

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОЗИР СВІТЛАНА ВАСИЛІВНА

УДК 004.2-004.94:658.012

ДИСЕРТАЦІЯ

**УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ
ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ЕВОЛЮЦІЙНИХ МЕТОДІВ**

Спеціальність 124 – Системний аналіз

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ С.В. Козир

Науковий керівник: **Молоканова Валентина Михайлівна**,
доктор технічних наук, професор

Дніпро – 2025

АНОТАЦІЯ

Козир С.В. Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційних методів - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 – Системний аналіз – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». Україна. Дніпро. 2025.

В дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна задача управління портфелем проєктів розвитку системи дуальної освіти на основі еволюційних методів.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є обґрунтування теоретико-методичних засад, розробка моделей, методів та інструментів вдосконалення прийняття рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти на базі закладу вищої освіти з використанням еволюційних методів.

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі:

1. Вперше запропоновано модель формування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти закладу вищої освіти, яка базується на комплексному оцінюванні цінності проєктів з урахуванням специфічних компонентів для кожної зацікавленої сторони. Реалізація цієї моделі забезпечує підвищення якості управлінських рішень щодо розвитку дуальної освіти.

2. Вперше запропоновано математичну модель розподілу вибіркового освітніх компонентів між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти, яка, на відміну від існуючих аналогів, базується на критеріях зменшення трудомісткості підготовки та викладання вибіркового дисциплін учасниками освітнього процесу. Застосування моделі забезпечує: оптимальний розподіл навчального навантаження між закладом вищої освіти та роботодавцями протягом усього періоду навчання; досягнення здобувачами цільового рівня компетентностей відповідно до вимог конкретного проєкту

дуальної освіти; інтеграції інтересів усіх зацікавлених сторін у процес формування змісту підготовки фахівців; гнучке коригування освітніх програм відповідно до актуальних запитів ринку праці та потреб роботодавців.

3. Удосконалено метод визначення пріоритетного портфеля в умовах багатокритерійної оптимізації, який, на відміну від існуючих підходів, дозволяє ідентифікувати недоміновані рішення за допомогою евристичного алгоритму виділення та порівняння ознак ситуацій. Це забезпечує ефективний відбір проєктів до портфеля, їх класифікацію за групами для застосування диференційованих стратегій-сценаріїв управління портфелем. Використання методу у складі методики підготовки інформації для підтримки прийняття управлінських рішень сприяє адаптації до різноманітних обмежень і підвищенню якості остаточного вибору портфеля.

4. Удосконалено підхід до розв'язання завдання багатокритеріального групового прийняття рішень, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на використанні інтерактивного дашборду як інструменту колективної взаємодії та впровадженні еволюційного методу сценарного планування. Це забезпечує ефективну комунікацію між членами експертної групи координаційного центру закладу вищої освіти та сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень щодо формування портфеля проєктів.

5. Дістав подальшого розвитку еволюційний метод сценаріїв за рахунок розробленого алгоритму виділення та порівняння ознак ситуацій для класифікації проєктів-кандидатів за групами, що зменшує обчислювальну складність і дозволяє ефективно працювати з великими множинами проєктів.

6. Дістала подальшого розвитку термінологія понять: «дуальність моделювання», «проєкт дуальної освіти», «цінність продукту проєкту дуальної освіти» - шляхом уточнення відмітних ознак, притаманних продукту проєкту; а також «інтеграційні процеси портфеля розвитку дуальної освіти закладу вищої освіти» та «збалансований портфель проєктів розвитку дуальної освіти» - через узгодження інтересів зацікавлених сторін у межах проєктів розвитку системи

дуальної освіти. Це створює підґрунтя для формування методологічних основ системного управління розвитком дуальної освіти.

Практичне значення одержаних результатів. Виявлені в дисертаційній роботі особливості портфелів розвитку дуальної освіти, розроблені моделі та методи склали наукову базу для розробки практичного інструментарію управління портфелем розвитку дуальної освіти у закладі вищої освіти.

Застосовність отриманих результатів полягає в тому, що запропоновані в дисертаційному дослідженні моделі та методи формують науково-методичне підґрунтя для створення інформаційних технологій, здатних як у комплексі, так і окремо сприяти процесу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти у закладі вищої освіти.

У першому розділі проведено аналіз задач інформаційно-аналітичного супроводу процесів прийняття керуючих рішень в управлінні розвитком дуальної освіти у закладі вищої освіти. Розглянуто стан та проблеми управління розвитком дуальної освіти в Україні в контексті глобалізаційних процесів. Відзначено необхідність обґрунтування теоретико-методичних засад, моделей, методів та інструментів вдосконалення прийняття рішень щодо проєктів розвитку дуальної освіти на базі закладу вищої освіти. Показано, що задачі визначення оптимальних параметрів портфеля проєктів розвитку закладу вищої освіти можуть бути зведені до багатокритеріальних задач параметричної оптимізації. Для їх ефективного розв'язання доцільно застосовувати методи багатокритеріального аналізу рішень (MCDA), які забезпечують побудову аналітичної процедури прийняття рішень, здатної підвищити їх якість порівняно зі стандартними підходами. У розділі обґрунтовано, що для вирішення задачі формування стратегічного портфеля розвитку широко використовуються еволюційні методи, а саме - сценарне планування. Еволюційні методи особливо ефективні для розвитку складних систем, аналіз і планування яких потребують урахування непередбачуваності, складності та динамічності середовища, оскільки вони базуються на ідеї, що майбутнє не є фіксованим, а формується в результаті взаємодії багатьох змінних. Очевидно, що з практичної точки зору

доцільно продовжувати роботу в напрямку розробки нових методів і вдосконалення алгоритмів чисельного розв'язання задач визначення пріоритетного портфеля в умовах багатоцільової оптимізації з метою зниження їх інформаційної складності з використанням еволюційних методів. Виявлено відсутність інтегрованої моделі узгодженої взаємодії всіх учасників дуальної освіти, яка б забезпечувала ефективне професійне становлення здобувачів та сприяла їх адаптації до соціального середовища. Встановлено, що існуючі моделі не містять оцінки цінності продукту проєкту дуальної освіти та переліку показників, які враховують особливості реалізації таких проєктів. Аналіз інформаційного забезпечення засвідчив відсутність оцінювання цінності продукту через дефіцит актуальних даних щодо реальних і прогнозованих запитів роботодавців на компетентності майбутніх фахівців. Аналіз сутності виявлених проблем довів, що ефективним підходом до впровадження цілеспрямованих змін в системі освіти є проєктно-орієнтований підхід до управління розвитком дуальної освіти. У розділі наголошено на ефективності еволюційного підходу, а саме - сценарного планування до розв'язання задачі формування стратегічного портфеля розвитку дуальної освіти з урахуванням цінностей всіх зацікавлених сторін.

В другому розділі зазначено, що розвиток освітніх систем відбувається насамперед через управління організаційними та інформаційними процесами, і в цьому сенсі дуальна освіта є складною ієрархічною системою. В ході аналізу освітньої системи показано, що назріла потреба у ширшому застосуванні процесно-орієнтованого підходу, який краще пасує до динамічного контексту з багатьма зацікавленими сторонами, враховує бачення ефективності проєкту різними зацікавленими сторонами, а також враховує їхні розбіжності в очікуваннях, що підвищує ймовірність успіху проєктів. У розділі розглянуто процеси формування портфеля, які представлені у вигляді графічних моделей IDEF0 процесів роботи експертної групи стосовно відбору проєктів до портфелю з урахуванням мінливого зовнішнього оточення та очікувань зацікавлених сторін.

У розділі запропоновано метод визначення пріоритетного набору проєктів дуальної освіти у портфелі закладу освіти з урахуванням обмежень на фінансування, який дозволяє на основі ранжування проєктів прийняти рішення та впорядкувати включення кожного проєкту до портфеля розвитку дуальної освіти. Удосконалено метод конкурентного аналізу портфельних складових для формування складу портфеля розвитку ДО шляхом застосування експертних методів, які відрізняються застосуванням структурованої техніки для візуалізації проблем і їхніх рішень у вигляді точкової діаграми із множиною Парето за критеріями «цінність-ризик» для побудови сценарію розвитку системи. Далі представлено розробку комплексної системи дуальної освіти шляхом формування портфоліо проєктів. Розроблено спрощений алгоритм формування портфоліо проєктів, що дозволяє збільшити швидкість реагування на зміни в управлінні портфоліо в освітній сфері. Запропоноване рішення розвитку освітньої системи через портфоліо з використанням експертних методів, які відрізняються застосуванням принципу Парето-оптимальності рішення для побудови сценарію розвитку системи.

В третьому розділі розглянуто запропоновані різними авторами концепції та моделі управління портфелями проєктів, які демонструють деякі спільні недоліки. В процесі моделювання управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти для закладу вищої освіти запропоновано модель багатоцільової оптимізації та розгорнутий алгоритм, які генерують набір оптимальних рішень Парето з метою максимізації його цінності з урахуванням існуючих ресурсних та будь-яких інших обмежень, що можуть виникати в процесі його формування. Запропоновано модель складових комплексної оцінки рівня цінності проєкту розвитку дуальної освіти, що охоплює чотири групи індикаторів: для держави, бізнес-структур і роботодавців регіону, закладів освіти та здобувачів. Розглянуто метод формування комплексної оцінки, який дозволяє визначити рівні цінності проєктів через функції належності інтегральних оцінок. Кожному трапецоїдному нечіткому числу відповідає чітке число, що забезпечує ранжування альтернатив у задачі формування портфеля проєктів із застосуванням ціннісно-орієнтованого

підходу та теорії нечітких множин.

У розділі вдосконалено аналітичний маркетинговий інструмент - модель McKinsey - шляхом інтеграції траєкторії еволюції спеціальності до її критеріїв оцінювання. Це дало змогу не лише визначати конкурентний статус на поточний момент із подальшою його прямолінійною екстраполяцією, як передбачено базовою методикою, а й здійснювати прогнозування змін конкурентного статусу та формувати відповідну стратегію управління проектом. На основі цього запропоновано оригінальну модель задачі ранжування спеціальностей як проектів-кандидатів до портфеля розвитку на етапі ініціювання проектів дуальної освіти, що враховує їх потенціал майбутньої прибутковості в стратегічній перспективі. Запропоновано удосконалення системної моделі управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти додаванням бази даних із наявною інформацією про попередній досвід та шляхом виокремлення трьох етапів та задач на кожному із них. Представлено аналітичну модель управління портфелем рішень, як систему супроводу прийняття рішень в умовах неповної та залежної інформації про ймовірності різних сценаріїв, в основу якої покладено класифікацію проектів розвитку дуальної освіти із застосуванням алгоритму виділення і порівняння ознак ситуацій.

В четвертому розділі проведена формалізація методу підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проектів розвитку дуальної освіти. Показано, що для формування множини Парето-оптимальних рішень за двома цілями «цінність-ризик» доцільно використання кластеризації проектів та створення моделей портфелів на основі отриманих кластерів. У розділі представлено інноваційний застосунок у вигляді інтерактивного звіту та дашборду в Microsoft Power BI, що пропонує практичні рекомендації для осіб, які приймають рішення в контексті аналізу портфельних рішень, що забезпечує підтримку розширеного аналізу вигоди і втрат, визначаючи проекти, на яких слід зосередити подальшу увагу. Для випадку, коли бюджет є «м'яким обмеженням», яке можна певною мірою регулювати,

обчислення всіх ефективних портфелів допомагає визначити, які проекти є надійним вибором на будь-якому рівні бюджету.

У розділі розв'язано задачу розподілу вибіркового дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти. У результаті сформовано індивідуальні освітні траєкторії здобувачів в умовах дуальної форми здобуття освіти, що забезпечило ефективний розподіл навчального навантаження між закладом вищої освіти та роботодавцями з урахуванням трудомісткості викладання вибіркового дисциплін. Успішне виконання індивідуальних планів здобувачами забезпечить досягненню цільового рівня компетентностей відповідно до вимог конкретного дуального проекту.

Застосування запропонованої інформаційної технології підтримки прийняття рішень дозволяє прогнозувати потребу у освітніх ресурсах, підвищує ефективність та якість управлінських рішень щодо портфеля проектів розвитку дуальної освіти у складних сценаріях, враховує інтереси зацікавлених сторін та невизначеність. Технологія потребує попередньої розробки реляційної бази даних із наявною інформацією про успішно реалізовані проекти. Формування остаточного портфелю рішень спирається на корисні дані, основані на попередньому досвіді, наявні в базі даних проектів дуальної освіти.

Отримані результати засвідчують доцільність і перспективність використання запропонованої інформаційної технології підтримки прийняття рішень на основі еволюційних методів для ефективного планування та управління розвитком дуальної освіти у закладах вищої освіти.

Ключові слова: проектна компетентність, портфель проектів, проектний менеджмент, система підтримки прийняття рішень, розвиток освітнього простору, ідентифікація цінностей, стратегічне планування, цільова функція, нейронні мережі, еволюційний метод, оптимізація, інформаційна система, симплекс метод, дуальність моделювання.

ABSTRACT

Kozyr S.V. Management of dual education development projects portfolio based on evolutionary methods - Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

PhD thesis in the speciality 124 - System Analysis - Dnipro University of Technology, Ukraine. Dnipro, 2025.

The dissertation solves the topical scientific and applied problem of managing a portfolio of dual education system development projects based on evolutionary methods.

The aim and objectives of the research. The work aims to substantiate the theoretical and methodological foundations and develop models, methods, and tools for improving decision-making regarding the portfolio of dual education development projects based on higher education institutions using evolutionary methods.

Scientific novelty of the results obtained. In the dissertation:

1. For the first time, a model for forming a portfolio of dual education development projects for higher education institutions has been proposed, based on a comprehensive assessment of the value of projects, taking into account specific components for each stakeholder. The implementation of this model ensures an improvement in the quality of management decisions regarding the development of dual education.

2. For the first time, a mathematical model for the distribution of selective educational components among participants in the educational process in a dual form of education has been proposed, which, unlike existing analogues, is based on criteria for reducing the labour intensity of training and teaching selective disciplines by participants in the educational process. The application of the model ensures: optimal distribution of the educational load between higher education institutions and employers throughout the entire period of study; achievement by applicants of the target level of competencies in accordance with the requirements of a specific dual education project; integration of the interests of all stakeholders in the process of

forming the content of specialist training; flexible adjustment of educational programmes in accordance with current labour market demands and employer needs.

3. The method for determining the priority portfolio in conditions of multi-criteria optimisation has been improved, which, unlike existing approaches, allows identifying non-dominated solutions using a heuristic algorithm for identifying and comparing situation characteristics. This ensures the effective selection of projects for the portfolio and their classification into groups for the application of differentiated portfolio management strategies and scenarios. The use of this method as part of the methodology for preparing information to support management decision-making facilitates adaptation to various constraints. It improves the quality of the final portfolio selection.

4. The approach to solving the problem of multi-criteria group decision-making has been improved, which, unlike existing ones, is based on the use of an interactive dashboard as a tool for collective interaction and the implementation of an evolutionary scenario planning method. This ensures effective communication between members of the expert group of the coordination centre of the higher education institution and contributes to the adoption of informed management decisions on the formation of the project portfolio.

5. The evolutionary scenario method has been further developed through the development of an algorithm for identifying and comparing situation characteristics for classifying candidate projects, which reduces computational complexity and allows for practical work with large sets of projects.

6. The terminology of the concepts of «duality», «dual education project», «value of a dual education project product» was further developed by clarifying the distinctive features inherent in the project product; as well as «integration processes of the dual education development portfolio of a higher education institution» and «balanced portfolio of dual education development projects» by coordinating the interests of stakeholders within the framework of dual education system development projects. This establishes the foundation for the development of methodological frameworks for the systematic management of dual education.

Practical significance of the results obtained. The features of dual education development portfolios identified in the dissertation and the models and methods developed formed the scientific basis for developing practical tools for managing the dual education development portfolio in higher education institutions.

The applicability of the results obtained lies in the fact that the models and methods proposed in the dissertation research form the scientific and methodological basis for the creation of information technologies capable of contributing, both collectively and individually, to the process of making management decisions regarding the portfolio of dual education development projects in higher education institutions.

The first chapter analyses the tasks of information and analytical support for management decision-making processes in managing dual education development in higher education institutions. It examines the state and problems of dual education development management in Ukraine in the context of globalisation processes. The need to substantiate the theoretical and methodological foundations, models, methods and tools for improving decision-making on dual education development projects based on higher education institutions is noted. It is shown that determining the optimal parameters of a higher education institution's development project portfolio can be reduced to multi-criteria parametric optimisation tasks. For their effective solution, it is advisable to use multi-criteria decision analysis (MCDA) methods, which construct an analytical decision-making procedure capable of improving their quality compared to standard approaches. The section substantiates those evolutionary methods, namely scenario planning, are widely used to solve the problem of forming a strategic development portfolio. Evolutionary methods are particularly effective for the development of complex systems, the analysis and planning of which require taking into account the unpredictability, complexity and dynamism of the environment, since they are based on the idea that the future is not fixed but is formed as a result of the interaction of many variables. From a practical point of view, it is advisable to continue developing new methods and improving algorithms for the numerical solution of problems of determining a priority portfolio in conditions of multi-objective

optimisation to reduce their information complexity using evolutionary methods. When studying the issue of forming portfolios of dual education development projects, the absence of an integrated model of mutually beneficial relations between all stakeholders in the dual education system aimed at ensuring the practical training of applicants for their independent professional activity and social adaptation in work collectives was revealed. It was established that existing models for assessing the value of dual education project products lack a list of assessment indicators that would consider the specifics of implementing such projects. Research on information provision revealed a lack of assessment of the value of dual education project products due to a lack of reliable information about employers' current and future needs in terms of employee competencies. An analysis of the essence of the identified problems showed that a practical approach to implementing targeted changes in the education system is a project-oriented approach to managing the development of dual education. The section emphasises the effectiveness of an evolutionary approach, namely scenario planning, to solving the task of forming a strategic portfolio for the development of dual education, considering all stakeholders' values.

The second chapter states that the development of educational systems occurs primarily through the management of organisational and information processes. In this sense, dual education is a complex hierarchical system. The analysis of the education system shows that there is a pressing need for a broader application of a process-oriented approach, which is better suited to a dynamic context with many stakeholders, takes into account the vision of project effectiveness by various stakeholders, and also takes into account their differences in expectations, which increases the likelihood of project success. The section examines the portfolio formation processes, which are presented in the form of IDEF0 graphical models of the expert group's work processes for selecting projects for the portfolio, considering the changing external environment and stakeholder expectations.

The section proposes a method for determining a priority set of dual education projects in the portfolio of an educational institution, taking into account funding constraints, which allows, based on the ranking of projects, to make decisions and

organise the inclusion of each project in the dual education development portfolio. The method of competitive analysis of portfolio components for forming the composition of the dual education development portfolio has been improved by applying expert methods, which differ in the use of structured techniques for visualising problems and their solutions in the form of a scatter plot with a Pareto set according to the 'value-risk' criteria for building a system development scenario. Next, developing a comprehensive dual education system through forming a project portfolio is presented. A simplified algorithm for forming a project portfolio has been developed, which allows for an increase in the speed of response to changes in portfolio management in the educational sphere. The proposed solution for developing the educational system through a portfolio using expert methods differs in applying the Pareto-optimality principle of the solution for building a system development scenario.

