міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології SAIT 2017». – Київ : УНК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2017. – С. 295-296.

Здобувачу належить методика аналізу диверсності програмного забезпечення на основі моделі комплексного оцінювання.

АНОТАЦІЇ

Лютенко Ірина Вікторівна. Моделі та інформаційні технології комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів в задачах підтримки прийняття рішень. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2018.

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-практична задача розробки моделей та інформаційної технології комплексного оцінювання складних об'єктів багатоозначової природи для підвищення обґрунтованості процесу прийняття рішень. Проаналізовано існуючі інформаційні технології, моделі та методи оцінювання складних об'єктів та процесів і сформульовано основні вимоги до розробки інформаційної технології комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів. Розроблено моделі побудови множини первинних показників, агрегування показників та інтерпретації комплексної оцінки. Розроблено метод комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів з використанням кваліметричної методики та методу послідовного агрегування показників. Удосконалено інформаційну технологію комплексного оцінювання багатоозначових об'єктів. Результати дослідження впроваджено в практику побудови під-

систем оцінювання в системах підтримки прийняття рішень підприємств Харкова, Києва, а також у навчальний процес кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій управління НТУ «ХПІ».

Ключові слова: інформаційна технологія, багатоозначковий об'єкт, комплексне оцінювання, первинний показник, агрегування показників, кваліметрична методика.

Лютенко Ирина Викторовна. Модели и информационные технологии комплексного оценивания многопризнаковых объектов в задачах поддержки принятия решений. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, 2018.

В диссертационной работе решена актуальная научно-практическая задача разработки моделей и информационной технологии комплексного оценивания сложных объектов многопризнаковой природы для повышения обоснованности процесса принятия решений.

Проанализированы существующие информационные технологии, модели и методы оценки сложных объектов и процессов, сформулированы основные требования к разработке информационной технологии комплексного оценивания многопризнаковых объектов.

Объектом исследования является процесс комплексного оценивания многопризнаковых объектов в задачах поддержки принятия решений. Задача оценивания сложных объектов рассматривается в рамках поддержки принятия решений. В общем случае в процессе принятия решений, не зависимо от предметной области, в обязательном порядке присутствует этап оценивания альтернатив (вариантов решений). Оценивание многопризнаковых объектов, которые не только описываются многими количественными и качественными характеристиками, но и могут существовать в нескольких вариантах представления, является достаточно трудоемкой процедурой, которая требует значительных затрат времени и разработки специальных методов обработки информации. В работе приведена постановка задачи по формализации процесса комплексного оценивания многопризнаковых объектов.

Разработаны модели построения множества первичных показателей, агрегирования показателей и интерпретации комплексной оценки. Разработан метод комплексной оценки многопризнаковых объектов с использованием кваліметрической методики и метода последовательного агрегирования показателей.

Построение совокупности показателей базируется на использовании дерева свойств, которое характеризует интегральное качество объекта оценивания и строится по определенным правилам, подробно исследованным в теоретиче-

ской квалиметрии. Для получения интегрального показателя предложена процедура последовательного комплексного оценивания, при которой вначале сворачиваются отдельные показатели, а потом – уже полученные показатели. Во многих случаях логика свертки определяется деревом целей, структурой и декомпозицией целей и задач системы управления. Для оценки многопризнаковых объектов целесообразна разработка сетевой модели комплексного оценивания, поскольку именно она дает возможность получить агрегированную оценку объекта, учитывать различные группы показателей, его характеризующие, сравнивать альтернативные варианты между собой и выбирать наиболее выгодный с точки зрения поставленных целей.

Предложенный метод комплексного оценивания соединяет методы вербального анализа решений и процедуры снижения размерности пространства признаков, с помощью чего большое число входных характеристик объектов последовательно агрегируется в небольшое число критериев. Шкалы критериев предложено конструировать с помощью комбинаций нескольких методов. Процедура агрегирования признаков имеет блочный характер, за счет чего значительно сокращается трудоемкость и время получения итоговых результатов, появляется возможность их содержательного пояснения.

Для разработки модели сетевой системы комплексного оценивания решаются две задачи: первая – определение структуры сети комплексного оценивания (построение логики последовательной свертки показателей), вторая – определение процедуры получения оценок элементов нижнего уровня, т.е. измерение первичных показателей. Разработанный метод комплексного оценивания позволяет использовать множество показателей, которые характеризуют свойства объекта оценивания и цели управления.

Усовершенствована информационная технология комплексного оценивания многопризнаковых объектов. Предложена функциональная схема информационной технологии, разработана архитектура СППР, проведено тестирование и исследование нагрузки на разработанные программные компоненты. Предложенный метод использован для решения различных задач оценивания: оценка ресурсного обеспечения ВУЗа, самооценка учебного заведения по готовности к лицензированию и аккредитации, оценка инновационных проектов.

Результаты исследования внедрены в практику построения подсистем оценивания в системах поддержки принятия решений предприятий Харькова, Киева, а также в учебный процесс кафедры программной инженерии и информационных технологий управления НТУ «ХПИ».

Ключевые слова: информационная технология, многопризнаковый объект, комплексная оценка, первичный показатель, агрегирование показателей, квалиметрическая методика.

Liutenko Iryna V. Models and information technologies of multiattribute object comprehensive assessment in the tasks of decision-making support. – Manuscript.

The dissertation for a candidate degree in technical sciences, specialty 05.13.06 – Information Technologies. – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, 2018.

Relevant scientific and practical task is solved in the thesis. The models and information technology of multiattribute object comprehensive assessment was developed in order to enhance the validity of the decision-making process. The existing information technologies, models and methods of multiattribute object comprehensive assessment were analyzed. Main requirements for the information technology of multiattribute object comprehensive assessment were designed. Models for the set of primary indicators, aggregation and interpretation of comprehensive assessment were developed. The method of multiattribute object comprehensive assessment was designed using qualimetric methods and method of indicators step-by-step aggregation. Information technology of multiattribute object comprehensive assessment was improved.

Research results were implemented into the practice of assessment subsystems constructing in decision-making systems of Kharkiv and Kiev enterprises, as well as in the educational process of the Software engineering and information technology management department of NTU "KhPI".

Keywords: information technology, multiattribute object, comprehensive assessment, primary indicator, indicator aggregation, qualimetric method.



Підп. до друку 26.01.2018 р. Формат 60х90 1/16.
Папір офсетний. Друк – різнографія. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. арк. 0,9. Наклад 100 прим. Зам. № _____

Надруковано у ТОВ «Планета-Прінт».
ЄДРПОУ 31235131 від 19.12.2002 р.
61002, м. Харків, вул. Багалія, 16