

Козир Світлана Василівна

Аспірантка кафедри системного аналізу та управління,

<https://orcid.org/0000-0002-0576-3926>

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро

Молоканова Валентина Михайлівна

Доктор технічних наук, професор,

професор кафедри системного аналізу та управління,

<https://orcid.org/0000-0002-4353-4948>

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро

ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ ЦІННОСТІ ПРОЄКТІВ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Анотація. У сьомій версії стандарту РМВОК вагомою зміною порівняно з попередніми є системне розуміння «поставки» цінності як частини стандарту. Одним із перших кроків у впровадженні системної моделі управління інтеграцією проєктів у портфелях розвитку дуальної освіти є визначення залучених зацікавлених сторін та оцінка їхніх цінностей. У кожного стейкхолдера свої цінності, які пов'язані зі сферами їх очікувань щодо результатів проєктів. За міру цінності вирішено вибрати її рівень. Проведений аналіз засвідчив, що на сьогодні особливого значення набуває своєчасна і об'єктивна оцінка стану організації, а комплексне оцінювання її стану ґрунтується тільки на якісних шкалах і відношеннях переваги між факторами в структурі ієрархії цих факторів, а отже, перспективним підходом є застосування апарату нечітких множин і «м'які» обчислення. Оскільки серед компонент, які зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів дуальної освіти, наявні як якісні, так і кількісні фактори впливу, тож постає завдання сумісного врахування кількісних і якісних ознак у комплексній оцінці рівня цінності проєктів. Для того щоб на основі кількісної оцінки отримати якісний опис її рівня, необхідно виробити експертний висновок на підставі додаткової інформації, що міститься в гістограмах розподілу факторів. У статті формалізовано перехід від набору гістограм до класифікатора в експертній системі оцінювання рівня цінності проєктів, оскільки до цього такий перехід був предметом евристики й інтуїції експерта. Якість побудованого в такий спосіб класифікатора істотно підвищує обґрунтованість оцінок задачі виокремлення низки нечітких класів. Для реалізації методу застосовується апарат нечітких множин і система нечіткого висновку. Продемонстровано застосування розроблених процедур з оцінювання рівня цінності проєктів дуальної освіти одного із закладів освіти Дніпровського регіону, який має досвід впровадження таких проєктів і певну статистику динаміки працевлаштування випускників за спеціальністю. Отримано значний практичний ефект, оскільки застосування розробленого методу дає змогу оцінити рівні цінностей індикаторів, які формують цінність проєкту, визначити динаміку зміни очікуваних цінностей стейкхолдерів унаслідок впровадження або зміни масштабу певного проєкту дуальної освіти. Оскільки функції належності розрахованих рівнів цінності проєктів дуальної освіти є трапецієдними нечіткими числами, то при управлінні портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з ними можна оперувати як із інтервальними числами.

Ключові слова: цінності проєкту; «м'які» обчислення; дуальна освіта; комплексне оцінювання; об'єкти складних систем; класифікація; фактори впливу; нечіткі множин

Вступ

Системний аналіз процесу управління інтеграцією проєктів, програм або портфеля дуальної освіти дав змогу виокремити такі підсистеми: узгодження компонентів портфеля зі стратегічними цілями, узгодження цінностей, визначення ефективності співпраці, визначення ефективності

інтеграції. Досягнення цілей функціонування підсистем управління інтеграцією проєктів у портфелях розвитку дуальної освіти забезпечить поставку цінностей для випускників, роботодавців, закладів освіти та держави.

У сьомій версії стандарту РМВОК вагомою зміною порівняно з попередніми є системне розуміння поставки цінності як частини стандарту [1].

У контексті реалізації проєктів стандарт наголошує на тому, що проєкти не просто дають результати, а що більш важливо, створюють умови для того, щоб ці результати генерували наслідки, які в кінцевому підсумку приносять цінність для організації та її зацікавлених сторін [2].

Одним із перших кроків у впровадженні системної моделі управління інтеграцією проєктів у портфелях розвитку дуальної освіти є визначення залучених зацікавлених сторін та оцінка їхніх цінностей. Під час провадження проєктів дуальної освіти можна виокремити такі основні типи стейкхолдерів: держава, бізнес-структури, роботодавці регіону, заклади освіти та здобувачі [3].

У кожного стейкхолдера свої цінності, які пов'язані зі сферами їх очікувань щодо результатів проєктів. Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно передбачити, як впровадження певного проєкту дуальної освіти вплине на зміну рівня цінностей кожного зі стейкхолдерів. Таким чином менеджери мають оцінити динаміку зміни очікуваних цінностей стейкхолдерів унаслідок впровадження або зміни масштабу певного проєкту дуальної освіти. За міру цінності вирішено вибрати її рівень. Втім формалізовані методи визначення рівня цінності проєктів дуальної освіти ще не розроблені.

Мета статті

Мета – представити метод формування комплексної оцінки рівня цінності проєктів дуальної освіти і рівнів цінностей його індикаторів, таких як: цінності проєкту для держави, для роботодавців регіону, для закладів освіти та для здобувачів освіти.

Аналіз досліджень і публікацій

Наразі дослідники все частіше відстоюють нову перспективу – мобілізацію нової теорії зацікавлених сторін (New Stakeholder Theory – NST) [4]. Нова теорія зацікавлених сторін – це нова концепція стратегічного менеджменту, яка спирається переважно на організаційну економіку для дослідження й аналізу того, як організації створюють «соціально цінні результати». Іншими словами, як організації створюють цінність у широкому сенсі – тобто, за межами номінальної фідучіарної економіки – через координацію скоординованих колективних дій зі своїми зацікавленими сторонами [5]. Складні проєкти зазвичай ідентифікуються з такими ознаками, як технологічна (та інша) невизначеність, інтереси зацікавлених сторін, взаємозалежність і ризик [6]. Управління проєктами і програмами підготовки фахівців потребує використання знань, навичок, методів та засобів до управління виконанням робіт для задоволення або перевищення потреб та бажань зацікавлених осіб при досягненні мети проєкту [7].

Такі ознаки притаманні й проєктам дуальної освіти. Управління портфелем проєктів все частіше стає інструментом для просування стратегії організації. Використання складних кількісних інструментів стає значною конкурентною перевагою для управління портфелем проєктів [8].

У сучасному проєктному менеджменті доволі поширена точка зору, що головною метою проєктного управління є не отримання фінансового прибутку, а створення нових людських цінностей. «Ідентифікація цінностей, які є прихованими або напівприхованими, та їх узгодження із задекларованими корпоративними цінностями – це найважливіше завдання, яке дуже сильно впливає на успіх портфеля розвитку» [9]. Авторами цієї парадигми запропоновано концепцію створення нечіткої системи підтримки прийняття рішень у процесі формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів.

Серед специфічних компонент, які зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів дуальної освіти, наявні як якісні, так і кількісні фактори [3]. Зустрічається достатня кількість досліджень з пошуку інструментів і формалізованих методів, які б уможливили визначити комплексну або інтегральну оцінку стану організації. Ідея комплексного оцінювання ризику банкрутства корпорації, що ґрунтується тільки на якісних шкалах і відношеннях переваги між факторами в структурі ієрархії цих факторів, висвітлюється в посібнику [10]. В цьому джерелі наявний поверхневий аналіз стану підприємства на основі лише кількісних оцінок. Проте підходи до сумісного врахування якісних і кількісних факторів впливу відсутні.