The third chapter examines the concepts and models of project portfolio management proposed by various authors, demonstrating some common shortcomings. In the process of modelling the management of a portfolio of dual education development projects for a higher education institution, a multi-objective optimisation model and a detailed algorithm are proposed, which generate a set of Pareto optimal solutions to maximise its value, taking into account existing resources and any other constraints that may arise in the process of its formation. A model of components of a comprehensive assessment of the value of a dual education development project is proposed, which includes the following four groups of indicators: the value of the project for the state, the value of the project for business structures and employers in the region, the value of the project for educational institutions, and the value of projects for applicants. A method for forming a comprehensive assessment of the value of a dual education project is considered, which allows assessing the value levels of projects in the form of membership functions of integral value assessments. Each trapezoidal fuzzy number is assigned a clear number, which ensures the ranking of project alternatives in forming a project portfolio using a value-oriented approach and fuzzy set theory.

In this section, the McKinsey model, an analytical marketing tool, has been enhanced by incorporating the trajectory of the speciality's evolution into its evaluation criteria. This made it possible not only to determine the competitive status at the current moment with its further linear extrapolation, as provided for by the basic methodology, but also to forecast changes in competitive status and form an appropriate project management strategy. Based on this, an original model for ranking specialities as candidate projects for the development portfolio at the stage of initiating dual education projects has been proposed, which takes into account their potential for future profitability in a strategic perspective.

It is proposed that the systemic model of managing a portfolio of dual education development projects be improved by adding a database with available information on previous experience and identifying three stages and tasks for each. An analytical model for managing a portfolio of decisions is presented as a system for supporting decision-making in conditions of incomplete and dependent information about the probabilities of different scenarios, based on the classification of dual education development projects using an algorithm for identifying and comparing the characteristics of situations.

The fourth chapter formalizes the method of preparing information to support management decisions regarding the portfolio of dual education development projects. It shows that to form a set of Pareto-optimal solutions for two 'value-risk' objectives, it is advisable to use project clustering and create portfolio models based on the clusters obtained. The chapter presents an innovative application in the form of an interactive report and dashboard in Microsoft Power BI, which offers practical recommendations for decision-makers in portfolio decision analysis, providing support for advanced benefit-cost analysis and identifying projects that deserve further attention. In cases where the budget is a 'soft constraint' that can be adjusted to a certain extent, calculating all effective portfolios helps to determine which projects are a reliable choice at any budget level.

The section solves the problem of distributing elective disciplines among participants in the educational process in a dual form of education. As a result,

individual educational trajectories of applicants in the conditions of dual education have been formed, which ensured an adequate distribution of the educational load between higher education institutions and employers, taking into account the labour intensity of teaching elective disciplines. The successful implementation of individual plans by applicants will ensure the achievement of the target level of competencies for the requirements of a specific dual project.

Using the proposed information technology for decision support allows forecasting the need for educational resources, increases the efficiency and quality of management decisions regarding the portfolio of dual education development projects in complex scenarios, and considers the interests of stakeholders and uncertainty. The technology requires the prior development of a relational database with available information on successfully implemented projects. The formation of the final portfolio of decisions is based on valuable data from previous experience available in the dual education project database.

The results confirmed the promising application of the proposed information technology for decision support based on the evolutionary method for effective planning and management of the development of dual education in higher education institutions.

Keywords: project competence, project portfolio, project management, decision support system, development of academic space, identification of values, strategic planning, target function, neural networks, evolutionary method, optimisation, information system, simplex method, duality of modelling.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку фахових видань, затвердженого МОН України:

1. 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. URL: <https://doi.org/10.15276/hait.05.2022.24>

(особистий внесок автора - ідея модифікації аналітичної моделі McKinsey шляхом інтеграції тренду еволюції спеціальності до ключових критеріїв моделі)

2. Kozyr S. V., Molokanova V. M. Project portfolio modeling for the regional dual education development. *Information Systems and Technology*. 2023. Vol. 6. С. 28–42. URL: <https://doi.org/10.15276/aait>

(особистий внесок автора - удосконалення системної моделі управління портфелем проєктів шляхом побудови контекстної діаграми IDEF0)

3. Козир С., Молоканова В. . Системний аналіз управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2023. № 1. С. 40–49. URL: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-6>

(особистий внесок автора - узагальнена системна модель управління інтеграціями проєктів в портфелі дуальної освіти)

4. Козир С. В., Молоканова В. М. Формування комплексної оцінки рівня цінності проєктів дуальної освіти. *Управління розвитком складних систем* 2024. № 57. С. 83–95. URL: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.83-95>

(особистий внесок автора – системна модель дерева факторів впливу, які формують рівень цінності проєкту дуальної освіти; побудова класифікатора, що враховує профіль гістограми)

5. Козир С.В. Модель формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача в умовах дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2025, Вип. 3.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Kozyr S., Sliesariev V. Algorithm for Selecting and Comparing of Situations Features of Intelligent Decision-Making Support System // *2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Deggendorf, Germany, September 15 - 17, 2021.* – P. 657-661. URL: <https://doi.org/10.1109/ACIT52158.2021.9548528> (Scopus)

(особистий внесок автора – ідея алгоритму, проведення експериментів).

7. Козир С.В., Нечіткий підхід у формуванні портфеля розвитку дуальної освіти / «Наукова весна» 2023: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 1–3 березня 2023 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2023: с.179 -180.

8. Козир С.В., Молоканова В.М. Адаптація моделі McKinsey для управління стратегічним портфелем закладів освіти / «Інформаційні технології: теорія і практика»: Тези доповідей VI-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 2023 р., м. Харків [Електронний ресурс] /– Харків : ХНУМГ імені О.М.Бекетова, 2023: с. 54-58.

(особистий внесок автора - ідея модифікації аналітичної моделі McKinsey шляхом інтеграції тренду еволюції спеціальності до ключових критеріїв моделі)

9. Козир С.В. Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з використанням експертних методів на основі принципу Парето/ *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь: наука та інновації», 22-24 листопада 2023 р.- с.19-20.*

10. Kozyr S.V. Open and dual education for sustainable national development /VII (I) Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «інформаційні технології: теорія і практика» 20 – 22 березня 2024 р (Дніпро - Україна)/ Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Свідлер А.Л., 2024-03. С. 452-453.

11. Козир С.В. Проєктний підхід до управління розвитком української дуальної освіти / XXI міжнародна конференція «Управління проєктами у

розвитку суспільства». Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / Київ: КНУБА, 2024. – С. 128-132.

12. Kozyr S.V. The system approach to the management of a portfolio of dual education development projects / Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами», Коблево, 9-13 вересня 2024 р. Збірник праць. - Харків: ХНУРЕ, 2024. с. 29-33.

13. Molokanova, V., Kozyr, S. Integrating decision support techniques into Agile project management. In *Decision support systems in project and program management, [Text]: Collective monograph edited by I. Linde*. European University Press. Riga: ISMA. 2024. P. 129-139. URL: <https://doi.org/10.30837/MMP.2024.129>.

(особистий внесок автора – аналіз методів прийняття рішень у проєктах з урахуванням впливу рівня цінностей особи, яка приймає рішення).

14. Козир С.В. Модель формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів розвитку дуальної освіти/Інформаційні технології: теорія і практика: Тези VIII (II) Міжнародної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Запоріжжя-Харків-Дніпро, 2-4 квітня 2025 р.) с.58-62.

15. Kozyr Svitlana, Molokanova Valentyna Value-oriented portfolio management of dual education development / *Proceedings of the International Workshop “Chatbot, Gaming & AI Techniques Applied in Student Digital Education” (May, 12-13, 2025, Uzhhorod, Ukraine)* / Uzhhorod: Uzhhorod National University, 2025. p. 19 – 24.

(особистий внесок автора – ієрархічна модель складових комплексного оцінювання рівня цінності проєкту).

16. Molokanova, V., Kozyr, S. (2025). Methods of introducing Digital transformation into the organizations development. *Innovative technologies for project and program management: Collective monograph edited by I. Linde*. European University Press. Riga: ISMA. 2025.

(особистий внесок автора – аналітичний огляд методів впровадження цифрової трансформації в розвиток організацій).

ЗМІСТ

Вступ	22
1 Інформаційно-аналітичний огляд стану знань з управління освітніми проєктами, проблеми та напрямки досліджень.	30
1.1 Основоположні тенденції проєктного управління розвитком дуальної освіти в контексті глобалізаційних процесів	30
1.2. Стан та проблеми проєктного управління розвитком дуальної освіти в Україні	38
1.3. Ціннісно-орієнтовані засади проєктного управління розвитком дуальної освіти в епоху економіки знань	47
1.4 Огляд невирішених проблем у сфері портфельного управління розвитком дуальної освіти та обґрунтування методів розв’язку поставленої задачі	53
Висновки за розділом 1	68
2 Системна модель проєктно-орієнтованого підходу до управління розвитком дуальної освіти	69
2.1 Системний аналіз управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти	70
2.3 Моделювання портфеля проєктів регіонального розвитку дуальної освіти.	84
2.4. Метод управління розвитком освітніх процесів в умовах невизначеності із застосуванням експертних методів на основі правила Парето	90
Висновки до розділу 2	96
3 Побудова моделі управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційних методів	98
3.1 Формування базових моделей управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти	98
3.2 Метод формування комплексної оцінки рівня цінності проєкту дуальної освіти	107
3.3 Метод управління кейсами спеціальностей дуальної освіти на основі моделей еволюції системи.....	118
3.3.1 Моделювання стратегії управління системою дуальної освіти з використанням моделі McKinsey та апарату нечітких множин і нечіткої логіки	121

3.4 Модель портфеля проєктів розвитку дуальної освіти на основі сценаріїв для побудови надійних і активних стратегій	131
3.5 Модель розподілу вибірових дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти	149
Висновки за розділом 3.....	153
4 Метод підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти	155
4.1. Формалізація методу підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти	155
4.2. Методика підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо коригування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти	161
4.3. Експериментальне дослідження методики підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти	164
4.4. Розв'язування задачі розподілу вибірових дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти.....	189
Висновки за розділом 4.....	194
Висновки	195
Перелік використаних джерел.....	198
Додатки.....	218
А - Список опублікованих праць за темою дисертації	218
Б - Python-алгоритм методу групування проєктів	221
В - Перелік компетентностей бакалавра з системного аналізу	223
Г - Акт впровадження результатів дослідження	224
Д - Акт впровадження результатів дослідження	225
Е - Акт впровадження результатів дослідження	227
Ж - Акт впровадження результатів дослідження	229

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ANFIS – Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System

MCDA – Multi-Criteria Decision Analysis

MOZOLP –Multi-Objective Zero-One linear programming

PDA – Portfolio Decision Analysis

PMBOK – A Guide to the Project Management Body of Knowledge

ДО – дуальна освіта

ДФЗО – дуальна форма здобуття освіти

ОП – освітня програма

ОПР – особа, яка приймає рішення

СДО – система дуальної освіти

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В Україні відбувається модернізація система освіти, наголошуючи на її практичній спрямованості. У 2018 році, коли Кабінет Міністрів України схвалив Концепцію дуальної освіти, головною метою реформування освіти проголошено підвищення якості професійної підготовки фахівців. Заклади освіти, що використовують дуальну форму, прагнуть забезпечити студентів актуальними практичними компетентностями та підвищити власну конкурентоспроможність.

В «Концепції підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти» (2018) позначені проблеми системи освіти України:

- «неготовність випускників працювати за фахом;
- незадоволеність ринку праці якістю освіти, що веде до відповідної потреби в додатковому оперативному навчанню на робочому місці;
- недостатньо ефективна робота закладів вищої, фахової передвищої і професійної освіти, що породжує велику частку випускників, які не працюють за професіями;
- неефективне використання трудових ресурсів роботодавцями;
- неефективне використання найкращого для навчання часу здобувачів освіти з питань здобуття професійних компетентностей тощо».

Оскільки в сучасних умовах господарювання нові знання, результати наукових досліджень та творчої діяльності, становляться головним фактором виробництва, визначають конкурентні переваги суб'єктів господарської діяльності, то особливої уваги набуває впровадження інноваційних знань та технологій у практичну діяльність вищої освіти, орієнтація на потреби ринку праці з урахуванням постійних змін зовнішнього середовища.

В умовах воєнного стану в Україні зростає потреба в оновленні підходів до підготовки студентів, зокрема через впровадження інноваційних форм студенто-орієнтованого навчання, що сприятиме ефективному формуванню професійних компетентностей майбутніх фахівців відповідно до вимог сучасного суспільства.

Бізнес вже тривалий час стикається з гострим дефіцитом молодих фахівців технічних спеціальностей та наголошує на невідповідності рівня їхньої підготовки сучасним вимогам ринку. Роботодавці одностайні в думці, що здобувачі мають отримувати якісні теоретичні знання й практичні навички ще під час навчання у закладі освіти. Вони також висловлюють зацікавленість у можливості впливати на зміст освітніх програм. Через розрив між здобутими компетентностями та реальними потребами ринку, традиційне університетське навчання поступово втрачає актуальність у порівнянні з іншими формами професійної підготовки.

Перехід на нову форму навчання за дуальною освітою у вищих навчальних закладах потребує розробки теоретично обґрунтованої методології дуального навчання та механізмів її реалізації. В умовах динамічного змінного зовнішнього середовища доцільно упроваджувати здобуття професійних компетентностей в рамках методології управління проектами та програмами. Слід відзначити, що необхідність активізації впровадження дуальної освіти у закладах вищої освіти потребує реалізації не окремих розрізнених проєктів, а цілого набору портфелю проєктів розвитку, спрямованих на досягнення стратегічної мети закладу освіти.

Наукова концепція роботи полягає у наступному: сталий розвиток дуальної освіти залежить від управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі Portfolio Decision Analysis (PDA). Показники цінності проєктів повинні корелюватися зі стратегічними групами (проєкціями) показників розвитку зацікавлених сторін. Моделювання портфеля повинно здійснюватися на основі сценаріїв для побудови надійних і активних стратегій реалізації проєктів. Актуальність дослідження зумовлена зростаючим попитом на інтеграцію освітнього процесу здобувачів у закладах освіти з навчанням безпосередньо на робочих місцях підприємств, установ та організацій з метою формування узагальненої професійної кваліфікації. Саме це стало визначальним чинником у виборі теми дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження здійснено в межах виконання науково-дослідної

роботи за НДДКР №0123U100011 «Задачі аналізу, моделювання та оптимізації технологічних процесів у складних системах різної природи» (2023-2025 рр.) та НДДКР № 0124U005077 «Гібридне управління проектами з використанням новітніх ІТ технологій (2025-2027 рр.), де її власні дослідження стали суттєвою частиною науково-дослідних робіт. Внесок автора полягає в застосуванні процесного, проектного, компетентнісно-орієнтованого та системного підходів до формування управлінських рішень у сфері розвитку соціально-економічних процесів.

Мета дослідження. Метою дисертаційної роботи є обґрунтування концептуальних і методичних основ, а також розробка моделей, методів та інструментів для вдосконалення процесу прийняття рішень щодо управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти на базі закладу вищої освіти.

У рамках досягнення цілей дослідження в дисертації сформульовано, теоретично обґрунтовано та практично реалізовано відповідні наукові й прикладні завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан та визначити специфіку організації дуальної форми здобуття освіти у закладах вищої освіти в межах концепції реформування освіти в Україні, узагальнити світовий досвід та термінологічну базу області знань;

2. Виявити та узагальнити проблеми управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти. Удосконалити системну модель управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти.

3. Визначити систему показників для комплексного оцінювання проектів розвитку дуальної освіти з урахуванням інтересів ключових стейкхолдерів, стратегічних цілей та соціальної цінності.

4. Розробити модель формування стратегічного портфеля різних напрямків (векторів) дій із застосуванням еволюційного методу сценарного планування. Формалізувати розбиття варіантів проектів на групи до яких варто застосувати різні стратегії розвитку.

5. Розробити розгорнутий алгоритм формування найбільш бажаного портфеля, як альтернативу не існуючим усталеним алгоритмам безпосереднього розв'язку щодо набору не домінованих портфелів.

6. Розробити модель розподілу вибіркового освітніх компонентів між закладом вищої освіти та роботодавцями в умовах дуальної форми здобуття освіти, з урахуванням досягнення визначених рівнів сформованості компетентностей здобувачів протягом освітньої програми бакалаврату.

7. Упровадити в практику методичний інструментарій управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти. Формалізувати метод підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо коригування портфеля проєктів у складних сценаріях, що враховують інтереси зацікавлених сторін та невизначеність.

Об'єктом дослідження є процеси управління проєктами розвитку дуальної освіти на базі закладу вищої освіти.

Предметом дослідження є моделі та методи управління портфелями проєктів розвитку дуальної освіти закладу вищої освіти.

Методи дослідження. Теоретичну основу дослідження становлять наукові праці провідних вітчизняних і зарубіжних учених у галузях системного аналізу, управління проєктами, а також з питань організації наукової діяльності у закладах вищої освіти. Методологічну основу дослідження становлять теоретичні та прикладні засади системного і процесного підходів, математичне моделювання, нечіткі оцінки проєктних альтернатив, еволюційні методи, методи багатокритеріальних шкал .

У роботі застосовано методи наукового аналізу та синтезу (для ідентифікації проблемних аспектів управління портфелем проєктів дуальної освіти); системний та процесний підходи (для оцінювання рівня цінності проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти); метод багатокритеріальних шкал (для побудови моделей критеріальних параметрів процедури ранжування проєктів розвитку дуальної освіти), методи ранжування (при проведенні відбору проєктів до портфелю закладу вищої освіти для розвитку дуальної освіти). В якості

джерел інформації використовувалися дані статистичної звітності та результати власних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. Ключовим науковим здобутком дисертаційного дослідження є розробка теоретичних засад процесів управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з урахуванням впливу внутрішніх і зовнішніх чинників, що формують освітнє середовище закладу вищої освіти.

Основні положення, що становлять наукову новизну дослідження, зосереджені на таких ключових результатах.

1. Уперше розроблено модель формування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти закладу вищої освіти шляхом введення специфічних процедур комплексного оцінювання рівня цінності проєктів розвитку дуальної освіти з урахуванням унікальних компонентів проєктів, що визначають цінності для кожної зацікавленої сторони системи дуальної освіти. Застосування цієї моделі дозволить підвищити якість управлінських рішень шляхом урахування цінностей кожної зацікавленої сторони.

2. Уперше розроблено математичну модель формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача в умовах дуальної форми здобуття освіти, яка базується на критеріях мінімізації трудомісткості підготовки та викладання вибіркового дисциплін з боку учасників освітнього процесу. Застосування моделі дозволяє здійснити оптимальний розподіл навчального навантаження між закладом вищої освіти та роботодавцями протягом усього періоду навчання, що забезпечує досягнення здобувачами цільового рівня компетентностей відповідно до вимог конкретного проєкту дуальної освіти.

3. Удосконалено метод визначення пріоритетного портфеля в умовах багатоцільової оптимізації, що, на відміну від існуючих підходів, дозволяє ідентифікувати недоміновані рішення шляхом застосування евристичного методу класифікації. Інтеграція цього методу до складу інформаційної технології підтримки прийняття рішень сприяє адаптації до різноманітних обмежень та підвищенню якості остаточного вибору стратегічного портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

4. Удосконалено метод оцінки цінності проєктів розвитку дуальної освіти шляхом введення показників цінності для 4-х груп зацікавлених сторін, що дозволило порівняти набори проєктів розвитку та сформувати збалансований портфель проєктів розвитку дуальної освіти на базі закладу вищої освіти.

5. Дістало подальшого розвитку термінологія понять «дуальність моделювання», «проєкт дуальної освіти», «цінність продукту проєкту дуальної освіти» шляхом введення відмітних ознак, які властиві продукту проєкту; а також «інтеграційні процеси портфеля розвитку дуальної освіти закладу вищої освіти» та «збалансований портфель проєктів розвитку дуальної освіти» шляхом узгодження інтересів зацікавлених сторін у проєктах розвитку системи дуальної освіти. Це дозволяє сформувати методологічні основи системного управління розвитком дуальної освіти.

6. Дістав подальшого розвитку еволюційний метод сценаріїв за рахунок розробленого алгоритму виділення та порівняння ознак ситуацій для класифікації проєктів-кандидатів за групами, що зменшує обчислювальну складність і дозволяє ефективно працювати з великими множинами проєктів.

Практичне значення отриманих результатів. Встановлені у дисертаційному дослідженні особливості портфелів проєктів розвитку дуальної освіти, а також розроблені моделі та методи стали основою для формування практичного інструментарію управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти у закладі вищої освіти.

До основних практичних засобів, що мають прикладне значення, належать:

- методика відбору проєктів до портфелю розвитку дуальної освіти закладу вищої освіти;
- методика підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо коригування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти;
- методика формування розподілу вибіркового дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти.

Отримані результати дослідження адаптовано для практичного застосування у вигляді методичних рекомендацій, а окремі розроблені елементи вже інтегровані у процес супроводу управлінських рішень щодо розвитку дуальної освіти в закладах, підпорядкованих МОН України, що підтверджується відповідними документами, наведеними в додатках: Державний професійно-технічний навчальний заклад «Дніпровський центр професійно-технічної освіти» (акт впровадження від 12.08.2025 р.), Державний професійно-технічний навчальний заклад «Дніпровський центр професійно-технічної освіти» (акт впровадження від 18.08.2025 р.), Придніпровський науковий центр НАН України та МОН України (акт впровадження від 25.08.2025 р.).

Результати теоретичного дослідження, сформульовані висновки та рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, впроваджено в освітній процес підготовки здобувачів за спеціальністю 124 «Системний аналіз» на факультеті інформаційних технологій НТУ «Дніпровська політехніка» при викладанні дисциплін «Проектний аналіз», «Управління проектами», «Розвиток складних систем через портфелі проектів» (акт впровадження від 02.09.2025 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення, теоретичні розробки та висновки, представлені в дисертаційній роботі, є результатом самостійного дослідження автора, здійсненого в межах наукового пошуку щодо вдосконалення механізмів управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти на базі закладу вищої освіти. Одноосібно опубліковані праці [1–7]. У колективних працях, включених до списку публікацій [8–16] внесок здобувачки чітко окреслено. У дисертації використано виключно ті результати, положення та ідеї, що були отримані в межах її власних досліджень.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні положення, висновки та пропозиції, сформульовані в дисертаційній роботі, були представлені, обговорені та отримали позитивну оцінку на таких наукових заходах: 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies ACIT-2021 (Deggendorf, Germany, 2021); XIII та XI Міжнародних науково-технічних конференція студентів, аспірантів та молодих вчених

«Наукова весна» та «Молодь: наука та інновації» (Дніпро, 2023); VI Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика» (Харків, 2023); VII(I) Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика» (Дніпро, 2024); XXI Міжнародній конференції «Управління проєктами у розвитку суспільства» (Київ, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами», Коблево (Харків, 2024); VIII(II) Міжнародній Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика» (Запоріжжя-Харків-Дніпро, 2025); Міжнародному семінарі «Chatbot, Gaming & AI Techniques Applied in Student Digital Education» (Ужгород, 2025); участю у міжнародній колективній монографії «Decision support systems in project and program management» (Riga: ISMA, 2024); участю у міжнародній колективній монографії «Innovative technologies for project and program management» (Riga: ISMA, 2025).

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження відображено у 16 наукових працях, серед яких: 7 одноосібних публікацій; 5 статей, опублікованих у наукових фахових виданнях з технічних наук; 3 статті - в зарубіжних наукових виданнях; 9 публікацій - у збірниках матеріалів наукових конференцій, одна з яких індексується у наукометричній базі Scopus..

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 230 сторінок, з яких основний текст - 197 сторінок. Робота містить 24 таблиці та 40 рисунків. Список використаних джерел включає 181 найменування і розміщений на 20 сторінках. Додатки охоплюють 12 сторінок і представлені у кількості 7 одиниць.

РОЗДІЛ 1.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ЗНАНЬ З УПРАВЛІННЯ ОСВІТНИМИ ПРОЄКТАМИ, ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

1.1 Основоположні тенденції проєктного управління розвитком дуальної освіти в контексті глобалізаційних процесів

З метою визначення особливостей проєктного управління розвитком дуальної освіти необхідно виявити фактори, які справляють найбільший вплив на реалізацію освітніх проєктів.

Процеси трансформації, що супроводжують євроінтеграційний курс України, позитивні результати реформ та зростання конкурентоспроможності національної економіки актуалізують потребу у формуванні сучасної системи освіти та професійної підготовки кадрів, здатної відповідати новим викликам.

Диджиталізація, автоматизація та поляризація робочих місць – три глобальних мега тренди, котрі визначають структурну трансформацію ринку праці, та, відповідно, ставлять нові задачі перед системою освіти стосовно подолання розриву між вимогами роботодавців і змістом освіти, а також кваліфікацією випускників [17].

Система освіти України наразі знаходиться в фазі модернізації і актуалізується її практико-орієнтованість. У даному контексті механізми дуальної освіти набувають все більшого поширення через впровадження розмаїття моделей співпраці закладів освіти із суб'єктами підприємництва.

У вересні 2018 року Кабінетом Міністрів України було затверджено Концепцію підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти. Її положення базуються на досвіді впровадження дуальної освіти в Німеччині, який було представлено за сприяння Представництва Фонду імені Фрідріха Еберта, Німецько-Українського агрополітичного діалогу та Проєкту Східного партнерства «Дуальна освіта в діалозі» за участю освітніх установ різних рівнів.

Документ став результатом понад двох років консультацій між експертами, роботодавцями, представниками закладів освіти та органами державної влади. У Концепції окреслено ключові проблеми національної системи освіти [18]:

- неготовність випускників працювати за фахом;
- незадоволеність ринку праці якістю освіти, що веде до відповідної потреби в додатковому оперативному навчанню на робочому місці;
- недостатньо ефективна робота закладів вищої, фахової передвищої і професійної освіти, що породжує велику частку випускників, які не працюють за професіями;
- неефективне використання трудових ресурсів роботодавцями;
- неефективне використання найкращого для навчання часу здобувачів освіти з питань здобуття професійних компетентностей тощо.

«Метою Концепції є вироблення засад державної політики щодо підвищення якості професійної підготовки фахівців на основі дуальної форми здобуття освіти» [18].

Розроблення нормативно-правового забезпечення дуальної форми здобуття освіти здійснювалося окремо для професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти. Експертна група при Міністерстві освіти і науки України ухвалила рішення щодо інтеграції дуальної освіти в законодавче поле шляхом визначення її як однієї з форм здобуття освіти.

Так у Концепції та у ч. 10 ст. 9 Закону України «Про освіту» (2017, № 2145-VIII зі змінами) введено наступне: «дуальна форма здобуття освіти - це спосіб здобуття освіти, що передбачає поєднання навчання осіб у закладах освіти (в інших суб'єктів освітньої діяльності) з навчанням на робочих місцях на підприємствах, в установах та організаціях для набуття певної кваліфікації, як правило, на основі договору» [19]

Натомість, у Законі України від 1 липня 2014 р. № 1556-VII «Про вищу освіту» дуальна форма здобуття освіти трактується дещо інакше. Згідно з частиною 6 статті 49: «дуальна форма здобуття вищої освіти – це спосіб отримання освіти здобувачами денної форми, що передбачає навчання на

робочому місці на підприємствах, в установах та організаціях для набуття певної кваліфікації обсягом від 25 до 60 відсотків загального обсягу освітньої програми на основі договору» [20].

Ідеї дуального підходу в здобутті освіти були відчутні ще в педагогічних поглядах учених античності [21]. На сучасному етапі розвитку освіти дуальна форма навчання користується великою популярністю в багатьох країнах Європи. Визнаним лідером у впровадженні дуальної освіти в Європі вважають Німеччину, де в 60-х роках ХХ століття виникла та була закріплена на законодавчому рівні поняття «дуальна система освіти».

Здійснено аналіз практик адаптації елементів німецької моделі управління дуальною освітою в різних країнах. Представлені приклади охоплюють широкий географічний спектр і включають усі макрорегіони. З огляду на думку німецьких експертів та аналіз кейсів запровадження менеджменту дуальної освіти в різних країнах [22], врахування національних контекстів має визначальну роль для успіху ініціатив із «імпорту» дуальної освіти.

В Україні проведено дослідження, яке підтвердило, що імплементація німецької моделі управління дуальною вищою освітою потребує адаптації до національних умов. Це зумовлено об'єктивними чинниками, зокрема: структурними особливостями економіки, роллю торгово-промислових палат, рівнем соціальної відповідальності роботодавців, їх готовністю до співпраці із закладами освіти, а також низькою готовністю стейкхолдерів до операційних змін і фінансових домовленостей [23; 24].

У більшості країн адаптація німецької моделі дуальної освіти здійснюється через проекти, ініційовані на державному рівні за принципом «згори вниз». Водночас жодна з них не змогла повністю відтворити німецький підхід, який формувався поступово, еволюційно - за принципом «знизу вгору». [22; 24].

Отже, можна зробити висновок, що формування, ефективне функціонування та успішне впровадження дуальної освіти в різних національних умовах, відповідно до вимог часу, визначається низкою чинників - історичних, культурних, соціальних та економічних [56]. Це, своєю чергою, обумовлює

потребу розглядати дуальну освіту в контексті системного, проєктного та процесного підходів.

Відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України від 15 жовтня 2019 року № 1296 «Про запровадження пілотного проєкту у закладах фахової передвищої та вищої освіти щодо підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти», у 2019 році було розпочато масштабний експеримент з упровадження дуальної форми здобуття освіти у 44 освітніх закладах [25]. Однак, у цьому самому документі зазначалося, що директорат вищої освіти й освіти дорослих щорічно за поданням керівників закладів здійснюватиме корегування цього списку учасників проєкту.

Експериментальний етап реалізації «пілотного Проєкту з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти у закладах фахової передвищої та вищої освіти», ініційованого Міністерством освіти і науки України, завершено. Підготовлено звіти про результати впровадження проєкту [26; 27], в яких описано досвід підприємств і навчальних закладів, однак виникає багато запитань. В межах реалізації проєкту «Дуальна освіта для України», що здійснювався у партнерстві з громадською організацією «Українська Асоціація Маркетингу» та Проєктом USAID «Економічна підтримка України», було розроблено методичні рекомендації, спрямовані на підтримку процесу впровадження дуальної форми здобуття освіти [28]. Цей інструментарій буде корисним для всіх зацікавлених, адже описує законні механізми, доступні закладам освіти. Однак, питання, які інструменти та методи управління використовувати для розвитку дуальної освіти, залишається відкритим.

13 квітня 2023 року наказом МОН України № 426 затверджено «Положення про дуальну форму здобуття фахової передвищої та вищої освіти», що врегулювало ключові аспекти її впровадження. В ньому зазначено: «дуальна форма здобуття освіти реалізує студентоцентрований підхід шляхом орієнтації на задоволення очікувань здобувачів освіти щодо успішної роботи за фахом і спрямована на формування в них сучасних знань практичного характеру, умінь і навичок професійної діяльності та командної роботи на реальних робочих місцях

і у виробничому середовищі, підвищення готовності, полегшення та пришвидшення переходу випускників зі сфери освіти до трудової сфери, а також підвищення в цілому їх конкурентоспроможності на ринку праці» [29].

Перспективи подальших наукових досліджень полягають у « (...)розробці методів вивчення шляхів досягнення балансу інтересів закладів освіти, роботодавців та здобувачів освіти (...) подальших наукових розвідок потребують методи, форми, технології дуальної форми здобуття вищої освіти в Україні» [30].

У вітчизняному науковому дискурсі проблематика дуальної форми здобуття освіти здебільшого розглядається представниками педагогічної спільноти [30 – 33]. Зокрема, у контексті підготовки правників увага акцентується на діяльності юридичних клінік як інструменту практико-орієнтованого навчання[34]. Водночас, попри державну підтримку та актуальність дуальних освітніх програм, окремі аспекти їх впровадження залишаються недостатньо дослідженими та реалізованими. Не існує «прозорих» інструментів та механізмів впровадження таких програм, незважаючи на зацікавленість навчальних закладів та роботодавців.

Результати співпраці в галузі дуальної освіти в 2024 році SoftServe із НТУ «Львівська політехніка» і «ІТ СТЕП університет» представлено на зустрічі «Дуальна освіта – від ідеї до диплома». Директор розвитку талантів у SoftServe Андрій Переймибіда зазначив: «Дуальне навчання в широкому сенсі - це не лише про дуальну форму навчання, це про різні види співпраці: університет і компанія працюють над навчанням студента, як працівника» [35] (рис. 1.1). Сюди можна віднести і прості й складні механізми. До простих можна віднести спільні курси, які проводяться в межах партнерства, або пропонується університетам зараховувати ту частинку неформальної освіти, і це можна називати гібридним форматом. Інтеграційні програми – глибока співпраця над спільними програмами, де є перегляди програм десь аж до презентацій, синхронізація по завданням, які повинен знати, уміти здобувач. І аж до повної форми здобуття освіти, де закріплюються здобутки у вигляді спеціальної відмітки у дипломі про те, що студент завершив навчання у дуальній формі на базі компанії SoftServe.



Рис. 1.1. Підходи до реалізації дуальної освіти компанії SoftServe із університетами Львівського регіону (складено на основі [35])

Зважаючи на те, що дуальна форма здобуття освіти, з одного боку, є відповіддю на виклики трансформації системи освіти в контексті процесів глобалізації, а з іншого боку - глобальне інформаційне суспільство формує нові безпрецедентні можливості розвитку економіки, науки та освіти, то актуальним є пошуки підходів, моделей управління розвитком дуальної освіти в умовах турбулентних змін зовнішнього середовища.

Аналіз наукових досліджень та публікацій дозволив виявити, що «застосування в системі управління підприємствами програмно-проектного підходу спрямоване на формування ефективної цілісно-орієнтованої моделі управління яка здатна забезпечити ефективне функціонування та адаптування, інноваційний розвиток підприємств в умовах високого рівня економічної невизначеності та значних ринкових турбулентних змін»[36].

З огляду спрямованості діяльності на результат світова практика свідчить про доцільність застосування проектного підходу у всіх галузях діяльності людини. Поняття впровадження програмно-проектного підходу до управління та забезпечення розвитку підприємств невід’ємно пов’язано з поняттями проектного менеджменту як комплексу базових управлінських знань, концепцій

та технологій управління проєктами, що досліджено в працях провідних науковців [37–39].

Для виявлення тенденцій проєктного управління розвитком дуальної освіти в контексті глобалізаційних процесів проведено аналіз галузі освітнього проєктного менеджменту, який показує що низка наукових праць вирішують завдання стратегічного розвитку закладів освіти. Так в роботі [37], описано адаптацію ідей стандарту P2M (керівництва з управління інноваціями на основі проєктів і програм) до процесу управління програмами і проєктами в галузі освіти, а саме, в управлінні проєктами розвитку освіти, ґрунтуючись на ціннісному підході. Розгляду змісту та процесів стратегічної довіри як напряду Agile-трансформації проєктів та програм закладів освіти присвячена робота [40] та, як результат, авторами представлено концептуальну модель реалізації стратегії розвитку на засадах стратегічної довіри. В науковій праці [41] висвітлено можливості застосування методології MSP (англ. «Managing Successful Programmes») (Управління успішними програмами)) з метою управління проєктами розвитку змісту освіти. Принципово нові механізми управління та стратегічного розвитку ЗВО запропоновано в праці [42] через наукові проєкти у портфелях розвитку освітніх закладів. Автор декларує, що лише наукові проєкти мають пріоритетне значення та забезпечуватимуть сталий розвиток ЗВО за умови продукування нових знань.

Дуальна форма освіти реалізується паралельно в навчальному закладі та на підприємстві, тому є складною системою, яка потребує інтеграції загально професійної підготовки, професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки. Для розвитку дуальної освіти бажано додати ще й проєктну компетентність, під якою розуміємо: «Проєктна компетентність - це інтегрована здатність ефективно діяти у проєктному середовищі, поєднуючи знання, навички та особистісні характеристики відповідно до стандартів управління проєктами (PMBOK® Guide - 7-е видання, 2021)». У контексті портфеля проєктів дуальної освіти проєктна компетентність проявляється через такі ключові компетенції, як

стратегічне мислення, управління ризиками, комунікація зі стейкхолдерами та лідерство, що узгоджується зі стандартом.

У даний час Міністерство освіти і науки України впроваджує у діяльність університетів систему ключових показників ефективності (КПІ). Автори [43] наголошують, що реалізація моделі управління університетом, заснованої на запровадженні КПІ, має в основі концепцію управління по цілям, є елементом стратегічного планування розвитку організації і в якості основи стратегії розвитку університету має виступати його інноваційний потенціал і досвід реалізації інноваційних проєктів в освітній, науковій та виробничій діяльності. В роботі [44] висвітлюється метод управління людськими ресурсами освітніх проєктів закладу вищої освіти.

У сфері освітнього проєктного менеджменту набуває розвитку методологія проєктно-векторного управління освітніми середовищами, що розглядається як сучасна стратегія управління закладами освіти. У низці наукових праць [45 – 47] обґрунтовано переваги цього підходу для побудови управлінських систем у закладах вищої освіти, адаптованих до їх специфіки, а також представлено модель оптимального управління проєктно-векторним освітнім середовищем.

У межах публічного адміністрування досліджуються механізми регіонального управління освітніми проєктами ЗВО із застосуванням проєктно-орієнтованого підходу. У працях [48; 49] представлено модель інтегрованого регіонального освітнього простору.

Аналіз наукових джерел свідчить, що більшість досліджень у сфері освітнього проєктного менеджменту зосереджені переважно на питаннях стратегічного розвитку закладів освіти. Водночас, кількість праць, присвячених розробці нових або адаптації існуючих методів проєктного менеджменту до специфіки управління освітніми проєктами, залишається обмеженою. Методи, моделі, інструменти управління розвитком дуальної освіти в Україні не розроблено.

Варто зазначити, що освітній проєктний менеджмент не може залишатися осторонь глобальних тенденцій, які формують нові виклики для систем

управління проєктами та програмами, зокрема у сфері розвитку циркулярної економіки України. Умовам переходу до циркулярної економіки властиві наступні виклики [50]:

-«глобальні тренди розвитку організацій доводять що світ трансформується з пришвидшенням;

-життєвий цикл знань, та технологій управління складними проєктами та програмами суттєво скорочується;

-технічна та технологічна складність проєктів розвитку організацій збільшується за рахунок інновацій».