У статті [11] розроблено економіко-математичну модель для визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві. Отримана комплексна оцінка дає змогу визначити рівень зрілості підприємства з управління проєктами. Проте базується вона знову лише на якісних оцінках.

У роботі [12] розглянуто концептуальний підхід до оцінювання рівня життєздатності страхової компанії на основі теорії нечітких множин. Індикаторами рівня життєздатності тут виступають теж якісні фактори впливу, проте автор цієї статті вже зауважує, що в разі необхідності врахування і кількісних факторів впливу на життєздатність, їх необхідно нормувати. Однак практична реалізація запропонованого підходу відсутня.

Для оцінювання об'єктів складних систем застосовують «м'які» методи [13], що складаються з таких складових, як нейронні мережі, генетичні алгоритми та нечіткі множини. Проте знову акцент на якісні складові підсистем.

Тепер припустимо, що заклад освіти або ж роботодавці мають деякий досвід впровадження проєктів дуальної освіти і в них, можливо, вже накопичилась певна статистика динаміки працевлаштування випускників за спеціальністю. У цьому випадку можна вважати збільшення показників працевлаштування випускників за спеціальністю випадковою величиною і покласти в основу її оцінки ймовірнісний розподіл. Зрозуміло, що побудувати закон розподілу випадкової величини можна на базі величезного обсягу статистичних даних. Наскільки часто заклад освіти або ж роботодавці мають у своєму розпорядженні таку вичерпну інформацію? Також важливо нагадати, що кожен проєкт є унікальним – змінюється продукт, змінюється рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галузі, тож для прийняття обґрунтованого рішення необхідно врахувати наявну в даний момент комбінацію цих факторів.

Проте, навіть «бідна» статистика в поєднанні з експертними оцінками дає можливість спрогнозувати динаміку зміни цінностей стейкхолдерів за допомогою нечітких множин [14].

Домовимось, щопід «бідною» статистикою будемо розуміти таку вибірку спостережень з їхньої генеральної сукупності, яку вважають недостатньою для ідентифікації ймовірнісного закону розподілу з точно визначеними параметрами, але її можна визнати достатньою для того, щоб з тим чи іншим суб'єктивним ступенем достовірності експерта обґрунтувати закон спостережень у ймовірнісній або будь-якій іншій формі, причому параметри цього закону буде задано за спеціальними правилами, щоб задовольнити належну достовірність ідентифікації закону спостережень. Отже, беремо за основу таке: якщо має місце «бідна» статистика факторів, то ймовірнісного розподілу в класичному сенсі на її основі нам побудувати не вдасться. Однак зробити якісні висновки (зокрема провести лінгвістичний аналіз вхідних даних) можна. Далі стоїть задача виокремлення низки нечітких класів.

Є велика кількість способів гранулювання носія (виокремлення низки нечітких класів), у т. ч. за допомогою генетичних алгоритмів [13]. Якість побудованого в такий спосіб класифікатора істотно залежить від кваліфікації експерта, тому що цілком формалізованих методів переходу від набору гістограм до класифікатора не існує. Такий перехід наразі є предметом евристики та інтуїції.

Оскільки серед компонент, які зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів дуальної освіти, наявні як якісні, так і кількісні фактори впливу, тому постає завдання сумісного врахування кількісних і якісних ознак у комплексній оцінці рівня цінності проєктів. Найпростішим способом такого врахування може

стати загрублення отриманих кількісних оцінок до якісного їх опису, з переходом до моделі комплексного оцінювання на основі якісних оцінок. Проте для того щоб на основі кількісної оцінки отримати якісний опис її рівня, необхідно виробити експертний висновок на підставі додаткової інформації, що міститься в гістограмах розподілу факторів. Ці дані можуть виявитися репрезентативними для якісних висновків на їх основі.

Мета статті

Метою дослідження є досягнення цілей управління інтеграцією проєктів у портфелях розвитку дуальної освіти задля забезпечення поставки цінностей для випускників, роботодавців, закладів освіти та держави.

Конкретизація постановки завдання:

- розробити метод формування комплексного оцінювання рівня цінності проєктів дуальної освіти із сумісним врахуванням якісних і кількісних факторів впливу в умовах неповної і невизначеної інформації;
- формалізувати перехід від набору гістограм до класифікатора в експертній системі оцінювання рівня цінності проєктів.

Виклад основного матеріалу

До портфеля проєктів розвитку слід включати лише ті, які мають найбільшу цінність, вписуються в ресурсні обмеження і відповідають стратегічним цілям організації.

Оцінювання рівня цінності проєктів у портфелях розвитку дуальної освіти (ДО) пропонується на основі комплексної оцінки $Q_{project}$, що включає індикатори: комплексної оцінки цінності держави Q_{gov} , комплексної оцінки цінності бізнес-структур і роботодавців регіону Q_{bus} , комплексної оцінки цінності закладів освіти Q_{univ} та комплексної оцінки цінності здобувачів Q_{stud} .

Сформувати комплексну оцінку рівня цінності проєктів дуальної освіти можна з врахуванням специфічних компонент, які зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів, як-от: показник працевлаштування випускників за спеціальністю; ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону, країни; кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за дуальною формою (з розбивкою за галуззю, спеціальностями); ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників; ступінь відповідності проєкту ДО стратегії розвитку закладу освіти; якісний стан компетенцій продукту проєкту ДО; показник працевлаштування в компанії,

де здобувалась освіта за ДФЗО; ступінь досягнення бажаного рівня якості продукту проекту; відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю; рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галузі; тенденція до зростання або спадання попиту на фахівців конкретної спеціальності.

Очевидно, що формувати комплексну оцінку доводиться в умовах неповної і невизначеної інформації, наявності якісних факторів впливу. Це зумовлює застосування теорії нечітких множин і систем із нечіткою логікою та «м'яких» обчислень.

Отже, щоб визначити комплексну оцінку цінності проекту дуальної освіти з використанням як кількісних, так і якісних факторів, пропонується застосувати нечіткі описи факторів, які формують рівень цінності проекту, а також здійснити агрегування даних, зібраних у рамках ієрархії.

Математичну модель комплексної оцінки рівня цінності проекту дуальної освіти відобразимо так:

$$Q_{\text{project}} = F_0(Q_{\text{gov}}, Q_{\text{bus}}, Q_{\text{univ}}, Q_{\text{stud}}) \quad (1)$$

Етапи методу формування комплексного оцінювання рівня цінності проекту

Етап 1. Відображення системи у вигляді моделі багаторівневої ієрархії.

Етап 2. Визначення вагових коефіцієнтів складових моделі на кожному рівні ієрархії.

Застосуємо схему ваг Фішберна для окремих компонент. Системі спадної переваги N альтернатив найкраще відповідає система ваг, що знижуються за правилом арифметичної прогресії:

$$\omega_{ij} = \frac{2(N-j+1)}{(N+1)N}, j = \overline{1, N}, \forall i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

а системі байдужих між собою N альтернатив – набір рівних ваг:

$$\omega_{ij} = N^{-1}, j = \overline{1, N}, \forall i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де ω_{ij} – вага j -ї складової i -ї компоненти l -го рівня ієрархії.

Етап 3. Визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії.

Випадок прояву якісних факторів впливу.