Це особливо актуально для проєктів і програм, що реалізуються в умовах невизначеності, спричиненої очікуванням глобальних трансформацій після завершення війни. Така ситуація актуалізує потребу в пошуку ефективних моделей, методів і інструментів стратегічного управління проєктами та програмами розвитку дуальної освіти в контексті сучасних глобалізаційних процесів.

Досягти успішних результатів освітніх проєктів, в тому числі і у сфері дуальної освіти, можна застосовуючи методологію управління проєктами [24]. Першим кроком для подолання цієї проблеми має стати чітке розуміння як застосовувати проєктно-орієнтовані підходи до розвитку дуальної освіти.

1.2. Стан та проблеми проєктного управління розвитком дуальної освіти в Україні

Як показано вище, лише незначна кількість досліджень присвячена розробленню нових або адаптації існуючих методів проєктного менеджменту до потреб управління освітніми проєктами.

Упорядкування та стандартизація термінології є необхідним підґрунтям сталого соціально-економічного розвитку країни, насамперед, що однозначно розуміється та не містить суперечностей [51]. Зважаючи на те, що робота над формуванням нормативно-правової бази дуальної освіти продовжується та

експертною групою при Міністерстві освіти та науки України наразі введено дуальну освіту в законодавство через форму здобуття освіти, то в термінологічній базі відсутнє поняття і потребує означення «проект дуальної освіти». Для уточнення змісту терміна необхідно здійснити аналіз його характеристик з урахуванням ключових ознак базового поняття «проект» із керівництва РМВОК [52]: «проект – це тимчасова дія (операція), спрямована на створення унікального продукту, послуги або результату». Виходячи з наведеного визначення, можна виокремити ключові характеристики поняття, зокрема тимчасовість та унікальність результату. З огляду на специфіку освітнього проекту, доцільно надати стисло характеристику зазначених ознак.

Обмеження часу реалізації освітнього проекту від 10 місяців до 3 років 10 місяців, вказує на його тимчасовість. Тривалість освітніх проектів обмежуються кредитами. На стадії планування кожному такому проекту задається діапазон часу, в межах якого команда проекту має виконати певний перелік робіт відповідно до освітньої програми.

Унікальність проектів освіти визначається специфікою їхнього результату – продукту проекту, який водночас може виступати активним учасником освітнього процесу [53]. Крім того, статус ключових стейкхолдерів у межах проекту може змінюватися, що, наприклад, проявляється у поступовому переході від абітурієнта до студента, а згодом - до випускника [54].

З урахуванням визначених ключових характеристик освітніх проектів, доцільно звернутися до наступного формулювання поняття: «освітній проект – це комплекс впорядкованих дій та операцій, які мають тимчасовий характер та в межах виділених ресурсів направлені на створення унікального продукту у вигляді сформованих знань, умінь та навичок користувача проекту»[55]. Ще однією важливою ознакою проекту є обмеженість ресурсів, що визначає його загальну вартість. Вихід за межі запланованих фінансових ресурсів у процесі реалізації проекту може зумовити порушення виконання завдань, зниження якості продукту, призупинення окремих етапів або всього проекту, а також інші негативні наслідки, що впливають на досягнення цілей.

На основі аналізу «Положення про дуальну форму здобуття фахової передвищої та вищої освіти» [29] (надалі- «Положення про ДФЗО»), в якому підкреслено студентоцентрикований підхід ДФЗО шляхом орієнтації на задоволення очікувань здобувачів освіти щодо успішної роботи за фахом, виявлено основні аспекти формування продукту освітнього проєкту дуальної освіти та на рисунку 1.2 показано процес створення продукту проєкту.

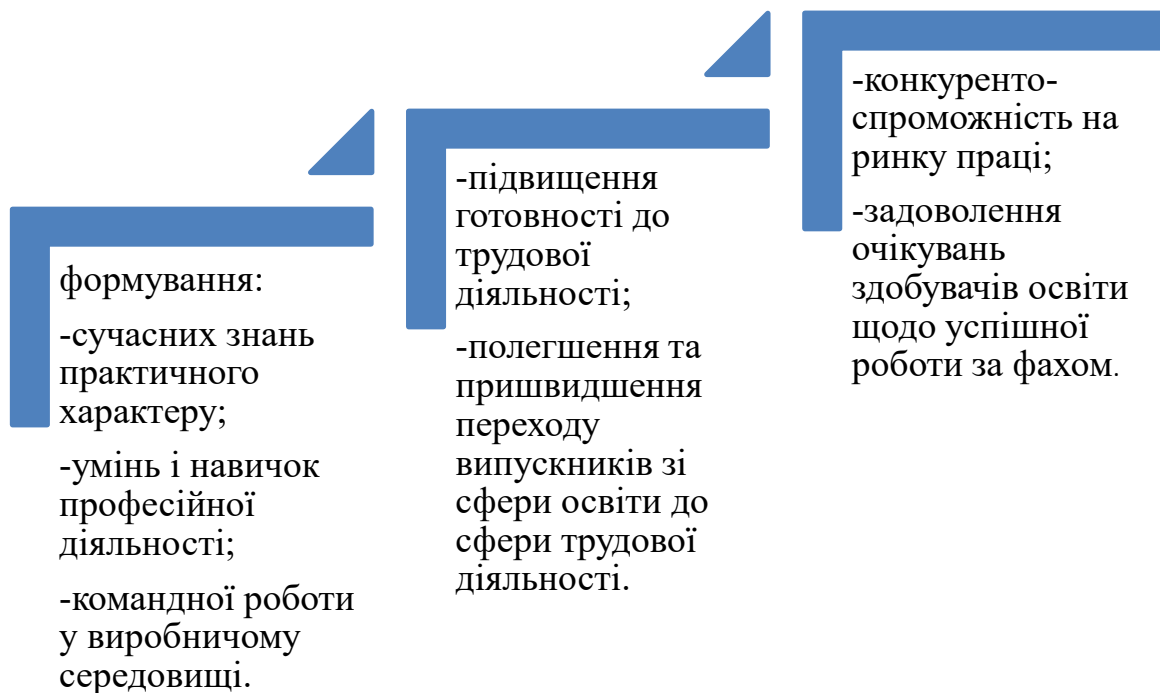


Рис.1.2. Процес створення продукту проєкту дуальної освіти.

На основі проаналізованих підходів та із урахуванням основних ознак освітніх проєктів сформулюємо визначення проєктів дуальної освіти:

«Проект дуальної освіти – це послідовність дій спрямованих на створення унікального продукту у вигляді практично орієнтованих знань, умінь і навичок, необхідних для професійної діяльності та командної роботи, що відповідають стратегіям розвитку закладу освіти та роботодавця, з урахуванням обмежених ресурсів, ризиків і вимог до якості.» Здобувач освіти є одночасно продуктом і користувачем цього проєкту.

Задля формування основних аспектів поняття «проект дуальної освіти», як-то «мета реалізації» та «залучені ресурси», знову звернемося до «Положення про ДФЗО» [29]. Основні функціональні напрями реалізації дуальної форми здобуття фахової передвищої та вищої освіти представимо в таблиці 1.

Таблиця 1. Ключові завдання дуальної форми здобуття освіти

Основні завданнями дуальної форми здобуття освіти	
1) підвищення якості підготовки фахівців, які формують основу трудового потенціалу для інноваційного розвитку економіки, відповідно до сучасних вимог ринку праці і потреб роботодавців	шляхом:
	- модернізації змісту та способів реалізації практичної складової освітнього процесу;
	- підвищення мотивації здобувачів освіти до навчання;
	- посилення ролі роботодавців у системі підготовки фахівців на всіх етапах – від участі у формуванні змісту освітніх програм до оцінювання результатів навчання;
2) підвищення конкурентоздатності випускників закладів освіти, скорочення періоду їх адаптації до професійної діяльності, сприяння росту рівня зайнятості молоді;	
3) зміцнення механізму, що забезпечує інтегрування освіти, науки і практичної діяльності в усіх галузях економіки, задля безперервного поступального руху завдяки синергії та прискореному обміну знаннями та інноваціями.	

Впровадженню дуальної освіти притаманна інноваційна складова. Так в роботі [56] зазначено «менеджмент дуальної вищої освіти для українського ринку освітніх послуг можна вважати інновацією, тому й залучення закладів вищої освіти, здобувачів та підприємств до впровадження чи переходу на навчання за (новою) дуальною формою здобуття освіти можна вважати схожим на поведінку споживачів інноваційної продукції».

Інноваційна складова є характерною рисою проектів дуальної освіти. Проте, як зазначає автор [42], лише наукові проекти прямо пов'язуються зі сталим розвитком закладів вищої освіти (ЗВО), якщо вони продукують знання. Він пропонує комплексне визначення: «інноваційний проект ЗВО – послідовність заходів в умовах обмежених ресурсів, результатом яких є науковий продукт –

знання, з унікальними інноваційними властивостями, який відповідає стратегії розвитку ЗВО».

У контексті нелінійної динаміки складних систем ЗВО розглядається як відкрита динамічна система, де знання виникає лише в точці біфуркації. Автор підкреслює: «...під час навчального процесу має місце лише розповсюдження інформації. Студенти отримують не знання, а інформацію... Знання виникає, коли інформація застосовується на практиці в умовах нелінійності та прийняття рішень...» [57]. Таким чином, розвиток ЗВО як складної системи можливий лише за умови продукування нового знання, що відповідає еволюційній меті системи [58].

Оскільки, унікальним продуктом проекту дуальної освіти мають бути сформовані знання практичного характеру, які здобувачі отримують вже під час освітнього процесу за ДФЗО, то якраз такі проекти є інноваційними. А засобами, що мають стати основним механізмом поєднання освітньої, наукової та виробничої сфер у всіх секторах економіки, сприяючи сталому прогресу через ефект взаємодії та інтенсифікований обмін знаннями й інноваційними рішеннями повинні стати саме проекти розвитку дуальної освіти.

Метою управління проектом є забезпечення його реалізації при мінімально можливих відхиленнях якості продукту проекту, термінів завершення, бюджетної вартості та досягнення задоволення всіх учасників проекту [59]. Відмінною особливістю проектів дуальної форми здобуття освіти є участь широкого спектра зацікавлених учасників.

Дослідження підходів до управління проектами засвідчило, що питання взаємодії зі стейкхолдерами найбільш повно висвітлені в стандартах РМВОК® Guide [52; 60] та PRINCE2® [61].

Шоста редакція РМВОК [60] включає предметну область, котра охоплює низку таких процесів: «визначення зацікавлених сторін, планування залучення зацікавлених сторін, управління залученням зацікавлених сторін, моніторинг залучення зацікавлених сторін». Все це можна вважати доказовою базою зростання важливості людського фактору в управлінні проектами.

Відповідно до PRINCE2 зазначено наступні основні стейкхолдери проєкту: «(три ролі) – Business sponsors, Users та Suppliers». Стандарт містить опис механізмів залучення зацікавлених учасників проєкту.

Аналіз стандартів управління проєктами та наукових досліджень, зокрема роботи [54], дозволяє виокремити низку проблемних аспектів і невирішених питань у сфері взаємодії зі стейкхолдерами. Зокрема:

- наявні підходи до ідентифікації та класифікації зацікавлених сторін (зокрема матриця впливу/інтересу, матриця оцінки рівня залучення, модель Мітчела) базуються на обмеженій кількості узагальнених характеристик;

- взаємовідносини між стейкхолдерами та проєктом здебільшого розглядаються на рівні загальної участі, без урахування специфіки окремих компонентів чи етапів проєкту;

- оцінювання інтересів, ступеня впливу та рівня залучення зацікавлених сторін здійснюється переважно експертним шляхом, без чітко визначених шкал та процедур перевірки достовірності отриманих результатів.

Зазначені обмеження свідчать про потребу в удосконаленні існуючих методологій управління зацікавленими сторонами, зокрема в контексті проєктів дуальної освіти, які характеризуються складною структурою взаємодії учасників. Це зумовлює актуальність пошуку більш гнучких, обґрунтованих та адаптивних інструментів, здатних враховувати специфіку інтересів стейкхолдерів на різних етапах реалізації проєкту.

У роботі [54] запропоновано підхід, що поєднує ієрархічну структуру вимог (Requirement Breakdown Structure, RBS) та структуру робіт (Work Breakdown Structure, WBS), доповнюючи класифікацію стейкхолдерів показником ресурсомісткості, вираженим у грошовій формі. Деталізація RBS і WBS та матриця контрольних точок (рис. 1.3) дають змогу контролювати виконання вимог зацікавлених сторін і розподіляти ресурси вже на етапі планування.

Одним із принципів реалізації Державної політики у сфері вищої освіти є принцип міжнародної інтеграції та принцип інтеграції системи вищої освіти України у Європейський простір вищої освіти.

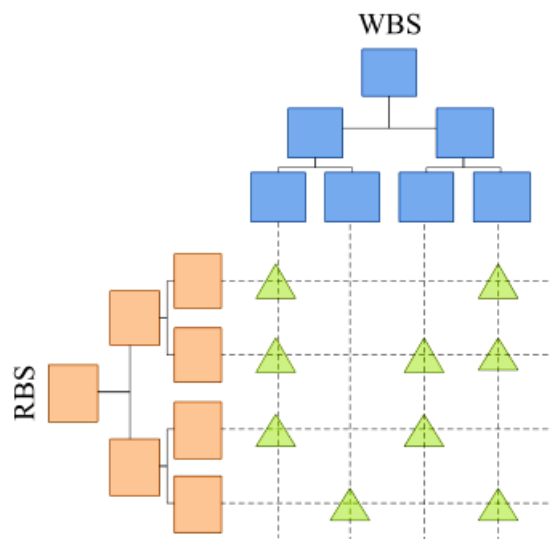


Рис. 1.3. Матриця відповідальності щодо виконання вимог стейкхолдерів

Основними результатами впровадження проєктного управління розвитком дуальної освіти України мають стати конкурентоздатність випускників закладів освіти, які формують основу трудового потенціалу для інноваційного розвитку економіки, та нові можливості для подальшого ефективного розвитку системи освіти.

Проектизація якраз «розвитку» дуальної освіти зініціюється глобальними трендами розвитку організацій. Сучасний світ трансформується із пришвидшенням [50], що зумовлює наступні тренди розвитку організацій: «життєвий цикл знань, та технологій управління складними проєктами та програмами суттєво скорочується; технічна та технологічна складність проєктів розвитку організацій збільшується за рахунок інновацій». Тобто, сучасні глобальні тренди розвитку організацій окреслюють дуальність розвитку.

Звернімось до сенсу «дуальності». Слово «дуальність» походить від латинського *dualis* - «подвійний». У широкому значенні воно означає подвійність явища, наявність двох взаємопов'язаних, але відмінних сторін чи форм існування чогось. Спробуємо застосувати дуальність до моделювання систем. В класичних джерелах у контексті системної методології поняття «дуальність моделювання» не позначене однозначно чи широко. Тим часом

можна знайти концепції, які наближені до ідеї дуальності - тобто, коли один і той же процес або система моделюється з двох (або більше) взаємодоповнювальних точок зору.

У рамці системної методології існує чітка класифікація видів моделювання, і дві ключові форми створення моделей можуть вважатися «дуальними»:

-структурне моделювання - досліджує статичну архітектуру об'єкта або системи, виявляє компоненти, зв'язки, ієрархії тощо;

-функціональне моделювання - описує динамічну поведінку системи, взаємодії, потоки (входи/виходи тощо).

Структурно-функціональне моделювання - об'єднує два попередні підходи, досліджуючи, як структура підтримує функції та навпаки.

Ми використовуємо дуальний підхід до моделювання розвитку дуальної освіти наступним чином: з одного боку це інноваційні спеціальності, а з іншого – якомога менше використання ресурсів закладів освіти.

Сформулюємо дефініцію. *Дуальність моделювання* – це принцип системної методології, що полягає у використанні двох взаємодоповнювальних способів опису об'єкта чи процесу, завдяки чому забезпечується його повніше розуміння та адекватність моделі.

Ключові риси:

1. Подвійний погляд – одна й та сама система розглядається з двох різних точок зору.

2. Взаємодоповнюваність – обидві моделі не виключають одна одну, а разом створюють повнішу картину.

3. Методологічна універсальність – дуальність проявляється у різних сферах:

- структурне ↔ функціональне моделювання у системному аналізі;
- матеріальне ↔ ідеальне у філософії науки;
- просторове ↔ часово-процесуальне у дуалістичних мережах Петрі[62];
- пряме ↔ зворотне у проектному й сценарному моделюванні.

4. Засіб інтеграції – дозволяє поєднувати різні підходи й робити системне бачення цілісним.

Ми використовуємо дуальний підхід до моделювання розвитку дуальної освіти наступним чином: з одного боку це інноваційні спеціальності, а з іншого – якомога менше використання ресурсів закладів освіти.

Означені тренди формують істотні виклики в розвитку систем управління проектами та програмами дуальної освіти в умовах глобальної кризи війни та після неї. Окреслюється проблема розробки ефективних моделей, методів і засобів стратегічного управління проектами інтеграції та програмами розвитку закладів освіти та роботодавців в умовах їх інтеграції.

Сьогодні використання усталених практик, таких як бенчмаркінг, уже не гарантує ефективного розвитку [50]. Жорстке планування візії, цілей і стратегії обмежує гнучкість дій менеджерів. Натомість, коли проект або програма формується з урахуванням того, що є цінним для залучених та зацікавлених сторін освітнього проекту дуальної освіти і держави, то потрібні якісно нові, адаптивні практики. Успіх проектів розвитку все більше залежить від так званих «м'яких компонентів» проектного управління: цінностей, довіри, соціальної відповідальності, культури взаємодії і т.п. Отже, назріла потреба приділяти більше уваги «м'яким компетенціям» проектних менеджерів [14].

Команди проектного менеджменту поступово навчаються розрізняти справжню цінність для стейкхолдерів, що є результатом багаторічного розвитку управлінських методологій. У деяких проектах уже зроблено перші кроки до «ощадливо-гнучкого підходу», який забезпечує сталість і адаптивність у мінливому середовищі [50].

В умовах сучасної нестабільності глобальних економічних процесів питання вибору стратегічного напрямку проектів як рушіїв організаційного розвитку набуває особливої актуальності. Це, своєю чергою, зумовлює необхідність формування системи базових принципів для розробки ефективної стратегії проектів розвитку дуальної освіти в Україні.

1.3. Ціннісно-орієнтовані засади проєктного управління розвитком дуальної освіти в епоху економіки знань

У контексті переходу до економіки знань особливої ваги набуває усвідомлення глибокого взаємозв'язку між освітньою системою та економічним розвитком. Це актуалізує потребу в підвищенні якості освіти та її адаптації до реальних потреб ринку праці. У пошуках ефективних механізмів цільових інвестицій у людський капітал держава та бізнес тривалий час експериментували з різними формами участі роботодавців у підготовці кадрів. Одним із таких перевірених рішень, що сприяє покращенню якості професійної підготовки, є дуальна освіта.

В галузі освітнього менеджменту вченими досліджуються різні аспекти: Л. Елтон, Н. Джексон, Х. Мейер, Х. Сілвер, В. Крижко висвітлювали зміни сприйняття концепції менеджменту в системі освіти та основоположних цінностей освіти в нові часи, зокрема через вплив глобалізації, вивчають природу інновацій, шляхи їх впровадження в освітній сфері та зв'язок упровадження інновацій з інтересами стейкхолдерів [63–67]; А. Кальва-Мора, А. Леал, Хосе Л. Ролдан і З. Шоба розглядають взаємозалежність якості освіти від інтересів стейкхолдерів [68; 69]. Проте засади проєктного управління розвитком дуальної освіти в епоху економіки знань досі залишаються маловивченим напрямом.

Ефективне функціонування освітньої системи потребує узгоджених дій усіх зацікавлених сторін (стейкхолдерів), що передбачає чітке визначення їх мотивацій, очікувань, особистісних цінностей та координацію взаємодії на основі ціннісно-орієнтованого управління освітніми проєктами й програмами.

Питання формування ціннісно-орієнтованого управління проєктами частково досліджуються у працях представників наукових шкіл С. Д. Бушуєва, В. А. Рача, О. М. Медведевої. Їхні підходи спираються на напрацювання С. Долана, С. Гарсії, М. Рокіча, Т. Пітерса, Р. Уотермана та інших дослідників, які розглядали загальні аспекти управління, заснованого на цінностях [70].

Наприкінці ХХ століття в організаційному менеджменті з'явилися нові суб'єктивні орієнтири, такі як якість та організаційні цінності. До того часу домінував класичний підхід - управління за інструкціями (Management by Instructions, MBI), який поступово був витіснений більш гнучкою моделлю - управлінням за цілями (Management by Objectives, MBO), що й досі залишається актуальним. Проте «тенденції розвитку теорії проєктного менеджменту свідчать про поступовий перехід від управління за цілями до управління на основі цінностей» (Management by Values, MBV) [59].

Сучасна управлінська думка приділяє особливу увагу концепту «цінностей» як визначальному чиннику ефективного менеджменту. «Цінність – це форма суспільного буття, особливе суспільне ставлення, завдяки якому потреби та інтереси людини переносяться на світ речей, додаючи їм певних соціальних властивостей, не пов'язаних безпосередньо з їхнім утилітарним призначенням» [71].

Ціннісно-орієнтоване управління проєктами розглядається не лише як новий формат організаційного менеджменту, а й як сучасний підхід до практичного застосування проєктних знань. Його головна мета - врахування впливу особистісних характеристик на управлінське мислення як у теоретичному, так і в прикладному вимірі [59]. Організаційні цінності виступають як внутрішні моделі сприйняття, що часто не усвідомлюються учасниками, але впливають на їхню поведінку та рішення [71].

З точки зору японського стандарту Р2М [72], «проєкт – це захід, орієнтований на створення цінності, що базується на певній місії, здійснюється в домовлений період часу і в обмеженнях у вигляді ресурсів і зовнішніх обставин». У сучасній методології основною ідеєю управління проєктами та програмами є створення нової цінності шляхом реалізації стратегії через програми та проєкти.

У роботі [37] розглянуто імплементацію ідей японського стандарту Р2М через модель «Нова башта Р2М» в управлінні програмами та проєктами розвитку освіти на основі ціннісного підходу. Зазначено, що проєкти розвитку освітніх

процесів часто класифікуються як компоненти програм - інтеграційної сутності P2M. Також описано еталонні моделі проєктів, визначені в P2M, які використовуються для розробки програм і мають специфічну функціональну спрямованість.

Стандартні проєктні моделі, визначені в P2M реалізують наступні чотири принципи [37]:

- взаємозв'язок між місією та задачами програми;
- гнучкість у досягненні місії при змінах у оточуючому до програми середовищі;
- автономність операцій проєкту, їх інтегрованість (модульність) та можливість отримання синергетичного ефекту;
- адаптивність до невизначеності.

І хоча P2M особливо підкреслює гнучке мислення проєктних і програмних менеджерів, проте управління проєктами з розвитку дуальної освіти не може ґрунтуватися на використанні знань лише зі спеціалізованих галузей управління проєктами (яких налічується 11), бо:

- по-перше, користувачі, які мають практикувати проєктне управління розвитком дуальної освіти, потребують всебічної моделі управління проєктами;
- по-друге, ті, хто опанував спеціальність управління проєктами, повинні отримати користь від моделі P2M з управління програмою та проєктами;
- по-третє, як професіоналу, так і менеджеру-початківцю для досягнення цілі проєкту, можна вибірково застосовувати галузі управління проєктами для виконання проєктних завдань. До можливих сфер застосування P2M, серед інших, є галузь «освіта», для якої характерні такі сфери: управління університетами, освітою, розвитком систем надання освітніх послуг, інтеграцією систем на основі ІТ-систем, управління бізнес-процесами тощо.

За останні кілька років новітні технології, нові підходи та швидкі зміни на ринку змінили світ праці, спонукаючи проєктних і програмних менеджерів до розвитку, щоб стати більш проактивними, інноваційними та гнучкими. У

відповідь на ці виклики зовсім недавно було презентовано чергову версію стандарту PMBOK – «PMBOK Guide Seventh Edition Exposure Draft» [52]

Сьома редакція стандарту [52; 73] відзначається новим підходом до розуміння створення цінності, який розглядається як невід’ємна складова управління проектами. Замість акценту на процесах і структурах управління, увага зміщується до ланцюга цінності, що поєднує бізнес-можливості з реалізацією стратегічних цілей. У цьому контексті проекти розглядаються не лише як джерело результатів, а як механізм, що створює умови для того, щоб ці результати генерували наслідки, які в кінцевому підсумку приносять цінність для організації та її зацікавлених сторін.

У сьомій версії стандарту [52; 73] акцент зміщено на розуміння цінності як ключового критерію успішності проекту, зокрема з позиції замовника. Такий підхід орієнтується не лише на досягнення результату, а й на його наслідки, які можуть мати як кількісне, так і якісне вираження [74].

У межах проектної діяльності команди мають прагнути до максимізації цінності для замовника, забезпечуючи необхідну функціональність із мінімальними витратами ресурсів. Інакше кажучи, проект має реалізовувати лише ті можливості, характеристики чи функції, які дійсно важливі для клієнта, використовуючи ресурси, за які він готовий платити [52].

Пригадаємо сформульоване нами вище визначення *«Проект дуальної освіти»* – це послідовність дій спрямованих на створення унікального продукту у вигляді практично орієнтованих знань, умінь і навичок, необхідних для професійної діяльності та командної роботи, що відповідають стратегіям розвитку закладу освіти та роботодавця, з урахуванням обмежених ресурсів, ризиків і вимог до якості.» Здобувач освіти є одночасно продуктом і користувачем цього проекту.

У «Керівництві з управління інноваційними проектами та програмами» під ред. С. Д. Бушуєва проект визначається як реалізація місії власника, що створює нову цінність з унікальними та інноваційними рисами. Цінність проекту полягає у вигоді від продукту за умови дотримання вимог місії. Її забезпечують дві

умови: здатність керівника реалізувати проєкт за планом (необхідна) та гармонізація цінності для всіх стейкхолдерів (достатня) [39, с. 47].

Як зазначає В. А. Рач у дослідженні «Управління проєктами: практичні аспекти реалізації стратегій регіонального розвитку», проєкт визначається як «тимчасова діяльність, спеціально спланована для унікальних, неповторних умов послідовності взаємозалежних подій з упровадження інновації, спрямованої на створення цінності. Ця цінність визначається гармонізованими вигодами для всіх зацікавлених сторін завдяки унікальній властивості продукту проєкту в межах досягнення місії соціально-економічної системи в умовах невизначеності, встановлених обмежень щодо часу, ресурсів та особливостей експлуатації продукту проєкту» [75, с. 21].

Очевидним у взаємозв'язку «проєкт - цінність» є наступне:

- кожен окремий проєкт має свою унікальну цінність для кожної із зацікавлених сторін;

- цінність проєкту визначається тією вигодою, яку забезпечує його продукт у процесі реалізації вимог, закладених у місії проєкту;

- сам проєкт виступає джерелом цінності, що формується через узгоджені вигоди для всіх зацікавлених сторін;

- запорукою створення цінності проєкту є пошук способу гармонізації цінності проєкту для всіх стейкхолдерів через властивості продукту проєкту;

- ключ до створення цінності проєкту - це здатність менеджера реалізувати проєкт відповідно до плану.

Звернемось ще до універсального для всіх типів проєктів визначення «цінності» в роботі [76], де автори сформулювали наступне: «цінність продукту проєкту – це особистісне сприйняття зацікавленими сторонами здібностей продукту проєкту (проміжних конфігурацій) завдяки його унікальним властивостям створювати для них вигоди в різних аспектах їх життєдіяльності».

Цінність продукту проєкту дуальної освіти полягає в особистому сприйнятті зацікавленими сторонами його здатності, через унікальні властивості, надавати вигоди в різних сферах їхньої життєдіяльності. Серед основних стейкхолдерів

проектів дуальної освіти, що реалізуються в Україні, можна виокремити такі групи:

- центральні та місцеві органи виконавчої влади, відповідальні за формування державної політики у сфері освіти і науки, створення умов для впровадження знань та інновацій, а також виконання ролі непрямих учасників освітніх ініціатив;

- заклади вищої, фахової передвищої та професійної освіти, які безпосередньо реалізують дуальні освітні проекти, забезпечуючи інтеграцію теоретичного навчання з практичною підготовкою;

- роботодавці (підприємства, установи, організації);

- здобувачі освіти.

Здобуття освіти за дуальною формою організовується для спеціально сформованих груп або окремих здобувачів [18]. Отже, для кожної із груп здобувачів освіти, які навчаються за дуальною формою та кожного окремого здобувача має запроваджуватися свій проєкт зі своїми зацікавленими сторонами. І кожен окремий проєкт має свої унікальні цінності для кожної із зацікавлених сторін.

Сформулюємо наступну дефініцію. *«Цінність продукту проєкту дуальної освіти* полягає в суб'єктивному сприйнятті зацікавленими сторонами його унікальних переваг, що приносять користь у різних сферах їхнього життя». Оскільки проєкти дуальної освіти орієнтовані на конкретні групи або окремих здобувачів, кожен проєкт має свої унікальні цінності для кожної зацікавленої сторони.

Більше того, кожен із стейкхолдерів дуальних освітніх проєктів має власну систему цінностей, що відображає специфіку їхніх очікувань та уявлень про бажані результати реалізації таких ініціатив.

Так, *продукт проєкту дуальної освіти* - сформовані сучасні знання практичного характеру, уміння і навички професійної діяльності та командної роботи здобувача освіти. І сам продукт проєкту, і його проміжні конфігурації створюють вигоди для своїх зацікавлених сторін, тобто цінність проєкту. Одним

із проміжних результатів реалізації проєкту дуальної освіти є професійна діяльність здобувача освіти на робочому місці, що здійснюється в межах виконання посадових обов'язків згідно з умовами трудового договору. Такий формат сприяє інтенсифікації процесів передачі знань та інновацій, забезпечує інтеграцію освітнього, наукового та практичного компонентів, а також створює синергічний ефект, який підтримує безперервний розвиток. У межах реалізації проєктів дуальної освіти особливої уваги заслуговує системне трактування поняття «поставка цінності», яке акцентується у стандарті PMBOK Guide Seventh Edition Exposure Draft [52]. Згідно з цим підходом, створення цінності розглядається не лише як досягнення запланованих результатів, а як комплексний процес, що забезпечує довготривалий позитивний вплив на зацікавлені сторони.

Цінність продукту проєкту протягом його життєвого циклу може змінюватися, оскільки залежить від сприйняття зацікавленими сторонами у конкретний момент часу [76]. Це зумовлює необхідність визначення інтегральної оцінки цінностей проміжних конфігурацій продукту для кожного стейкхолдера. Відповідно до сьомої редакції стандарту PMBOK, створення цінності, зокрема з точки зору замовника, є ключовим критерієм успіху та рушієм проєктної діяльності. У цьому контексті залишаються відкритими питання розробки моделей і методів ідентифікації, оцінювання та узгодження індивідуальних цінностей учасників проєкту, що потребує подальших наукових досліджень у межах концепції ціннісно-орієнтованого управління проєктами розвитку дуальної освіти.

1.4 Огляд невирішених проблем у сфері портфельного управління розвитком дуальної освіти та обґрунтування методів розв'язку поставленої задачі

Зазвичай організації та країни інтегрують проєкти в портфелі якщо вони планують розвиток в декількох сферах, віддаючи перевагу найбільш

перспективним ініціативам. Такий підхід забезпечує управління потоком проєктів, координацію процесів та оптимізацію їхньої реалізації [77; 78]. З метою стимулювання інноваційної діяльності формується стратегічний портфель, який репрезентує собою цілісну систему взаємопов'язаних субпортфелів, програм, проєктів та окремих заходів, об'єднаних у певний момент часу для досягнення спільних стратегічних цілей розвитку [79]. Однією з ключових тенденцій сучасного управління є ієрархічне структурування процесів управління змінами на рівнях портфеля, програми та окремого проєкту. Як зазначено в [59], помилковий вибір проєкту навіть за умови його успішної реалізації, може призвести до втрати корпоративної цінності. Тому стратегічне рішення щодо вибору ініціативи має ґрунтуватися на її потенціалі створювати значущу цінність для організації.

На сьогодні існує низка відомих методик оцінювання ефективності портфелів проєктів [39; 72], які відрізняються підходами до їх формування залежно від поставлених цілей та умов реалізації. У наукових джерелах виокремлюють три основні підходи до побудови портфеля проєктів: інвестиційний, комплексний та стратегічний, останній з яких враховує стратегічні напрями розвитку організації [80].

Інтеграція методології управління проєктами в освітню та наукову сфери зумовила зростання інтересу до портфельного управління в межах діяльності закладів освіти. Зокрема, у дослідженні [81] портфель проєктів розглядається як інструмент стратегічного розвитку закладу вищої освіти. Вводиться поняття стратегічного портфеля, який формується на основі стратегічних цілей і відображає бажаний стан закладу у визначені часові періоди. До такого портфеля мають входити проєкти, що сприяють розвитку всіх напрямів діяльності освітньої установи.

Одним із ключових критеріїв формування оптимального портфеля проєктів у межах програми стратегічного розвитку закладу освіти є орієнтація на потреби широкого кола стейкхолдерів [82]. У дослідженні наголошується, що економічна

ефективність не повинна бути єдиною основою для відбору проєктів у портфель, оскільки важливим є врахування соціальної, освітньої та інноваційної складових.

Одним із важливих критеріїв формування портфеля проєктів закладу освіти є забезпечення максимальної генерації знань, здатної підтримувати сталий розвиток освітньої системи протягом щонайменше двох навчальних років [42]. У цьому контексті пропонується застосування еволюційного підходу до управління закладом вищої освіти як відкритою, складною та нелінійною системою. Особливу роль у забезпеченні сталого розвитку відіграють наукові проєкти, оскільки саме вони сприяють «продукуванню нових знань».

У дослідженні [80] обґрунтовано доцільність «формування портфеля розвитку організації на основі ціннісно-орієнтованого підходу». Автори пропонують багатокритеріальну модель відбору проєктів, яка враховує не лише стратегічні цілі, а й цінності, що створюються в процесі реалізації проєктів.

Освітні проєкти мають соціальну спрямованість. Тут під інвестиціями слід розуміти вкладення коштів та ресурсів для отримання соціально-економічної вигоди у майбутньому. Основна методологічна складність полягає в оцінці цінності портфеля проєктів, що дозволяє вибрати найбільш привабливі компоненти з огляду на обмежені ресурси та встановлені критерії. Вимагати детермінованості вхідних даних для прийняття рішень під час проєктного аналізу є спрощенням, оскільки кожен проєкт розвитку дуальної освіти має численні фактори невизначеності, які визначають проєктні ризики. Портфелі таких проєктів мають вирішувати багатокритеріальну проблему прийняття рішень і мати справу з множинністю альтернатив, множинністю критеріїв і множинністю шкал для оцінки критеріїв [83].

У дослідженні багатокритеріальності швидко розвивається багатокритеріальний аналіз рішень (MCDA) завдяки його здатності підвищувати якість прийняття рішень [84; 85]. Це можливо лише шляхом побудови аналітичної процедури прийняття рішень, яка є набагато ефективнішою, чіткішою та раціональнішою, ніж стандартні процедури прийняття рішень [86]. Методи MCDA та PDA розгортають аналітичні моделі прийняття рішень для

визначення переваг і невизначеності щодо впливу дій, а також використовують математичну оптимізацію для визначення найбільш бажаного портфеля за ресурсних та інших обмежень.

Аналіз наукових джерел засвідчує, що формування портфелів проєктів базується на очікуваних результатах їх реалізації. Водночас сучасне управління проєктами слід розглядати як інтегровану систему, що охоплює технічну, управлінську та фенотипну складові [87]. Саме їх взаємодія є необхідною умовою ефективного розвитку організацій через проєктну діяльність, на відміну від окремого застосування кожного підходу, як це подекуди трактується в літературі.

Заклад вищої освіти, що здійснює підготовку фахівців за дуальною формою здобуття освіти, функціонує як складна організаційно-технічна система. У процесі своєї діяльності він орієнтується на досягнення двох стратегічних цілей: по-перше, забезпечення здобуття здобувачами освіти компетентностей, необхідних для адаптації до змін у соціально-економічному та технологічному середовищі; по-друге, підтримання власної життєздатності та забезпечення конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг.

Відповідно до концепції ощадливого виробництва, відсутність попиту на випускника з боку роботодавців розглядається як втрата для закладу освіти. Зростання кількості непрацевлаштованих випускників негативно впливає на репутацію освітньої установи, що, у свою чергу, знижує її привабливість для потенційних абітурієнтів [87].

Одним із завдань і етапом реалізації «Концепції підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти» є «створення кластерів дуальної освіти на базі конкурентоспроможних закладів у співпраці з роботодавцями, підприємствами, установами та організаціями, включаючи ті, що перебувають у сфері управління державних органів» [18].

Конкурентоспроможність у цьому контексті розглядається як здатність освітньої системи формувати умови для сталого розвитку, підвищення цінності освітніх послуг та якості життя. Відтак, категорія «цінність» набуває ключового

значення при формуванні портфеля проєктів, спрямованих на розвиток організації [38].

Кожен заклад освіти здійснює підготовку здобувачів за багатьма освітніми програмами. Проєкти дуальної освіти орієнтовані на конкретні групи або окремих здобувачів, кожен проєкт має свої унікальні цінності для зацікавлених сторін. Все підтверджує думку, що для управління розвитком дуальної освіти доцільно застосувати методологію портфельного управління на основі урахування цінностей зацікавлених осіб [83; 88].

Для проєктно-орієнтованих компаній управління портфелем проєктів (PPM) є постійним викликом, оскільки потрібно балансувати довгострокові стратегії з короткостроковими вимогами та обмеженнями. У процесі PPM нові проєкти оцінюються, пріоритизуються та відбираються, тоді як існуючі можуть отримати прискорення, бути призупиненими або знижені в пріоритеті. Ресурси також перерозподіляються між існуючими проєктами [89].

Невизначеність майбутнього, зумовлена взаємодією численних змінних, обумовлює потребу в аналітичних і планувальних підходах, здатних враховувати складність, динамічність і непередбачуваність середовища. У цьому контексті еволюційні методи виступають ефективним інструментом аналізу та розвитку складних систем. Здійснимо огляд еволюційних методів, які можуть бути використані для управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти.