З метою визначення рівня прояву компонент нижнього рівня потрібно кожну зі складових компонент відобразити у вигляді лінгвістичної змінної «Рівень компоненти» із відповідною термножиною значень $L = \{\text{Дуже низький рівень (VL – very low), Низький рівень (L – low), Середній рівень (M – middle), Високий рівень (H – high), Дуже високий рівень (VH – very high)}\}$.

Отже, як сімейство функцій належності може виступати стандартний класифікатор із п'ятьма рівнями на 01-носії, де функції належності – трапецоїдні числа з параметрами $a_1^k, a_2^k, a_3^k, a_4^k$, $k = \overline{1, 5}$ абсцисами нейтральних точок (0.2, 0.4, 0.6, 0.8) (рис. 1).

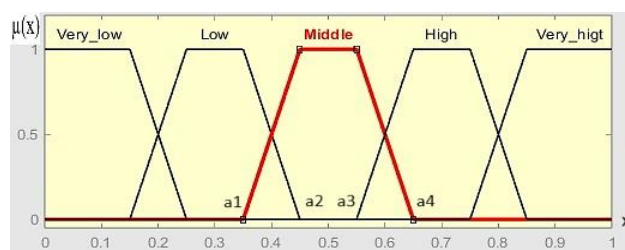


Рисунок 1 – Система трапецоїдних функцій належності на 01-носії

Особливості сумісного врахування кількісних і якісних ознак у комплексній оцінці. Формалізація переходу від набору гістограм до класифікатора

Перехід від чіткого значення змінної до нечіткого здійснюється за процедурою фазифікації. Для того щоб на основі кількісної оцінки отримати якісний опис її рівня, необхідно виробити експертний висновок на підставі додаткової інформації, що міститься в гістограмах розподілу факторів.

Лінгвістична інтерпретація гістограми, залежно від її вигляду, така:

1. Коли гістограма компоненти є унімодальною, з "підозрою" на те, що за цією гістограмою стоїть нормальний розподіл, то визначається середнє значення μ гістограми і середньоквадратичне відхилення від середнього (СКВ) σ . Побудуємо набір із п'яти вузлових точок класифікатора на п'ять рівнів за правилом:

$$\begin{aligned} \mu^1 &= \mu - t_1\sigma; \\ \mu^2 &= \mu - t_2\sigma; \\ \mu^3 &= \mu; \\ \mu^4 &= \mu + t_2\sigma; \\ \mu^5 &= \mu + t_1\sigma, \end{aligned} \quad (4)$$

де t_i – коефіцієнти Стьюдента.

Для кожної вузлової точки класифікатора справедливо, що в ній рівень фактора розпізнають однозначно:

- μ^1 відповідає дуже низькому рівню (VL – very low);
- μ^2 – низькому рівню (L – low);
- μ^3 – середньому рівню (M – middle);
- μ^4 – високому рівню (H – high);
- μ^5 – дуже високому (VH – very high).

Далі поділимо кожен відрізок $[\mu^i, \mu^{i+1}]$ на три зони: зону абсолютної впевненості, зону зниженої впевненості та зону абсолютної непевності. Довжини цих трьох зон становлять пропорцію 1:u:1, де параметр $u \geq 0$ виражає глибину непевності. Для випадку стандартної пенташкали на 01-носії $u = 2$. Отже, вибір u – це вже власне справа розробників класифікатора.

Визначення інтервалів зон абсолютної впевненості:

$$\begin{aligned} VL: & [0, vl + (l - vl)/4]; \\ L: & [l - (l - vl)/4, l + (m - l)/4]; \\ M: & [m - (m - l)/4, m + (h - m)/4]; \\ H: & [h - (h - m)/4, h + (vh - h)/4]; \\ VH: & [vh - (vh - h)/4, U_{max}], \end{aligned} \quad (5)$$

де vl, l, m, h, vh – розпізнані експертами рівні фактора за правилом (4), U_{max} – максимальне значення кількісного фактора, що оцінюється.

Будуємо пенташкалу, що відповідає виокремленим вузловим точкам та інтервалам абсолютної впевненості на носії OU_{max} .

2. Коли у гістограми максимум притиснуто до лівої або правої точки інтервалу носія. Така ситуація свідчить про те, що існує певна тенденція, за якої максимум гістограми не відповідає середньому рівню параметра. Тоді за (4) вибирають тільки три вузлові точки з п'яти: μ^1, μ^3, μ^5 . Дві, що залишилися, μ^2 та μ^4 , наносимо за правилами зваженого середнього. Отже, під час вибору точок μ^2 – низького (L – low) і μ^4 – високого (H – high) рівнів враховуємо профіль гістограми.

Згортку якісних і кількісних ознак можна здійснити лише за нормуванням кількісних, тобто зведення параметрів трапецієдної функції належності до інтервалу $[0,1]$ згідно такої процедури:

$$\begin{aligned} a_i^k norm &= \frac{a_i^k - a_1^k}{a_s^k - a_1^k}, \forall i = \overline{1,4}, \\ \forall k &= \overline{1,s}, \end{aligned} \quad (6)$$

де a_i – відповідає абсцисам вершин трапецієдного числа (a_1, a_2, a_3, a_4) ; s – кількість термів.

Відтак побудована ієрархічна модель із l -рівнями, семантичний простір змінних якої складається із s -термів.

Етап 4. Визначення рівня прояву складових верхнього рівня ієрархії.

Нечітка оцінка i -ї компоненти $(l-1)$ -рівня ієрархії характеризується своєю лінгвістичною оцінкою, що визначається функцією належності на 01-носії x :

$$\mu_i(x) = \sum_{j=0}^N \mu_{ij}(x) \times \omega_{ij}, \forall i = \overline{1,n}, \quad (7)$$

де $\mu_{ij}(x)$ – значення функцій належності термів j -х складових i -ї компоненти l -го рівня ієрархії, розпізнані за своїми лінгвістичними оцінками $L = (L_{i1} \dots L_{iN})$ на множині $L = \{VL, L, M, H, VH\}$; ω_{ij} – вагові коефіцієнти.

Співвідношення (7) – це OWA-оператор Ягера, коли вагами у згортці виступають коефіцієнти Фішберна (OWA – Ordered Weighted Averaging – осереднення з упорядкованими вагами) [13]. Водночас, оскільки функції належності мають трапецієдну форму, то й лінійна суперпозиція (7) є

трапецієдним нечітким числом, відтак можна звести операції з функціями належності до операцій з їхніми вершинами.

Отримані значення функції виду (7) необхідно лінгвістично розпізнати, щоб виробити судження про якісний рівень i -ї компоненти $(l-1)$ -рівня ієрархії. Для цього необхідно зіставити отриману функцію $\mu_i(x)$ і функції, що відповідають стандартному класифікатору із п'ятьма рівнями на 01-носії. У цьому дослідженні близькість функцій належності визначаємо як різновид норми Хемінга v :

$$0 \leq v = 1 - \max \{|a_1 - b_1|, |a_2 - b_2|, |a_3 - b_3|, |a_4 - b_4|\} \leq 1, \quad (8)$$

де (a_1, a_2, a_3, a_4) та (b_1, b_2, b_3, b_4) – трапецієдні числа на 01-носії.

Етап 5. Комплексна оцінка рівня прояву індикаторів цінності проекту $Q_{gov}, Q_{bus}, Q_{univ}, Q_{stud}$, – інтегральних оцінок цінності проекту для держави, бізнес-структур і роботодавців регіону, закладів освіти, здобувачів відповідно.