Так у статті [90] розглянуто інноваційні підходи до стратегічного управління освітою в умовах децентралізації, зокрема Форсайт, метод Дельфі та кластерний підхід. У публікації [91] розглянуто методологічні основи методу Дельфі, його застосування в політичному прогнозуванні та особливості використання в умовах трансформаційних суспільств. Автор акцентує увагу на ролі експертної оцінки як джерела стратегічної інформації. Монографія [92] описує Оксфордський підхід до сценарного планування з акцентом на стратегічне мислення. Огляд літератури з сценарного планування [93] висвітлює основні напрями розвитку методу.

У процесі стратегічного управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти важливо враховувати когнітивні аспекти адаптації, зокрема вплив стратегічної наполегливості. Застосування аналізу декількох сценаріїв сприяє стратегічній переорієнтації, формуючи віру в нові підходи та підвищуючи готовність до зміни раніше успішних стратегій [94].

У контексті дослідження еволюційних методів управління портфелем проєктів важливим є врахування слабких сигналів як передумови стратегічної адаптації. У статті [95] автори узагальнюють публікації, пов'язані з розпізнаванням слабких сигналів та еволюційним аналізом, намагаючись зробити внесок у відповідні дослідження.

Стратегічне планування в організаціях все частіше доповнюється або замінюється сценарним плануванням, яке, на відміну від фокусування на найбільш ймовірному майбутньому, розглядає декілька правдоподібних сценаріїв майбутнього [96]. Зокрема, сценарії привертають увагу осіб, які приймають рішення (ОПР), до невизначеності та допомагають їм створити надійну стратегію, що добре працює в різних умовах.

На основі проведеного аналізу сформовано порівняльну таблицю еволюційних методів (табл. 1.2), які можуть бути ефективно застосовані для управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти в закладах вищої освіти України.

Висвітлімо ключові елементи біологічної еволюції методу сценарного планування. Сценарне планування - стратегічний інструмент, що базується на розробці кількох альтернативних сценаріїв майбутнього замість єдиного прогнозу. У контексті формування стратегічного портфеля проєктів дуальної освіти в Україні його можна розглядати як еволюційний метод управління.

Evans [97, с. 460] стверджує, що «*scenario planning mirrors modes of variation and selection at the organizational level*», тобто процес сценарного планування відображає такі еволюційні механізми, як варіативність та відбір на рівні організації, що наближує його до еволюційної логіки стратегічного мислення.

Bradfield та ін. [98] підкреслюють важливість сценарної методології для організаційного навчання і адаптації.

Таблиця 1.2. Порівняння еволюційних методів, які можуть бути корисними для управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти

Метод	Суть методу	Переваги	Обмеження	Застосування в дуальній освіті
Сценарне планування	Побудова альтернативних сценаріїв майбутнього на основі ключових невизначеностей	Гнучкість, стратегічне бачення, адаптація до змін	Складність побудови, потреба в експертності	Планування розвитку дуальної освіти за різних соціально-економічних сценаріїв
Дельфи-метод	Опитування експертів у кілька раундів для досягнення консенсусу	Акумуляція експертної думки, прогнозування тенденцій	Залежність від якості експертів, тривалість процесу	Визначення перспективних напрямів дуальної освіти, оцінка ризиків
Аналіз трендів і сигналів	Виявлення слабких сигналів і трендів, що можуть вплинути на майбутнє	Раннє виявлення змін, інноваційність	Суб'єктивність інтерпретації, потреба в постійному моніторингу	Виявлення нових форм дуального навчання, цифрових інструментів, змін у законодавстві
Морфологічний аналіз	Комбінування параметрів і варіантів для створення повного простору рішень	Структурованість, виявлення нових комбінацій	Висока складність при великій кількості параметрів	Розробка моделей співпраці між ЗВО та роботодавцями
Ієрархічні структури цілей	Побудова дерева можливих майбутніх подій і рішень	Візуалізація варіантів розвитку, логічна структура	Може не враховувати взаємозв'язки між подіями	Вибір стратегій розвитку освітніх програм у відповідь на зміни ринку праці

Важливо, що сценарне планування включає ітеративний характер, який зближує його з еволюційними процесами. Класична методика побудови сценаріїв передбачає:

- повторний перегляд початкових припущень;
- уточнення сюжетів;
- аналіз слабких і сильних варіантів.

Цей зворотний зв'язок слугує механізмом еволюції: слабкі сценарії відкидаються, інші комбінуються і модифікуються, формуючи життєздатні стратегічні альтернативи. Як у природі відбувається добір, так і в організації сформована стратегія еволюціонує через цикл «проб і помилок».

У контексті дуальної освіти в Україні сценарне планування дозволяє:

- створити кілька майбутніх моделей розвитку дуальної форми навчання (optimize, middle-road, slow uptake);
- ідентифікувати критичні драйвери (партнерство з бізнесом, фінансова підтримка, законодавство, попит здобувачів);
- оцінити життєздатність кожного сценарію за параметрами ризиків, ресурсів і часу.

Поступово відфільтровуючи менш реалістичні сценарії і комбінуючи ключові елементи сильніших, можна сформувати збалансований портфель проєктів, адаптований до фактичного середовища.

Такий підхід зміцнює адаптивність організації. Робота з різноманітними сценаріями моделює стрибки у зовнішніх умовах і тренує організацію реагувати на різні виклики. Bradfield та ін. [98] підкреслюють зв'язок сценарного мислення з організаційним навчанням і готовністю до змін.

Сценарії як симуляції майбутніх змін дозволяють «перевірити», які проєкти з портфеля мають сенс у різних варіантах майбутнього. Evans [97] наголошує, що метод орієнтується на правдоподібність, а не точність прогнозу, що допомагає уникнути пастки «найбільш вірогідного» сценарію і сприяє гнучкій організаційній позиції.

Отже, сценарне планування інтегрує ключові елементи еволюції – варіативність, відбір, адаптацію та навчання – й виступає ефективним інструментом стратегічного мислення в умовах невизначеності.

Розвиток концепції Decision Making under Deep Uncertainty (DMDU) дає змогу обґрунтувати включення сценарного аналізу у процес прийняття рішень, особливо коли довгострокові ефекти проєктів невизначені[99; 100].

Також концепція corporate foresight [101–104] інтегрує сценарне планування в систему стратегічної гнучкості, сприяючи виявленню ранніх сигналів змін та здатності організації адаптуватися.

У моделях розвитку дуальної освіти в Україні, - зокрема статті Васильєвої та Давліканової [105] - застосовано сценарне прогнозування поширення цієї освітньої форми на основі інноваційної дифузійної моделі Bass. Вона показує три можливі траєкторії адаптації: у песимістичному сценарії - до 55 закладів із дуальною формою за 15 років (25 % ринку).

На основі цього можна побудувати сценарії, наприклад: швидке впровадження, помірне поширення, уповільнений розвиток. Наступним кроком – провести ітеративний перегляд сценаріїв (як зазначено вище), відфільтрувати слабкі варіанти, комбінувати драйвери між сценаріями і сформувати оптимальне поєднання проєктів для портфеля.

Поєднання концепцій Evans (2011), Bradfield et al. (2005), сучасних методів DMDU і foresight робить підхід науково обґрунтованим і практично ефективним для підтримки резильєнтності і розвитку дуальної освіти.

Таким чином, сценарне планування – це не лише метод прогнозування чи моделювання майбутнього. Це еволюційний підхід, який ґрунтується на принципі дуальності: одночасному існуванні різних варіантів розвитку та постійному уточненні моделей через зворотний зв'язок з реальністю.

У процесі навчання організація спостерігає за реальним розвитком подій: якщо певний драйвер (наприклад, законодавча підтримка дуальної освіти) змінюється швидше чи повільніше, ніж очікувалося, сценарні припущення переглядаються, а стратегічний портфель адаптується.

Основні характеристики еволюційного сценарного підходу:

-варіативність – створення кількох реалістичних сценаріїв розвитку;

-ітеративний відбір – поступове відсіювання слабких сценаріїв і посилення сильних;

-адаптація – постійне коригування портфеля проєктів залежно від зовнішнього середовища;

-навчання – накопичення досвіду через моніторинг і рефлексію, що дозволяє організації «вчитися» на власних спробах.

У контексті дуальної освіти в Україні сценарне планування дозволяє:

- моделювати можливі траєкторії розвитку системи дуальної освіти;
- відбирати найбільш стійкі та ефективні сценарії;
- формуванню збалансованого портфеля освітніх і партнерських проєктів;
- забезпечувати гнучке реагування на динамічні зміни (ринку праці, державної політики, потреб роботодавців).

Таким чином, *дуальність моделювання* у сценарному плануванні проявляється як поєднання:

- моделювання можливого* (варіативність сценаріїв),
- адаптації до реального* (перевірка та уточнення через практику).

Цикл еволюційного сценарного підходу: Сценарії -> Ітеративний відбір -> Портфель проєктів -> Моніторинг -> Адаптація -> Нові сценарії (рис. 1.4)

Як результат, *дуальність моделювання* через сценарне планування забезпечує:

- гнучкість у розробці стратегії розвитку дуальної освіти;
- формування збалансованого портфеля проєктів;
- готовність до невизначеності;
- організаційне навчання та накопичення досвіду.

Огляд стану знань у сфері портфельного розвитку підприємств, аналіз підходів до формування портфелів проєктів та розуміння викликів зумовлених глобальними трендами розвитку організацій в сучасних умовах дали можливість сформулювати підхід до визначення сутності портфельного управління розвитком дуальної освіти:

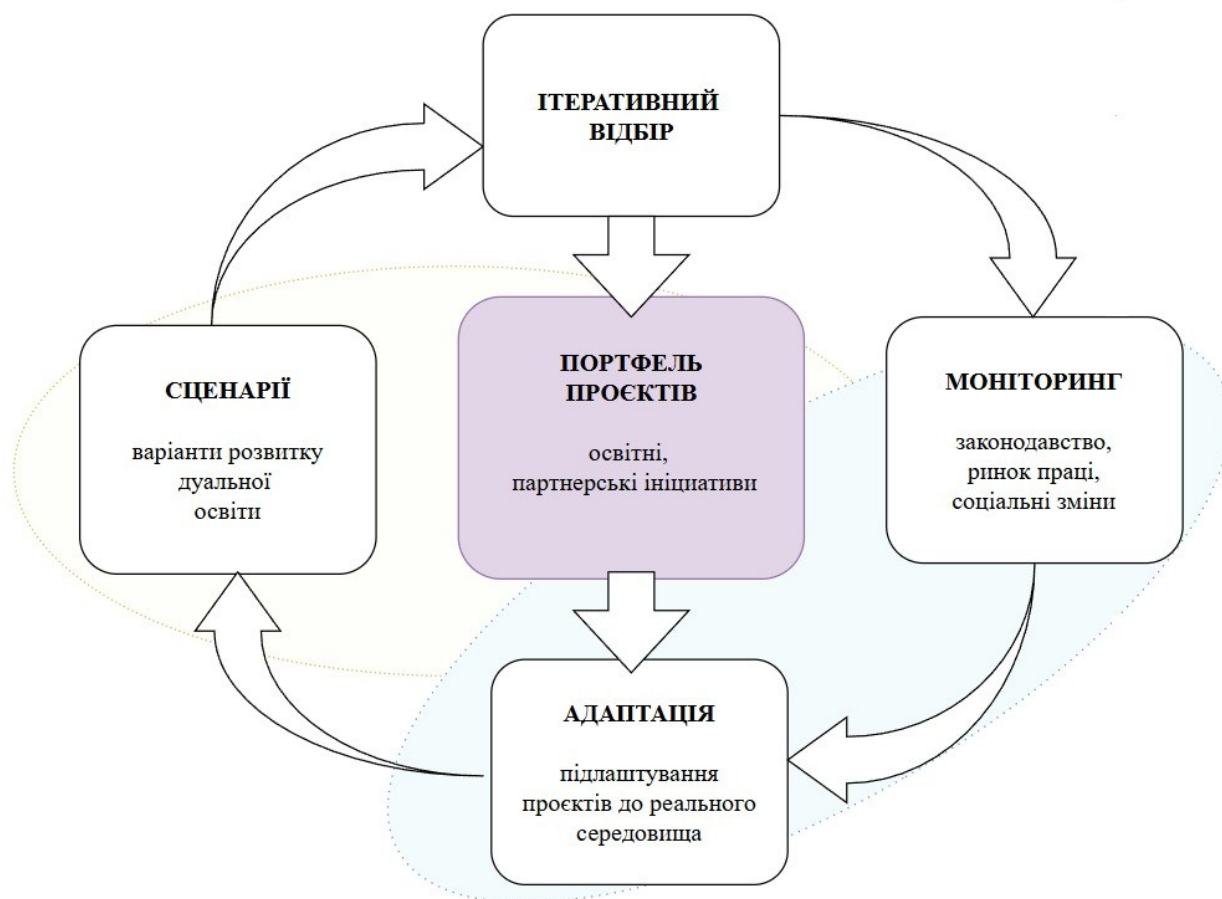


Рис.1.4. Сценарне планування та дуальність моделювання у розвитку ДО

-досліджуючи проблему розвитку, заклад освіти слід розглядати як відкриту нелінійну динамічну систему з власними властивостями;

-управління портфелями проєктів розвитку дуальної освіти повинно враховувати еволюційні принципи функціонування складних відкритих систем;

-розвиток дуальної освіти визначається впливом таких чинників, як зовнішнє середовище, зміни внутрішнього середовища, потреби та інтереси широкого кола зацікавлених сторін, старінням матеріально-технічної бази, екологічною складовою, глобалізацією світової економіки, науково-технічним прогресом та активізацією інноваційної діяльності, нестачею надійної інформації про очікувані та наявні запити роботодавців стосовно компетентностей працівників;

-створення та розвиток у проєктах розвитку дуальної освіти спільних цінностей, які поділяють усі учасники, трансформація цінностей у дієві

механізми творчої діяльності мають забезпечувати сталий розвиток системи освіти;

-для управління розвитком дуальної освіти на основі цінностей організацій застосовується методологія портфельного управління.

У такий спосіб узагальнення теоретичних підходів до розвитку систем у сучасних умовах дало змогу сформувавши концептуальний підхід до виявлення сутності розвитку, який розглядає дуальну освіту як відкриту систему, що взаємодіє із зовнішнім середовищем, і відображає вплив глобальних тенденцій на стійкість системи освіти.

Термінологічна база щодо тлумачення понять портфеля проєктів розвитку дуальної освіти та управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти потребують уточнення. А також введення поняття збалансованого портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

Портфель проєктів розвитку дуальної освіти – це сукупність проєктів, що реалізуються закладом освіти та роботодавцями для підтримки їхніх стратегій розвитку в умовах обмежених ресурсів.

Варто виокремлювати окрему частину портфеля спрямовану на формування, підтримку та використання потенціалу закладу освіти. Саме це є основою управління портфелем інноваційних проєктів освітнього закладу.

Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти – це окремий вид діяльності спрямований на забезпечення балансу між розвитком та використанням потенціалу закладу освіти під час реалізації цих проєктів.

Таким чином, для закладів освіти специфіка управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти полягає у спрямованості не лише на досягнення фінансового результату, а й забезпечення потенціалу, що буде використано під час реалізації наступних проєктів розвитку дуальної освіти портфеля. Саме ця вимога є основою визначення збалансованості портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

Збалансований портфель проектів розвитку дуальної освіти закладу освіти забезпечує максимальну цінність дуальної освіти, підтримуючи баланс між розвитком та використанням потенціалу закладу.

Сучасні проблеми управління портфелями проектів для більшості компаній полягають у такому:

- занадто велика кількість проектів, які виконуються одночасно і в більшості випадків дублюють один одного;

- невірний підбір проектів, тобто реалізація проектів, які не становлять цінності для організації;

- відсутність прив'язки проектів до стратегічних цілей організації;

- незбалансованість складу портфеля проектів.

Враховуючи таку особливість проектів розвитку дуальної освіти, як участь великої кількості зацікавлених сторін, виникають додаткові виклики, зокрема:

- необхідність розробки ефективних механізмів взаємодії зі стейкхолдерами, які б враховували динаміку їхньої задоволеності та забезпечували контроль за дотриманням їхніх очікувань у процесі реалізації проекту;

- складність управління інтеграцією.

Процес формування та вдосконалення портфеля [52] проектів розвитку дуальної освіти охоплює низку послідовних етапів, серед яких:

1. Аналіз вхідних даних щодо наявних проектів із підготовкою відповідного аналітичного звіту.

2. Створення структурованих наборів цілей, ресурсів та активів, що мають бути враховані у портфелі.

3. Синхронізація проектних цілей, ресурсного забезпечення та активів із подальшою первинною оцінкою їх відповідності.

4. Ідентифікація ключового ресурсу організації, який визначає її спроможність реалізовувати кілька проектів одночасно.

5. Встановлення пріоритетності проектів на основі визначених критеріїв та доступної інформації.

6. Оцінювання рівня збалансованості портфеля проєктів з урахуванням стратегічних орієнтирів.

7. Формування пропозицій щодо підвищення ефективності інвестування в проєкти.

8. Організація роботи дорадчого органу з управління проєктами та забезпечення прозорості результатів його діяльності.

Відтак, для портфеля проєктів розвитку дуальної освіти актуальним є завдання моделювання процесів їх оцінювання, формування збалансованої структури та розроблення інструментів управління сукупністю таких проєктів.

Стратегічне планування портфеля на основі ціннісного підходу потребує спеціалізованої проєктної структури, що забезпечує реалізацію корпоративної стратегії через програми та портфелі. Одним із варіантів такої структури може бути проєктний офіс, який сприяє максимізації цінності для організації.

Аналіз теоретичних засад і практики управління освітніми проєктами засвідчив недостатню увагу до проєктів дуальної освіти у професійних стандартах. Кожен заклад, що здійснює підготовку фахівців за дуальною формою, є складною організаційно-технічною системою. Оскільки трансформації в межах таких проєктів охоплюють як техногенні, так і природні системи, управління ними базується на теорії систем та передбачає застосування системного підходу [106].

Ефективне управління проєктами дуальної освіти потребує цілісного бачення проєкту, програми або портфеля та узгодженої координації всіх складових. Системний підхід, що розглядає дуальну освіту як портфель проєктів, дозволяє чітко визначити кінцевий продукт або освітню послугу. Системний аналіз, у свою чергу, є інструментом оцінювання ефективності інтеграції та взаємодії зацікавлених сторін.

Підсумовуючи все вище сказане, метою цього дисертаційного дослідження є розробка моделей, методів та інструментів управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти (рис. 1.5).

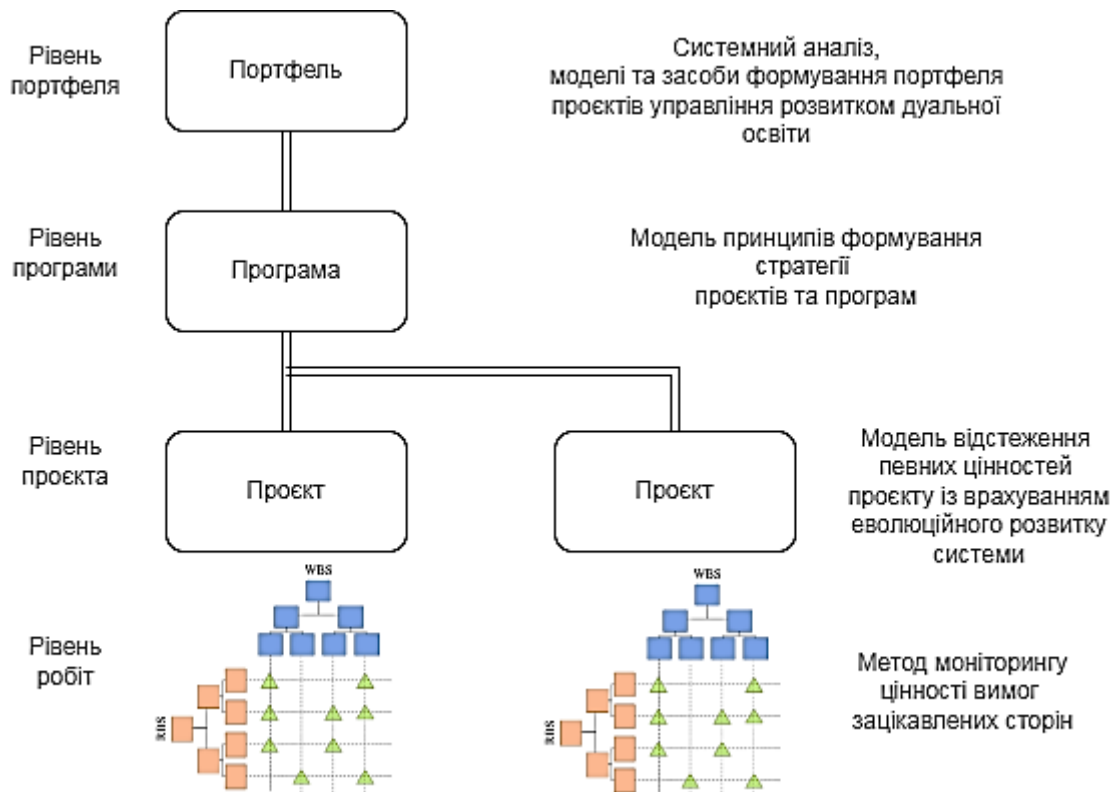


Рис. 1.5. Моделі та методи різних рівнів формування портфеля проєктів

Конкретизовані завдання подальших досліджень полягають у:

- моделюванні процесів управління формуванням портфелю проєктів розвитку дуальної освіти та розробки практичних інструментів формування збалансованого портфелю проєктів розвитку дуальної освіти;

- виявленні показників, розробці механізму відбору та критеріальної оцінки показників відбору проєктів розвитку дуальної освіти до портфелю проєктів закладу освіти;

- формування управлінських механізмів взаємодії із зацікавленими сторонами, які б забезпечували адаптацію до змін рівня їхньої задоволеності та дозволяли здійснювати контроль за дотриманням їхніх очікувань у процесі реалізації проєктних ініціатив;

- розробці моделі та організаційної структури управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти.

Висновки за розділом 1

Аналітичний огляд стану розробленості проблеми у сфері портфельного управління розвитком дуальної освіти дав можливість зробити такі висновки:

При дослідженні питання формування портфелів проєктів розвитку дуальної освіти виявлено проблеми які ще недостатньо висвітлені у професійній літературі:

-відсутність інтегральної моделі взаємодії між закладами освіти та роботодавцями, яка б забезпечувала ефективну практичну підготовку здобувачів освіти до професійної діяльності та сприяла їхній соціальній інтеграції у виробниче середовище;

-дефіцит проєктів, здатних ефективно реалізовувати цілеспрямовані трансформації та слугувати основою для широкого впровадження дуальної форми здобуття освіти;

-відсутність в існуючих моделях оцінювання цінності продукту проєкту дуальної освіти, переліку показників оцінювання, який би враховував особливості реалізації таких проєктів;

-недосконалість інформаційного забезпечення процесу оцінювання цінності результатів проєктів дуальної освіти, зумовлена відсутністю достовірних даних щодо актуальних і прогнозованих запитів роботодавців на професійні компетентності працівників;

-відсутність відповідних програмних засобів для моніторингу виконання вимог стейкхолдерів проєкту, зокрема, з урахуванням їх особистісної оцінки цінності вимог та ресурсів, коли вимоги зацікавлених сторін можуть змінюватись в умовах динамічного середовища.

Аналіз сутності виявлених проблем довів, що ефективним підходом до впровадження цілеспрямованих змін в системі освіти є проєктно-орієнтований підхід до управління .

Основні положення розділу викладено в працях [6; 10].

РОЗДІЛ 2

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Існування розмаїття наукових методів, технологій реалізації та управління освітніми процесами є абсолютно закономірним. Це сприяє їх взаємному взаємозбагаченню, розвитку та формуванню інформаційних, логічних та інших зв'язків. Їх об'єднує і спільна мета - оптимізація функціонування освіти та сприяння її еволюції. В межах сучасної еволюційно-кібернетичної гносеології зазначається, що розвиток системи знань відбувається насамперед через управління освітніми інформаційними процесами, і в цьому сенсі дуальна освіта є складною ієрархічною кібернетичною системою.

Результати реферування таких джерел, як [107; 108] забезпечують визначення того, що пропонується системно-кібернетична модель управління закладом освіти, застосування якої забезпечить навчальному закладу цільовий характер управління діяльністю в напрямку досягнення визначених цілей та отримання вимірних результатів задоволення вимог стейкхолдерів з урахуванням основних тенденцій розвитку сучасних закладів освіти, зокрема у сфері забезпечення якості. Ця модель ґрунтується на принципах оптимального управління освітнім процесом, головним критерієм ефективності якого є якість. Зокрема, за визначенням Яблочнікова С.Л. «системно-кібернетичний підхід до управління в освіті є науковою ідеологією (сукупністю взаємопов'язаних принципів, закономірностей, функцій, методів), що дозволяє реалізовувати аналіз і синтез інформаційних освітніх систем, технологій, засобів, процесів та організувати й здійснювати ефективно, оптимально управління ними, із залученням надбань та новацій загальної науки про управління – кібернетики, загальної теорії систем і загальної педагогіки» [108].

2.1 Системний аналіз управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти

Управління проєктами дуальної освіти ускладнюється через велику кількість залучених стейкхолдерів. Ускладнення проєкту також виникають через те, що деякі виконавці одночасно беруть участь у кількох освітніх проєктах. Такі проєкти реалізуються за навчальними планами, мають спільні ресурси та спільну кінцеву мету. З урахуванням цього, управління освітніми проєктами доцільно здійснювати комплексно, у вигляді програми, що поєднує декілька освітніх проєктів. Кожна освітня програма може включати кілька проєктів, які відрізняються залученими роботодавцями. Без належного управління сукупністю проєктів у рамках програми деякі з них можуть відхилитися від головної мети програми, тобто стати менш продуктивними. Ось чому менеджери проєктів звертаються до управління інтеграцією проєктів, щоб покращити співпрацю між проєктами, скоординувати всі аспекти продукту програми та створити довгостроковий результат. Управління інтеграцією в проєктах спрямоване на збільшення кількості успішно реалізованих проєктів.

Оскільки сьогодні управління проєктами охоплює широкий спектр управлінських аспектів, ролей, видів діяльності та систем, то назріла потреба у ширшому застосуванні процесно-орієнтованого підходу, який краще пасує до динамічного контексту з багатьма зацікавленими сторонами, враховує бачення ефективності проєкту різними зацікавленими сторонами [109], а також враховує їхні розбіжності в очікуваннях, що підвищує ймовірність успіху проєкта [110]. Без чітко визначеного уявлення про цілі, які переслідують зацікавлені сторони, кінцеві результати проєкту можуть не реалізовувати переваги, заради яких було ініційовано проєкт [111]. Інтегроване управління проєктами вважається критичним фактором успіху для проєктних менеджерів та їх проєктів. Ефективна інтеграція потребує не лише організаційних і адміністративних компетенцій, а й навичок управління персоналом [106]. У фокусі аналізу поведінкових аспектів проєктного управління залишаються особистісні риси менеджера, динаміка

команди та специфіка проєктного середовища. [112]. Так досліджено проблему підвищення ефективності комунікацій в освітніх проєктах завдяки системній моделі управління комунікаціями в проєктах, що дало змогу визначити основні зацікавлені сторони проєкту[113]. Також здійснено всебічне дослідження рівня володіння знаннями з управління проєктами на підприємстві, серед яких особливу значущість має управління інтеграцією проєктів [114]. Проте ефективне управління інтеграцією при реалізації освітніх проєктів, а тим паче портфелів проєктів розвитку дуальної освіти, наразі недостатньо висвітлено у професійних стандартах. Кожен заклад освіти, що бере участь у підготовці фахівців за дуальною формою, функціонує як складна організаційно-технічна система з багаторівневою структурою управління. Оскільки освітні проєкти передбачають трансформації як у штучних, так і природних системах, їхнє управління базується на теорії систем та реалізується через застосування системного підходу [106]. Ефективне управління інтеграцією проєкту передбачає цілісне сприйняття проєкту, програми або портфеля та узгоджену координацію всіх його складових. Системний підхід до розвитку дуальної освіти, який трактує її як сукупність взаємопов'язаних проєктів, дає змогу максимально точно окреслити кінцевий результат - освітню послугу. Визначення ефективності інтеграційних процесів та взаємодії залучених сторін здійснюється за допомогою системного аналізу.

«Управління інтеграцією проєкту охоплює сукупність процесів, спрямованих на узгодження, поєднання та координацію всіх елементів управління в межах проєктного циклу» . У межах цього підходу інтеграція передбачає об'єднання функцій, консолідацію рішень, ефективну комунікацію та узгоджені дії, що забезпечують контрольоване виконання проєкту, задоволення очікувань зацікавлених сторін і дотримання встановлених вимог. Вона також включає прийняття рішень щодо розподілу ресурсів, пошук балансу між суперечливими цілями та альтернативами, а також управління взаємозв'язками між різними сферами знань у межах проєктного управління [115].

Метою управління інтеграцією проєкту дуальної освіти є надання менеджеру проєкту інструментів і процесів, необхідних для управління провадженням освітньої програми за дуальною формою здобуття освіти та командою проєкту на кожному його етапі.

Управління інтеграцією проєктів є однією з десяти ключових галузей знань у РМВОК. Успіх цього управління залежить від виконання наступних семи процесів:

1. Формування проєктного статуту;
2. Розроблення комплексного плану управління проєктом;
3. Організація та координація виконання проєктних робіт;
4. Управління знаннями, отриманими в межах проєкту;
5. Моніторинг і контроль ходу реалізації проєкту;
6. Здійснення інтегрованого контролю змін;
7. Завершення проєкту або окремої його фази.

Зазначені процеси управління інтеграцією здійснюються на кожному етапі розвитку та виконання проєкту, оскільки управління інтеграцією проєкту - це постійне завдання, яке потрібно виконувати безперервно. На основі проведеного аналізу розроблено процесну модель управління інтеграцією в рамках управління проєктами дуальної освіти (рис. 2.1). Виконано в нотації BPMN та за допомогою програми веб-моделювання bpmn 2.0.

Проєкт дуальної освіти ініціюється зовнішньою по відношенню до проєкту стороною: центром дуальної освіти ЗВО або іншими структурними підрозділами провадження за дуальною формою здобуття освіти, роботодавцем, підприємством [116]. Задля забезпечення успіху новому проєкту важливо розробити статут. В ньому прописують цілі та обмеження проєкту, ключові зацікавлені сторони проєкту, виявлені ризики, загальний огляд бюджету.

Процес складання плану управління проєктом полягає у окресленні, підготовці та координації всіх допоміжних планів та інтеграції їх у комплексний план. Здійснюється керівництво та виконання робіт, визначених у плані, і впровадження схвалених змін задля досягнення цілей проєкту.

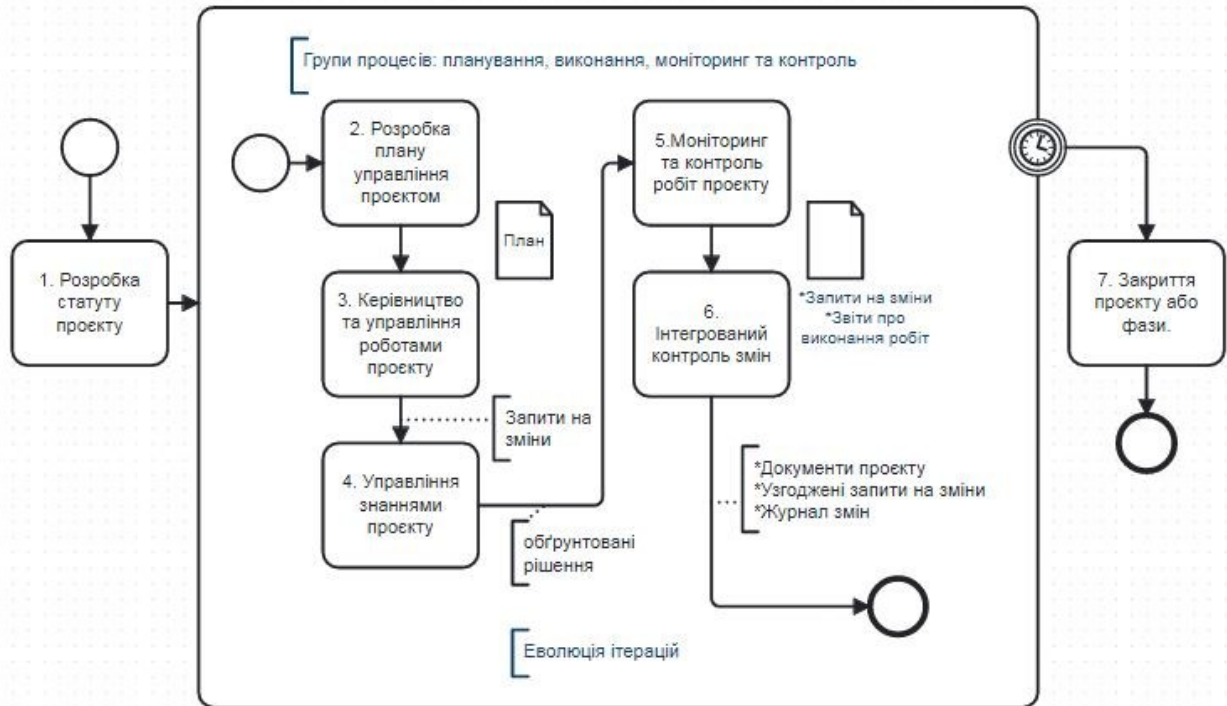


Рис.2.1. Процесна модель управління інтеграцією проектів дуальної освіти

«Управління знаннями з управління проектами і обслуговування методологій, стандартів і процедур, навчання та розвиток компетенції, таксономія знань, підходи до пошуку, інструменти для співпраці, спільноти практиків і соціальні обчислення є частиною управління знаннями» [117]. В шостому виданні РМВОК [118] з'явився процес «Управління знаннями проекту». Глобальні тенденції у змінах в управлінні проектами та підходи, які застосовують для отримання переваг та отримання цінностей від реалізації проектів, знаходять своє відображення в кожному наступному виданні Стандарту із управління проектами та Настанови РМВОК. Проте навіть у розпалі таких змін існують фундаментальні концепції та конструкції, які залишаються незмінними: розуміння того, що колективне мислення дає більш цілісне рішення, ніж думки однієї людини; факт, що організації застосовують проекти, як засіб постачання унікального результату [52].

Метою «інтегрованого управління змінами» є досягнення бажаного цільового стану шляхом інтеграції процесів організаційних та індивідуальних змін, з одного боку, та інтеграції управління проектом і змінами, з іншого боку

[119]. Керівник проєкту змін мусить інтегрувати методи, інструментарій та прийоми професійних процесів управління змінами у свій професійний проєктний менеджмент: ініціювання, планування, керівництво, посилення та підтримку змін. Процеси управління змінами здійснюються ітераційно, що і знайшло своє відображення в процесній моделі (рис. 2.1).

Заклади вищої освіти, що здійснюють підготовку здобувачів за дуальною формою, функціонують як складні організаційно-технічні системи, які прагнуть досягти двох ключових цілей: забезпечення здобувачів освіти необхідними компетентностями для адаптації до змін у соціально-економічному та технологічному середовищі, а також підтримання власної життєздатності та стійких позицій серед провідних учасників освітнього простору.

Згідно з принципами ощадливого виробництва, невідповідність підготовки випускників потребам ринку праці розглядається як втрата для освітньої установи, оскільки зниження рівня працевлаштування випускників негативно впливає на привабливість закладу для потенційних абітурієнтів [120].

Розмір фінансування підготовки здобувачів вищої освіти за державним замовленням (FSS) визначається на основі показників діяльності конкретного закладу вищої освіти:

$$FSS_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} FSS, \quad (2.1)$$

де A_i - комплексний індекс оцінки діяльності конкретного закладу вищої освіти, сформований на основі встановлених критеріїв:

$$A_i = EC_i * M_i * IRS_i * S_i * IRR_i * ER_i \quad (2.2)$$

де: EC_i – очікуваний контингент здобувачів освіти за державним замовленням, M_i – індикатор масштабності освітньої діяльності, IRS_i – коефіцієнт регіональної підтримки, S_i – індекс науково-дослідної активності; IRR_i – індекс міжнародної репутації, ER_i - індикатор працевлаштування випускників [116].

Впроваджуючи проекти дуальної освіти, можна покращити два показники освітніх закладів: коефіцієнт регіональної підтримки (IRS_i) та індикатор працевлаштування випускників (ER_i). Цього можна досягти шляхом активізації співпраці з роботодавцями регіону, що сприятиме підготовці фахівців, затребуваних на ринку праці, які одночасно набувають професійного досвіду за спеціальністю.

Основою проектно-орієнтованого управління слугують кілька системних концепцій, що відображають різні рівні складності та масштабності управлінських моделей [106].

- Концепція 3П (проект - процес - продукт) визначає логіку створення унікального результату (продукту чи послуги) шляхом реалізації інноваційних рішень у межах окремого проекту.

- Концепція 4П (програма - проект - процес - продукт) орієнтована на управління розвитком складних систем, таких як міста чи регіони, через узгоджені програми, що забезпечують виробництво продукції або надання послуг.

- Концепція 5П (портфель - програма - проект - процес - продукт) формує основу для побудови інтегрованої платформи розвитку організацій або територіальних утворень, забезпечуючи узгоджене управління всіма рівнями проектної діяльності.

Впровадження дуальної форми здобуття освіти через проекти доцільно відповідно до системної Концепції 5П.

2.2 Системна модель управління інтеграцією проектів в портфелі розвитку дуальної освіти

Програмою у вузькому сенсі будемо називати Освітню програму за якою здійснюється освітня діяльність закладу. Програма може включати декілька проектів, які відрізняються залученими роботодавцями. Портфель проектів дуальної освіти буде формуватися із програм. З урахуванням прийнятої

концепції виконано функціональний аналіз підсистем управління інтеграцією портфелів проєктів дуальної освіти (табл. 2.1).

Формування системної моделі управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти будемо реалізовувати із застосуванням методу системного аналізу.