Пройшовши послідовно знизу доверху за рівнями ієрархії від l -го до першого та застосовуючи співвідношення (7), (8), буде отримано функції належності оцінок $Q_{gov}, Q_{bus}, Q_{univ}, Q_{stud}$, а також лінгвістичну інтерпретацію рівнів прояву цих компонент в цінності проекту дуальної освіти в цілому зі ступенем близькості (8).

Етап 6. Комплексна оцінка рівня цінності проекту дуальної освіти.

Комплексну оцінку рівня цінності проекту загалом отримаємо здійснивши згортку нечітких оцінок індикаторів:

$$\mu_{Q_{projekt}}(x) = \sum_{i=0}^4 \mu_i(x) \times \omega_{1i}, \quad (9)$$

де ω_{1i} – вага i -го індикатора цінності першого рівня ієрархії.

Розпізнавання рівня цінності проекту дуальної освіти із врахуванням цінностей стейкхолдерів, які пов'язані зі сферами їх очікувань щодо результатів проектів, можна здійснювати, зіставляючи лінгвістичні змінні залежно від функції належності (9). Втім лінгвістична зміна «Рівень цінності проекту дуальної освіти» може бути описана стандартним 01-класифікатором із п'ятьма рівнями (рис. 2) та переведена у %. Тоді при управлінні портфелем розвитку дуальної освіти і формуванні моделей порівняльної статистики портфелів можна оцінювати приріст цінності проектів у портфелі.

Реалізація процедур формування комплексної оцінки рівня цінності проекту дуальної освіти

За експериментальну базу дослідження було вибрано формування комплексної оцінки рівня цінності проекту дуальної освіти на базі Державного професійно-технічного закладу «Дніпровський центр професійно-технічної освіти».

Етап 1. Відображення системи у вигляді моделі багаторівневої ієрархії.

Модель цінності проекту дуальної освіти пропонується уявити деревоподібним графом (рис. 2) з ієрархією чинників, які визначають рівень цінності проекту:

$$G = \{F_i\}, \{V_{ij}\},$$

де $\{F_i\}$ – множина вершин компонент; $\{V_{ij}\}$ – множина дуг; F_0 – коренева вершина, що відповідає рівню цінності проекту загалом. Водночас у деревоподібному графі дуги розташовано таким чином: початку дуги відповідає вершина нижнього рівня ієрархії (рангу), а кінцю дуги – вершина рангу, який на одиницю є більше попереднього.

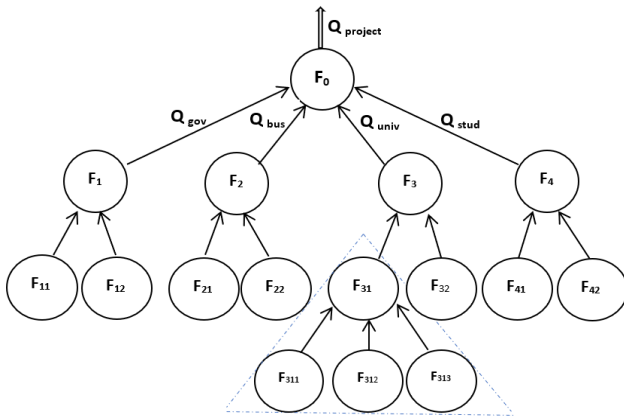


Рисунок 2 – Модель дерева факторів впливу, які формують рівень цінності проекту дуальної освіти

Інтерпретація елементів графа така: $Q_{project}$ – комплексна оцінка рівня цінності проекту дуальної освіти; Q_{gov} – інтегральна оцінка рівня цінності проекту для держави; Q_{bus} – інтегральна оцінка рівня цінності проекту для бізнес-структур і роботодавців регіону; Q_{univ} – інтегральна оцінка рівня цінності проекту для закладів освіти; Q_{stud} – інтегральна оцінка рівня цінності проекту для здобувачів. F_{ij} – фактори, які формують рівень цінності проекту дуальної освіти, $i = \overline{1, n}$, $n=4$; $j = \overline{1, m}$, де n – кількість індикаторів цінності проекту ДО; m – кількість факторів, які пов’язані із i -тим індикатором цінності через вершину F_i . Вершини F_i – функції згортки індикаторів Q_{gov} , Q_{bus} , Q_{univ} , Q_{stud} відповідно, $i = \overline{1, 4}$.

Конкретизація специфічних факторів впливу, що зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проектів, така:

F_{11} – показник працевлаштування випускників за спеціальністю;

F_{12} – ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону, країни;

F_{21} – кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за дуальною формою (з розбивкою за галуззю, спеціальностями);

F_{22} – ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників;

F_{31} – ступінь відповідності проекту дуальної освіти стратегії розвитку закладу освіти;

F_{32} – якісний стан компетенцій продукту проекту дуальної освіти;

F_{41} – показник працевлаштування в компанії, де здобувалась освіта за ДФЗО;

F_{42} – ступінь досягнення бажаного рівня якості продукту проекту;

F_{311} – відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю;

F_{312} – рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галуззі;

F_{313} – тенденція до зростання або спадання попиту на фахівців конкретної спеціальності.

Перший рівень ієрархії складається із чотирьох індикаторів: комплексної оцінки цінності проекту для держави Q_{gov} , комплексної оцінки цінності проекту для бізнес-структур і роботодавців регіону Q_{bus} , комплексної оцінки цінності проекту для закладів освіти Q_{univ} , комплексної оцінки цінності проекту для здобувачів Q_{stud} .

На другому рівні ієрархії містяться структурні складові першого рівня. Так оцінку цінності проекту для держави Q_{gov} формують: показник працевлаштування випускників за спеціальністю F_{11} та ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону, країни F_{12} . І маємо функцію $Q_{gov} = F_1(F_{11}, F_{12})$.

Оцінку цінності проекту для бізнес-структур і роботодавців регіону Q_{bus} визначають за компонентами: кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за дуальною формою (з розбивкою за галуззю, спеціальностями) F_{21} та ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників F_{22} . Тоді $Q_{bus} = F_2(F_{21}, F_{22})$.

Своєю чергою оцінки цінності проекту для закладів освіти Q_{univ} зумовлено: ступенем відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти F_{31} та якісний стан компетенцій продукту проекту дуальної освіти F_{32} . Отже, $Q_{univ} = F_3(F_{31}, F_{32})$.

Відтак оцінки цінності проекту для здобувачів Q_{stud} формують: показник працевлаштування в компанії, де здобувалась освіта за ДФЗО F_{41} і ступінь досягнення бажаного рівня якості продукту проекту F_{42} . Відповідно маємо $Q_{stud} = F_4(F_{41}, F_{42})$.

На третьому рівні ієрархії містяться складові другого рівня лише для компоненти F_{31} – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти, і її можна сформулювати за: відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю F_{311} , рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галузі F_{312} та тенденція до

зростання або спадання попиту на фахівців конкретної спеціальності F_{313} . У попередніх дослідженнях було розроблено систему нечіткого висновку, де задано три вхідні змінні F_{311} , F_{312} та F_{313} [15]. Для визначення варіанта стратегії управління системою дуальної освіти адаптовано модель McKinsey. В результаті роботи системи F_{31} – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти отримує інтервальні оцінки в межах від 1 до 9.

Відтак, компонента F_{31} – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти уже сформована, як одна із компонент другого рівня ієрархії, і реалізацію моделі формування комплексної оцінки рівня цінності проектів дуальної освіти будемо, починаючи з другого рівня ієрархії.

Етап 2. Визначення вагомості складових моделі на кожному рівні ієрархії.

На другому рівні ієрархії містяться по дві структурні складові першого рівня. При цьому експертно визначено наступну систему відношення переваг індикаторів цінності проекту та їх компонент:

$$\begin{aligned} F_1 &\approx F_2 \approx F_3 \approx F_4 \\ F_{11} &\approx F_{12}; \\ F_{21} &> F_{22}; \\ F_{31} &> F_{32}; \\ F_{41} &< F_{42}. \end{aligned} \quad (10)$$

Таблиця 1 – Вагові коефіцієнти індикаторів та їх компонентів у комплексній оцінці цінності проекту дуальної освіти

Індикатори комплексної оцінки цінності проекту ДО	Позначення індикатора	Ваговий коефіцієнт індикатора	Компоненти, що формують індикатори	Позначення компоненти	Ваговий коефіцієнт компоненти
Цінність проекту для держави	Q_{gov}	0,25	показник працевлаштування випускників за спеціальністю	F_{11}	0,5
			ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону, країни	F_{12}	0,5
Цінність проекту для бізнес-структур і роботодавців регіону	Q_{bus}	0,25	кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО	F_{21}	0,667
			ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників	F_{22}	0,333
Цінність проекту для закладів освіти	Q_{univ}	0,25	ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти	F_{31}	0,667
			якісний стан компетенцій продукту проекту ДО	F_{32}	0,333
Цінність проекту для здобувачів	Q_{stud}	0,25	показник працевлаштування в компанії, де здобувалась освіта за ДФЗО	F_{41}	0,333
			ступінь досягнення бажаного рівня якості продукту проекту	F_{42}	0,667

Із застосуванням схеми ваг Фішберна для окремих компонент за (2) та (3) отримано вагові коефіцієнти, які сформовано в табл. 1.

Етап 3. Визначення рівня прояву складових нижніх рівнів ієрархії

На третьому рівні ієрархії.

Три вхідні змінні F_{311} , F_{312} та F_{313} формують компоненту F_{31} – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти. Використано попередньо розроблену експертну систему із засобами нечіткого виведення системи MATLAB.

На базі Державного професійно-технічного закладу «Дніпровський центр професійно-технічної освіти»(ДПЦТО) з року 2018 за спеціальністю «токарь» здійснюється навчання за ДФЗО. Уклали договори про співпрацю з підприємством ДПВО «Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова та ТОВ Науково-виробниче підприємство «Джерело». Цінність освітніх програм за спеціальностями сильно корельовано із попитом-пропозицією на ринку праці. У структурі вакансій за 2022 – 2023 рр. професійна група «робітники з обслуговування, експлуатації устаткування» [17] перебувала в межах [15.7, 22.7]%, тобто із найвищим попитом серед інших професійних груп.

З 2018 р. всі випускники отримують третій кваліфікаційний розряд, на який є попит у роботодавців, всі випускники працевлаштовані за спеціальністю.

Для цього випадку оцінки вхідних змінних:

- F311 – відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю – 8 балів;
- F312 – рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галузі – 8 балів;
- F313 – тенденція попиту на фахівців спеціальності «токар» – зростання.

Результат роботи експертної системи – 8.09 (рис. 3). Це доволі висока оцінка (VH), чітка оцінка, що належить інтервалу в межах від 1 до 9. Результати виокремлення низки нечітких класів для цього інтервалу відповідно до (5) і нормування за (6) для розпізнаного – дуже високого (VH) – рівня прояву компоненти F₃₁ наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Класифікація компоненти F₃₁ – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти

Рівень компоненти F ₃₁ (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
VH(1-9)	6.25	6.75	9.0	9.0
VH(0-1)	0.656	0.719	1.0	1.0

На другому рівні ієрархії.

• Для проекту дуальної освіти на базі «Дніпровського центру професійно-технічної освіти» за спеціальністю «токар», на основі наявної інформації, експертні оцінки якісного показника працевлаштування випускників за спеціальністю F₁₁ можна відобразити у вигляді лінгвістичної змінної «Рівень компоненти» із відповідним значенням термножини L=Дуже високий рівень (табл. 3).

Таблиця 3 – Класифікація компоненти F₁₁ – працевлаштування випускників за спеціальністю

Рівень компоненти F ₁₁ (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
VH(0-1)	0.75	0.85	1.0	1.0

• Компонента F₁₂ – ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону, країни – кількісна оцінка, і для якісного опису її рівня необхідно виробити експертний висновок на основі додаткової інформації, що міститься в гістограмах розподілу фактора навантаження на 1 вакансію (рис. 4). Її можна побудувати за аналітичними даними «Попит та пропозиція на зареєстрованому ринку праці Дніпропетровської області» 2023 р. за видами економічної діяльності [16].

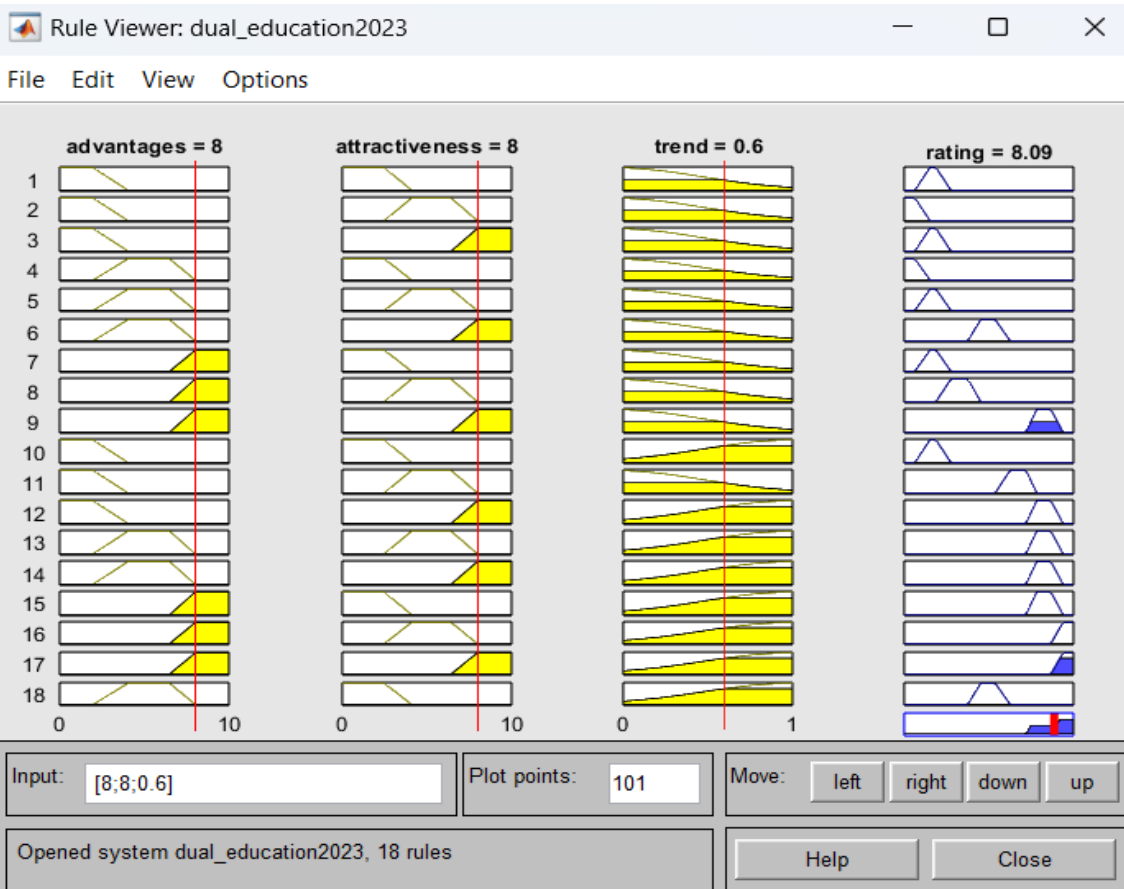


Рисунок 3 – Рівень прояву компоненти F₃₁ – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти



Рисунок 4 – Гістограма розподілу фактора «Навантаження на 1 вакансію»

Але чим нижче навантаження на одну вакансію, тим вища вірогідність працевлаштування. Якщо виконувати класифікацію за діаграмою (рис. 4), то дуже високий рівень (VN – very high) буде зліва. Несуперечливе агрегування даних в ієрархії можливо лише тоді, коли компоненти можна зіставити зі стандартним класифікатором на 01-носії, тобто рівні системи функцій належності зростають зліва направо. Тому як показник візьмемо «коефіцієнт навантаження на 1 вакансію» (k_{low}), який означає питому вагу можливості працевлаштування за певним видом економічної діяльності, а тоді $F_{12} \equiv k_{low}$ (рис. 5). Гістограма невиразна, зосереджена та притиснута до лівої точки інтервалу носія, максимум гістограми не відповідає середньому рівню параметра.



Рисунок 5 – Гістограма розподілу фактора «Коефіцієнт навантаження на вакансію»

За вибіркою середнє значення $\mu = 0.4$ і СКВ $\sigma = 0.3$. Тоді за (4) обирають тільки три вузлові точки з п'яти: $\mu_1 = 0.1$, $\mu^3 = 0.4$, $\mu^5 = 1$. Дві, що залишилися, наносимо за правилами зваженого середнього: $\mu^2 = 0.216$ та $\mu^4 = 0.5$. Отже, під час вибору точок μ^2 – низького (L – low) і μ^4 – високого (H – high) рівнів враховуємо профіль гістограми.

Будуємо функції належності класифікатора, що відповідає виділеним вузловим точкам та інтервалам абсолютної впевненості (5): VL = [0, 0.13], L = [0.187, 0.262], M = [0.354, 0.425], H = [0.465, 0.625], VN = [0.875, 1] на носії 0-1 (рис. 6). Таким чином за цим кількісним носієм моделі здійснено лінгвістичне розпізнавання і побудовано відповідний класифікатор із п'яти рівнів (рис. 6).

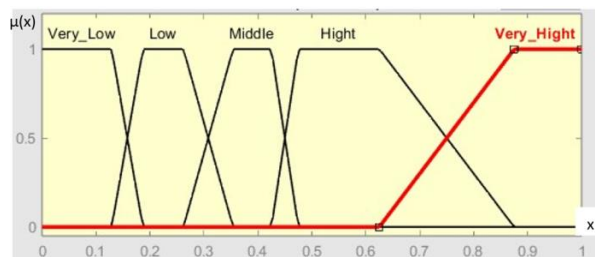


Рисунок 6 – Система функцій належності класифікатора компоненти F_{12} – ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону

• Компонента F_{21} – кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за дуальною формою розбивкою за спеціальностями – кількісна оцінка. Щоб отримати якісний опис її рівня необхідно виробити експертний висновок на основі додаткової інформації, що міститься в гістограмі розподілу цього фактора.

Згідно аналітичного звіту за результатами третього року пілотного проекту, що реалізується відповідно до Наказу МОНУ від 15.10.2019 № 1296 «Щодо запровадження пілотного проекту в закладах фахової передвищої та вищої освіти з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти» [17], побудовано гістограму розподілу фактора «кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО за спеціальностями» (рис. 7).



Рисунок 7 – Гістограма розподілу фактора «Кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО за спеціальностями»

Тут можна зіставити гістограмі шкалу на 5 рівнів, кожному словесному елементу якої відповідає нечітке число. Для носія $X = [0, 10]$ визначаємо: $\mu = 4$, $\sigma = 2$. Побудуємо набір із п'яти вузлових точок класифікатора на 5 рівнів за правилом (4). Опишемо підхід:

1) значення «0» носія гістограми видається експертам дуже низьким (vl), а значення «8» – дуже високим (vh). Звідси і з (9) випливає, що: $t_1 = (4-0)/2 = (8-4)/2 = 2$;

2) значення «2» носія видається експертам низьким (l), тому: $t_2 = (2-2)/2 = 1$. Отже, несуперечлива класифікація дає $\mu^4 = \mu + t_2 \cdot \sigma = 4 + 1 \cdot 2 = 6$;

3) отже, п'ять вузлових точок класифікатора такі: $\mu^1 = 0$, $\mu^2 = 2$, $\mu^3 = 4$, $\mu^4 = 6$, $\mu^5 = 8$.

4) будемо пенташкалу, що відповідає виділеним вузловим точкам та інтервалам абсолютної впевненості (5): $VL = [0, 0.5]$, $L = [1.5, 2.5]$, $M = [3.5, 4.5]$, $H = [5.5, 6.5]$, $VH = [7.5, 8.5]$ на носії 0-10.

Кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО за спеціальністю «токарь» – 2. Це чітка оцінка, що належить інтервалу в межах від 0 до 10. Результати виокремлення низки нечітких класів для цього інтервалу відповідно до (5) і нормування за (6) для розпізнаного – низького (L) – рівня прояву компоненти F_{21} наведено в табл. 4. Виконано перехід від вихідного інтервалу носія до 01-інтервалу.

Таблиця 4 – Класифікація компоненти F_{21} – кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за дуальною формою

Рівень компоненти F_{21} (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
	a_1	a_2	a_3	a_4
L(0-10)	0.5	1.5	2.5	3.5
L(0-1)	0.05	0.15	0.25	0.35

- Для проекту дуальної освіти на базі «Дніпровського центру професійно-технічної освіти» за спеціальністю «токарь» наявна інформація про те, що з 2018 р. всі випускники отримують 3-й кваліфікаційний розряд, на який є попит у роботодавців. Отже, експертні оцінки якісного показника F_{22} – ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників, можна відобразити у вигляді лінгвістичної змінної «Рівень компоненти» із відповідним значенням терм-множини $L =$ Дуже високий рівень (VH – very high) та відобразити в табл. 5.

- Компонента F_{32} – якісний стан компетенцій продукту проекту ДО проявлена тим фактом, що за результатами державної атестаційної комісії за 2022–2023 навчальний рік 90% випускників за спеціальністю «токарь» досягли високого і достатнього рівня знань. Оцінку цього якісного показника відображено відповідним значенням терм-множини $L =$ Високий рівень (H – high) та внесено в табл. 5.

- F_{41} – показник працевлаштування в компанії, де здобувалась освіта за ДФЗО оцінено експертами як «Високий рівень (H – high) і внесено в табл. 5, бо наявна інформація, що 12% випускників продовжили навчання в закладах вищої освіти.

- І компоненті F_{42} – ступінь досягнення бажаного рівня якості продукту проекту, що оцінюється здобувачем освіти, поставлено оцінку «Дуже високий рівень» (VH – very high) терм-множини L та відображено в табл. 5, оскільки всі

випускники отримують 3-й кваліфікаційний розряд, який є найвищим на цьому освітньому рівні.

Таблиця 5 – Класифікація факторів впливу $F_{22} – F_{42}$

Компонента	Рівень компоненти (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
		a_1	a_2	a_3	a_4
F_{22}	VH(0-1)	0.75	0.85	1.0	1.0
F_{32}	H(0-1)	0.55	0.65	0.75	0.85
F_{41}	H(0-1)	0.55	0.65	0.75	0.85
F_{42}	VH(0-1)	0.75	0.85	1.0	1.0

Етап 4. Визначення рівня прояву складових верхнього рівня ієрархії.

Оскільки на третьому рівні ієрархії застосовано попередньо розроблену експертну систему із засобами нечіткого виведення системи MATLAB і згорнуто компоненти F_{311} , F_{312} та F_{313} до компоненти F_{31} – ступінь відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти, яка є на другому рівні ієрархії, то отримали систему лише з двома рівнями. І етап 4 об'єднано з наступним етапом.

Етап 5. Комплексна оцінка рівня прояву індикаторів цінності проекту Q_{gov} , Q_{bus} , Q_{univ} , Q_{stud} .

На другому рівні ієрархії містяться по дві структурні складові першого рівня. Враховуючи визначену систему відношення переваг індикаторів цінності проекту та їх компонент (10) та значення табл. 1 і пройшовши послідовно знизу доверху за рівнями ієрархії від третього до першого та застосовуючи співвідношення (7), (8), отримано функції належності рівня оцінок Q_{gov} , Q_{bus} , Q_{univ} , Q_{stud} , а також лінгвістичну інтерпретацію рівнів прояву цих компонент в цінності проекту дуальної освіти в цілому. Мірою розпізнавання рівня прийнято різновид норми Хеммінга (8). Оцінки зведено в табл. 6.

Етап 6. Комплексна оцінка рівня цінності проекту дуальної освіти.

Комплексну оцінку рівня цінності проекту загалом отримаємо, здійснивши згортку нечітких оцінок індикаторів за (9). У результаті отримано функцію належності рівня цінності проекту $Q_{project}$ та лінгвістичну інтерпретацію цього показника зі ступенем близькості з еталонною функцією розподілу (шкала L, рис. 1), визначеною за нормою Хеммінга (8). Рівень цінності проекту дуальної освіти і його лінгвістична оцінка зведено в табл. 6.

Отже, при тому що цінність проекту для роботодавців регіону розпізнана як середня, цінність проекту дуальної освіти загалом із врахуванням цінностей інших стейкхолдерів, які пов'язані зі сферами їх очікувань стосовно результатів проекту, розпізнана як висока. Однак, зрештою, поява в результатах середніх оцінок має спонукати менеджмент проекту до відповідних висновків.

Таблиця 6 – Комплексна оцінка рівня цінності проєкту дуальної освіти

Індикатори комплексної оцінки	Позначення індикатора	Рівень цінності	Ступінь близькості	Відповідні вершини класифікації рівня			
				a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
Цінність проєкту дуальної освіти загалом	Q _{project}	високий (H)	0,917	0,569	0,681	0,833	0,867
Цінність проєкту для держави	Q _{gov}	дуже високий (VH)	0,938	0,688	0,863	1	1
Цінність проєкту для роботодавців регіону	Q _{bus}	середній (M)	0,916	0,283	0,383	0,499	0,566
Цінність проєкту для закладу освіти	Q _{univ}	дуже високий (VH)	0,846	0,621	0,696	0,917	0,95
Цінність проєкту для здобувачів освіти	Q _{stud}	дуже високий (VH)	0,917	0,683	0,783	0,917	0,95

Висновки

Розроблено і реалізовано метод формування комплексної оцінки рівня цінності проєктів дуальної освіти із сумісним врахуванням якісних і кількісних факторів впливу. Застосування отриманого методу дає змогу оцінити рівні цінностей індикаторів, які отримано у вигляді функцій належності інтегральних оцінок цінності проєкту для держави, роботодавців регіону, закладів освіти, та здобувачів освіти відповідно, а також лінгвістичну інтерпретацію рівнів прояву цих компонент в цінності проєкту дуальної освіти в цілому. Також визначено ступінь

близькості розпізнаних рівнів цінності індикаторів і самого проєкту з еталонною функцією належності. Оскільки функції належності є трапецоїдними нечіткими числами, то при управлінні портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з ними можна оперувати як із інтервальними числами. У розробленому методі формалізовано перехід від набору гістограм до класифікатора в експертній системі оцінки рівня цінності проєктів. Якість побудованого в такий спосіб класифікатора істотно підвищує обґрунтованість оцінок експертів у задачі виокремлення низки нечітких класів. Наступний етап дослідження – оптимізація портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

Список літератури

1. Настанова до Зводу знань з управління проєктами (Настанова РМВОК) - Сьоме видання: Project Management Institute. 2021.
2. Husieva Y., Chumachenko I. Conceptual approach to decision support for requirements and value management in projects. *Management of Development of Complex Systems*. 2020. 0 (41). 21–27. DOI: 10.32347/2412-9933.2020.41.21-27.
3. Козир С. В., Молоканова В. М. Системний аналіз управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2023. 1. 40–49. DOI: 10.32782/IT/2023-1-6.
4. Gil N. A. Cracking the megaproject puzzle: A stakeholder perspective? *International Journal of Project Management*. 2023. 41 (3). 102455. DOI: 10.1016/j.ijproman.2023.102455.
5. McGahan A. M. The New Stakeholder Theory on Organizational Purpose. *Strategy Science*. 2023. 8 (2). 245–255. DOI: 10.1287/stsc.2023.0184.
6. Vaez-Alaei M., Deniaud I., Marmier F., Cowan R., Gourc D. (2024). How partners' knowledge base and complexity are related to innovative project success: The roles of trust and trust capability of partners. *International Journal of Project Management*. 2024. 42(1). 102557. DOI: 10.1016/j.ijproman.2023.102557.
7. Бушуев С. Д., Морозов В. В. Динамічне лідерство в управлінні проєктами: монографія. Київ: Українська асоціація управління проєктами, 1999. 312 с.
8. Fiala P. (2021). New trends in project portfolio management. *Trendy v Podnikání*. 2021. 10 (3). 4–11. DOI: 10.24132/jbt.2020.10.3.4_11.
9. Бушуев С. Д., Молоканова В. М. Формалізація методу врахування ціннісних мемів у портфелях розвитку організацій та ІКТ-інструменти його реалізації. *Information Technologies and Learning Tools*. 2017. 62 (6). 1. DOI: 10.33407/itlt.v62i6.1956.

10. Зайченко Ю. П. Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах: навч. посіб. / за заг. ред. М. З. Згуровського Київ: Видавничий дім «Слово», 2008. 334 с.
11. Чайковська І. Економіко-математична модель формування комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проектами на підприємстві. *Modeling the development of the economic systems*. 2022. 1. 92–107. DOI: 10.31891/mdes/2022-3-12.
12. Гриценко К. Г. Комплексне оцінювання рівня життєздатності страхової компанії на основі нечіткої ієрархічної моделі. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2012. 10. 92–98.
13. Цюцюра М. І., Єрукаєв А. В., Крук П. О., Лисицин О. Б. “М’які” методи обчислення в оцінці об’єктів складних систем. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 55. С. 104 – 108, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.104-108.
14. Желдак Т. А., Коряшкіна Л. С., Ус С. А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / за ред. С.А. Ус. Дніпро: НТУ «ДП», 2020. 387 с.
15. Kozyr S. V., Molokanova V. M. Application of fuzzy evolutionary methods for the development of dual-education projects. *Herald of Advanced Information Technology*. 2022. 5(4). 325–341, DOI: 10.15276/hait.05.2022.24.
16. Попит та пропозиція на зареєстрованому ринку праці Дніпропетровської області. URL: <https://dnp.dcz.gov.ua/analitics/view>.
17. Бучинська О., Давліканова О., Іщенко Т., Лилик І., Чайковська А., Яшкіна О. Аналітичний звіт за результатами третього року пілотного проекту в закладах фахової передвищої та вищої освіти з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти». Київ: ТОВ «Вістка», 2022.

Стаття надійшла до редколегії 03.03.2024

Kozyr Svitlana

Postgraduate of System Analysis and Control Department,

<https://orcid.org/0000-0002-0576-3926>

Dnipro University of Technology, Dnipro

Molokanova Valentyna

DSc (Eng.), Professor of System Analysis and Control Department,

<https://orcid.org/0000-0002-4353-4948>

Dnipro University of Technology, Dnipro

COMPREHENSIVELY ASSESSING THE VALUE LEVEL OF DUAL EDUCATION PROJECTS

Abstract. *In the seventh version of the PMBOK standard, a significant change is the systematic understanding of the "delivery" of value as part of the standard. Implementing a systematic model for managing project integration in dual education development portfolios involves identifying stakeholders and assessing their values. Each stakeholder has their own values related to their expectations regarding project outcomes. The level of value was chosen as a measure. This article presents a method for forming a comprehensive assessment of the level of value of dual education projects and the levels of value of its indicators, such as the value of the project for the state, for business structures and employers in the region, for educational institutions, and for students. The analysis showed that today a timely and objective assessment of the state of the organisation is especially important, and a comprehensive assessment of its state is based only on qualitative scales and relations of superiority between factors in the structure of the hierarchy of these factors, and thus a promising approach is the use of fuzzy sets and systems of fuzzy logic. Since the components that determine the formation of values of each stakeholder in the results of dual education projects include both qualitative and quantitative factors, the task is to take into account both quantitative and qualitative features in a comprehensive assessment of the level of value of projects. In order to provide an objective evaluation of its level through quantitative assessment, it is necessary to develop an expert opinion using additional information from the histograms of the factors' distribution. This article formalises the transition from a set of histograms to a classifier in an expert system for assessing the value of projects. Previously, this transition relied on heuristics and expert intuition. The validity of estimates for distinguishing fuzzy classes is significantly improved by constructing the classifier in this manner. The method utilises the fuzzy set apparatus and fuzzy inference system. The article presents a demonstration of the developed procedures for assessing the value level of dual education projects in an educational institution located in the Dnipro region. The institution has prior experience in implementing such projects and has collected statistics on the employment of graduates in the relevant field. The application of the developed method has resulted in a significant practical effect. It enables us to assess the levels of indicator values that form the project's value, and to determine the dynamics of changes in stakeholders' expected values due to the implementation or change in scale of a dual education project. As the membership functions of the calculated levels of value for dual education projects are trapezoidal fuzzy numbers, they can be treated as interval numbers when managing a portfolio of dual education development projects.*

Keywords: *project values; "soft" calculations; dual education; integrated assessment; objects of complex systems, classification; influencing factors; fuzzy sets*

References

1. Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). (2021). Seventh edition. Newtown Square, Pennsylvania : *Project Management Institute, Inc.*
2. Husieva, Y. & Chumachenko, I. (2020). Conceptual approach to decision support for requirements and value management in projects. *Management of Development of Complex Systems*, 41, 21–27. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.21-27>
3. Kozyr, S. & Molokanova, V. (2023). System analysis of project integration management in dual education development portfolios. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 1, 40–49. <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-6>
4. Gil, N. A. (2023). Cracking the megaproject puzzle: A stakeholder perspective? *International Journal of Project Management*, 41(3), 102455. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2023.102455>
5. McGahan, A. M. (2023). The New Stakeholder Theory on Organizational Purpose. *Strategy Science*, 8(2), 245–255. <https://doi.org/10.1287/stsc.2023.0184>
6. Vaez-Alaei, M., Deniaud, I., Marmier, F., Cowan, R. & Gourc, D. (2024). How partners' knowledge base and complexity are related to innovative project success: The roles of trust and trust capability of partners. *International Journal of Project Management*, 42(1), 102557. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2023.102557>
7. Bushuiev, S. D. & Morozov, V. V. (1999). Dynamic leadership in project management: Monograph (*Ukrainian Project Management Association*).
8. Fiala, P. (2021). New trends in project portfolio management. *Trendy v Podnikání*, 10(3), 4–11. https://doi.org/10.24132/jbt.2020.10.3.4_11
9. Bushuiev, S. D. & Molokanova, V. M. (2017). Formalisation of the method of taking into account value memes in the development portfolios of organisations and ICT tools for its implementation. *Information Technologies and Learning Tools*, 62(6), 1. <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1956>
10. Zaychenko, Y. P. (2008). Fuzzy models and methods in intelligent systems. Kyiv: Slovo Publishing House.
11. Chaikovska, I. (2022). Economic-mathematical model for comprehensive assessment of the formation level of knowledge areas of project management at the enterprise. *Modeling the development of the economic systems*, 1, 92–107. <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-3-12>
12. Gritsenko, K. G. (2012). Comprehensive assessment of the level of viability of an insurance company based on a fuzzy hierarchical model. *Volodymyr Dahl East Ukrainian National University Bulletin*, 10(181), 92–98.
13. Tsiutsiura, M., Yerukaiev, A., Kruk, P. & Lysytsin, O. (2023). “Soft” calculation methods in the evaluation objects of complex systems. *Management of Development of Complex Systems*, 55, 104–108, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.104-108](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.104-108).
14. Zheldak, T. A., Koryashkina, L. S. & Us, S. A. (2020). Fuzzy sets in control and decision-making systems: Study guide.
15. Kozyr, S. V. & Molokanova, V. M. (2022). Application of fuzzy evolutionary methods for the development of dual-education projects. *Herald of Advanced Information Technology*, 5(4), 325–341. <https://doi.org/10.15276/hait.05.2022.24>
16. Regional Employment Centre of Dnipro. (2024, January 27). URL: <https://dnp.dcz.gov.ua/analytics/view>.
17. Buchynska, O., Davlikanova, O., Ishchenko, T., Lilik, I., Chaikovska, A. & Yashkina, O. (2022). Analytical report on the third year results of the dual studies pilot project.

Посилання на публікацію

- APA Kozyr, Svitlana & Molokanova, Valentyna (2024). Comprehensively assessing the value level of dual education projects. *Management of Development of Complex Systems*, 57, 83–95, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.83-95](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.83-95).
- ДСТУ Козир С. В., Молоканова В. М. Формування комплексної оцінки рівня цінності проєктів дуальної освіти. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 57. С. 83 – 95, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.83-95](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.83-95).