Таблиця 2.1. Функціональний аналіз підсистем управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти

Підсистема	Функції підсистем	Цілі функціонування	Параметри
Стратегічне узгодження проєктного портфеля	Вирівнювання портфельних ініціатив відповідно до стратегічних цілей	Забезпечення сталого розвитку закладу освіти через провадження моделі дуальної освіти	Підвищення комплексного показника діяльності закладу освіти (A_i)
Узгодження цінностей	Узгодження компонентів портфеля із пріоритетами стейкхолдерів та їх цінностями	Забезпечення підтримки та вдосконалення цінностей продукту проєкту або послуг	Досягнення успішного задоволення вимог учасників проєктів
Визначення ефективності співпраці	Формування єдиного інтелектуального середовища, відомого як «спільнота практиків»	Створення інтегрованої компетенції, заснованої на поєднанні знань, інформації та культурних надбань	Покращення показників: регіональної підтримки (IRS_i) та працевлаштування випускників (ER_i)
Визначення ефективності інтеграції	Ухвалення рішень щодо розподілу ресурсів, пошук компромісів між конкуруючими цілями й альтернативами, а також управління взаємозалежностями в сферах виконання проєктів	Формування сценаріїв, що передбачають альтернативні шляхи розвитку, із акцентом на гнучкість і здатність до адаптації	Оптимальна реалізація проєктних змін

Об'єктом системного аналізу є інтеграція проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти. Мета функціонування системи інтеграції проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти полягає в підвищенні ефективності управління цією системою.

Ефективне управління інтеграціями проєктів зможе удосконалити систему управління портфелями проєктів розвитку дуальної освіти та підвищити її якість. За умови застосування методології управління проєктами в галузі управління розвитком дуальної освіти конкретного університету, то укладення двостороннього договору з роботодавцем про співпрацю в межах дуальної освіти ініціює окремий освітній проєкт. Кожен проєкт передбачає розробку персоналізованого навчального плану, поділеного на модулі, з конкретними вимогами до освітнього продукту, обмеженого доступними ресурсами та термінами реалізації (кредитами).

Процес системного аналізу припускає розробку і використання достатньо повної узагальненої моделі досліджуваного об'єкта [121]. Отже можна розробити модель інтеграційних процесів в портфелях розвитку дуальної освіти (рис. 2.2).

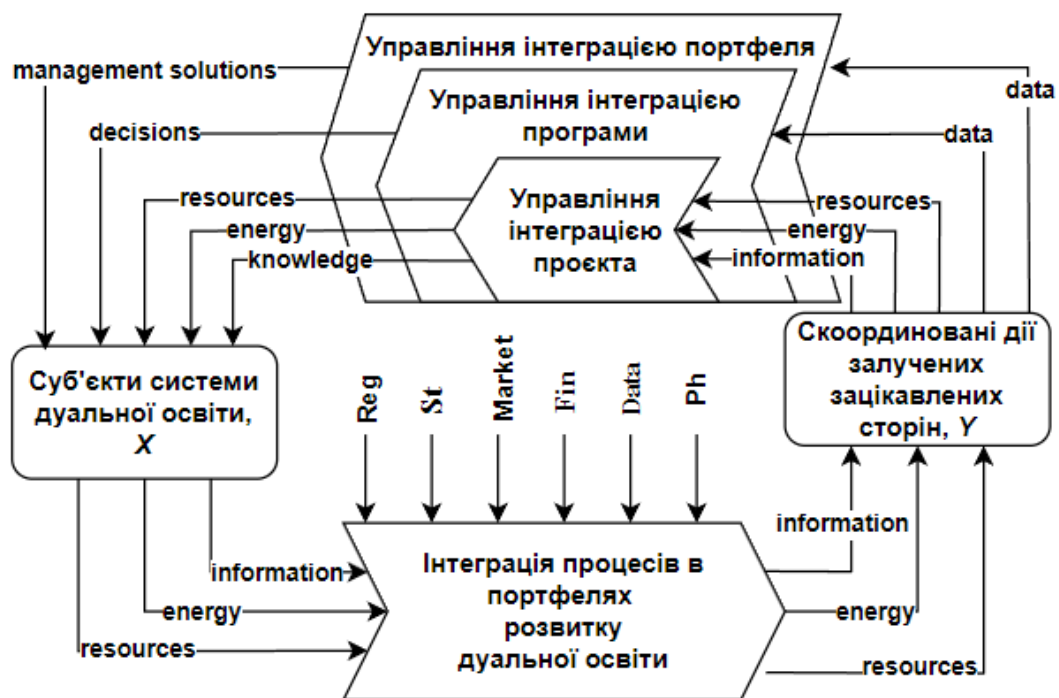


Рис. 2.2. Узагальнена модель інтеграційних процесів в портфелях розвитку дуальної освіти

«Проєкт - деяке завдання з певними вихідними даними та необхідними результатами (цілями), що зумовлюють спосіб його розв'язання» (РМВОК, 2013)

[122]. Це визначення цілком узгоджується з вимогами, що ставляться до моделей типу інтеграційних процесів в портфелях. Так, проєкт у межах стратегічного управління можна вважати реалізацією стратегії за допомогою узагальненої моделі інтеграційних процесів в портфелях, на вході якої знаходяться результати аналізу зовнішньої та внутрішньої для організації ситуації, а на виході - результат досягнення стратегічних цілей.

У результаті проведеного аналізу інформації щодо стану впровадження моделей дуальної освіти, функціонального аналізу системи управління інтеграціями освітніх проєктів на основі процесного та проєктного підходів до управління виокремлено основні входи для моделі типу інтеграційних процесів в портфелях. Проєкт дуальної освіти є цілісною відкритою системою, яка багатьма зв'язками поєднана із зовнішнім і внутрішнім середовищами. Тобто модель має враховувати некеровані та керовані фактори впливу.

Сукупність інтеграційних процесів проєкту, які змінюються протягом певного періоду часу T в узагальненій моделі: $X=\{x(t)\}$ та $Y=\{y(t)\}$, де $t \in T$. Навіть коли розглядати $y(t)$ як результат деякого перетворення φ процесу $x(t)$, а саме $y(t) = \varphi(x(t))$, то відповідно до узагальненої моделі інтеграційних процесів в портфелях це перетворення залишається невідомим.

Результатом успішного управління інтеграцією процесів в проєкті будемо вважати скоординовані між собою процеси, тобто між ними налагоджено взаємодію. Нехай M – множина існуючих інтеграцій між процесами проєкту. Та кожна властивість, притаманна елементу x із множини M , визначає в межах M підмножину $S \subseteq M$ що складається з усіх елементів, які володіють цією властивістю. Припустимо, що в межах проєкту дуальної освіти визначено певні інтеграційні зв'язки між процесами, які можуть включати елементи x та y з множини M і представлені у вигляді впорядкованих пар (x, y) . Сукупність усіх таких пар утворює декартовий добуток $M \times M$. Розмежуємо підмножину $R \subseteq M \times M$ яка описує налагоджені інтеграції, тобто ті пари, для яких виконується відношення xRy . Управління інтеграцією процесів проєкту дуальної освіти забезпечує перетворення вхідного ресурсу X у вихідний результат Y .

Вихід системи $y(t)$ розглядається як її відповідь на вхідні сигнали $x(t)$, що включають керовані компоненти $u(t)$ та некеровані чинники $r(t)$. Параметри виходу Y репрезентують скоординовану активність учасників процесу - зацікавлених сторін, які взаємодіють у межах дуальної освітньої моделі.

До некерованих $r(t)$ впливів на системний об'єкт належать зовнішні фактори, які можуть посилювати, обмежувати або нейтрально впливати на кінцеві результати проєкту. Окрім іншого, серед них окреслимо: ринкові умови (Market), нормативне середовище (Regulatory), галузеві стандарти (St), бази даних (Data), фінансові умови (Fin), фізичне середовище (Ph). Ринкові умови включають тенденції на спеціальності, конкурентів, частку ринку. Нормативне середовище може включати державні та регіональні закони та нормативні акти, що стосуються ліцензування, ведення освітньої діяльності, працевлаштування. Галузеві стандарти стосуються якості та кваліфікації фахівців. Комерційні бази даних включають стандартизовані дані оцінювання, галузеву інформацію щодо дослідження ризиків. Фінансові умови включають тарифи, податки, відсоткові ставки, аспекти фінансування проєктів. Фізичне середовище стосується умов праці [52].

Зворотній зв'язок в системі призначений для зміни процесу з метою покращення взаємодії між учасниками процесу, узгодження запитів на зміни та залучення нових елементів.

Вхідними елементами системи інтеграції процесів в проєкті дуальної освіти є її суб'єкти, а саме залучені зацікавлені сторони. Вони визначаються своїми цілями участі та ролями в системі, рівнем впливу на систему. Функція входу зводиться до того, щоб забезпечити систему матеріалом, енергією, інформацією, які надходять у процес та впливають на його реалізацію [113].

Вхідні параметри управління інтеграцією процесів в проєкті дуальної освіти визначаються за процесною моделлю управління інтеграцією проєктами дуальної освіти. Нехай портфель формується із m освітніх програм, кожна із яких включає в себе n проєктів за якими реалізується дуальна форма здобуття освіти.

Тоді множина вхідних параметрів кожного j -го проекту l -ої програми портфеля системи дуальної освіти:

$$X = \{x_{1j}^l, x_{2j}^l, x_{3j}^l, x_{4j}^l, x_{5j}^l, x_{6j}^l, x_{7j}^l, x_{8j}^l, x_{9j}^l\}, \quad j = \overline{1, n}, \quad l = \overline{1, m} \quad (2.3)$$

де: x_{1j}^l - суб'єкти системи дуальної освіти, x_{2j}^l - роль окремих суб'єктів системи, x_{3j}^l - узгоджений тристоронній договір про співпрацю з роботодавцем щодо партнерства, x_{4j}^l - статут, x_{5j}^l - план проекту, x_{6j}^l - індивідуальний навчальний план, x_{7j}^l - вимоги до якості продукту проекту, x_{8j}^l - запити на зміни, x_{9j}^l - узгоджені запити на зміни.

Вихідними параметрами системи управління інтеграцією процесів в проекті дуальної освіти Y буде система скоординованих дій між залученими зацікавленими сторонами портфеля проектів розвитку дуальної освіти.

Отже, узагальнена системна модель управління інтеграціями проектів в портфелі дуальної освіти (табл.2) представляє собою сукупність вхідних (X) та вихідних параметрів (Y), обмежень (U), управляючих (G) та некерованих (R) змінних. Модель презентує способи ефективного управління системою.

На момент побудови моделі системи розпізнано суттєві фактори, які включено до множин X , U , G , R , Y . Розподіл параметрів кожної із множин на підмножини важливих та неістотних здійснюється командою проекту. Звичайно, команда володіє проектною компетентністю.

У контексті управління проектами інтеграційні процеси ґрунтуються на низці ключових принципів [106], що забезпечують ефективність реалізації проектних рішень (рис. 2.3). По-перше, інтеграція визначає базову структуру майбутнього продукту, розпочинаючись із формування концепції, яка спирається на інноваційне мислення. По-друге, вона передбачає розроблення варіативних планів, застосування принципу адаптивності до змін та здатність до гнучкого реагування. Наступним принципом є створення спільного інтелектуального середовища - так званої «спільноти практиків», що сприяє формуванню колективної компетентності на основі об'єднаних знань, інформації та культурних особливостей.

Таблиця 2.2 Узагальнена системна модель управління інтеграціями процесів проєктів в портфелі розвитку дуальної освіти

Елементи системної моделі	Множини суттєвих факторів	Розпізнані фактори
1	2	3
Вхідні параметри	$X = \{x^{pm}, x^{bus}, x^{univ}\},$	де: x^{pm} – множина дій команди проєкту, спрямованих на управління інтеграцією процесів проєкту, x^{bus} – множина дій роботодавців, спрямованих на управління інтеграцією процесів проєкту, x^{univ} – множина дій координаційного центру дуальної освіти університету, спрямованих на управління інтеграцією процесів проєкту.
Вихідні параметри	$Y = \varphi\{x^{pm} \cup x^{bus} \cup x^{univ}\},$	де: Y - система скоординованих зв'язків між залученими зацікавленими сторонами портфеля проєктів розвитку ДО.
Обмеження	$U = \left\{ \begin{array}{l} u_1^{pm}, u_1^{bus}, u_1^{univ}, \\ u_2^{pm}, u_2^{bus}, u_2^{univ}, \\ u_3^{pm}, u_3^{bus}, u_3^{univ}, \\ u_4^{pm}, u_4^{bus}, u_4^{univ}, \\ u_5^{bus}, u_5^{univ}, \\ u_6^{univ} \end{array} \right\}$	де: $u_1^{pm}, u_1^{bus}, u_1^{univ}$ – нормативно-правові показники для управління інтеграцією процесів проєкту команди, роботодавців та університету, відповідно; $u_2^{pm}, u_2^{bus}, u_2^{univ}$ – фінансово-економічні показники для організації проєктів ДО; $u_3^{pm}, u_3^{bus}, u_3^{univ}$ – показники соціального та культурного впливу на систему дуальної освіти; $u_4^{pm}, u_4^{bus}, u_4^{univ}$ – організаційні показники інституцій, залучених до впровадження моделей ДО; u_5^{bus}, u_5^{univ} – бачення компетентності випускників бізнесом та закладами освіти; u_6^{univ} – показники результатів проєкту ДО.
Управляючі параметри	$G = \{g_1^{pm}, g_2^{pm}, g_3^{pm}\}$	де: $g_1^{pm}, g_2^{pm}, g_3^{pm}$ – управління інтеграцією процесів в межах проєкту, програми та портфеля відповідно
Некеровані параметри	$R = \left\{ \begin{array}{l} r_1^{pm}, r_1^{bus}, r_1^{univ}, \\ r_2^{bus}, r_2^{univ}, r_2^{stud}, \\ r_3 \end{array} \right\}$	де: $r_1^{pm}, r_1^{bus}, r_1^{univ}$ - фінансові ризики, пов'язані з реалізацією системи управління інтеграцією проєктів ДО; $r_2^{bus}, r_2^{univ}, r_2^{stud}$, – соціальні чинники, що виникають унаслідок недостатнього рівня виконавської дисципліни представників роботодавців, закладу вищої освіти та здобувачів, залучених до проєкту.; r_3 – ситуації форс-мажору.

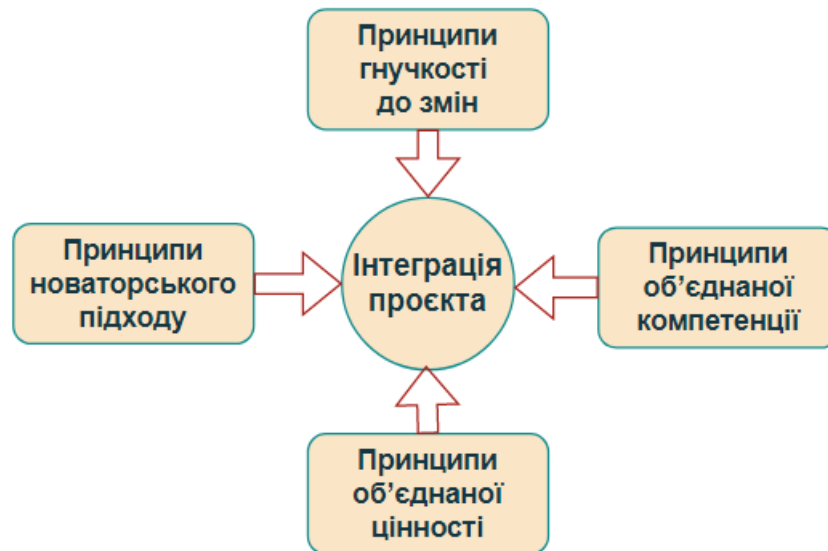


Рис. 2.3 Принципи інтеграційних дій в межах управління проєктами

Нарешті, інтеграційні дії спрямовані на підтримку, оновлення та трансформацію цінностей, закладених у кінцевому продукті або наданих послугах, що забезпечує їхню актуальність та відповідність потребам зацікавлених сторін.

У сьомій версії стандарту РМВОК вагомю зміною у порівнянні з попередніми є системне розуміння «поставки» цінності як частини стандарту [52](РМВОК, 2021). У контексті реалізації проєктів стандарт наголошує на тому, що проєкти не просто дають результати, але, що більш важливо, створюють умови для того, щоб ці результати генерували наслідки, які в кінцевому підсумку приносять цінність для організації та її зацікавлених сторін [123].

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

У кожного стейкхолдера свої цінності, які пов'язані з сферами їх очікувань стосовно результатів проєктів. Модель управління цінностями в проєктах дуальної освіти можна представити наступним чином:

$$V = V_{state} \cap V_{bus} \cap V_{region} \cap V_{univ} \cap V_{stud} , \quad (2.4)$$

де: $V_{state}, V_{bus}, V_{region}, V_{univ}, V_{stud}$ – цінності держави, бізнес-структури, роботодавців регіону, закладу освіти та здобувача освіти відповідно.

Системне дослідження процесу управління інтеграцією проектів у портфелі дуальної освіти дало змогу виокремити такі основні підсистеми: стратегічне узгодження проєктного портфеля, узгодження цінностей, визначення ефективності співпраці, визначення ефективності інтеграції.

За результатами системного аналізу інтеграція проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти розроблено практичний прийом формування портфеля розвитку дуальної освіти шляхом реалізації системної концепції 5П (портфель – програма – проєкт – процес – продукт):

- 1) якість продукту проєкту визначається відповідно до моделі управління цінностями (4);
- 2) управління інтеграцією проєкту відбувається відповідно зі процесною моделлю (рис. 2.1) та принципами інтеграційних дій (рис. 2.3);
- 3) програма складається із проєктів, які відрізняються залученими роботодавцями;
- 4) портфель проєктів дуальної освіти формується із програм та окремих проєктів;
- 5) управління інтеграцією портфеля дуальної освіти забезпечується управлінням інтеграцією процесів проєктів в межах освітніх програм (рис. 2.2) та розробленою системною моделлю (табл.2.2)

Ефективне управління інтеграціями проєктів удосконалює систему управління портфелем дуальної освіти через ідентифікацію, поєднання, уніфікацію та координацію процесів у групах управління проєктом. Це забезпечує ухвалення рішень щодо розподілу ресурсів і компромісів, керуючи взаємозалежностями у сферах виконання проєктів.

2.3 Моделювання портфеля проєктів регіонального розвитку дуальної освіти

Упродовж тривалого часу вважалося, що проєкти можуть мати лише другорядне та допоміжне значення в управлінні змінами. Згодом стало зрозуміло, що обґрунтування доцільності впровадження саме проєктного підходу піднімається на більш високий щабель - до рівня стратегічного управління всією системою підприємства [124]. На цьому рівні управління проєктами вже розглядається як метод забезпечення досягнення стратегічних цілей розвитку складної системи.

Актуальність цієї роботи зумовлена тим, що системи управління розвитком освітніх процесів часто не встигають за змінами, які відбуваються в суспільстві. Індикатором такої ситуації є недостатнє застосування методології управління програмами та портфелями проєктів на тактичному рівні розвитку складних систем.

Як зазначається в « The Standard for Portfolio Management» [125], основні відмінності портфельного управління зводяться до наступного:

- портфель - це безперервний бізнес-процес;
- портфель має широкий стратегічний фокус;
- аудиторія портфеля орієнтована на рівень топ-менеджерів;
- основна увага приділяється групуванню компонентів та прийняттю рішень.

Управління портфелем проєктів полягає в тому, щоб забезпечити перегляд проєктів і програм з метою визначення пріоритетів для розподілу ресурсів [77], а також відповідність портфеля проєктів стратегії розвитку системи. Стратегічні цілі системи та її портфель проєктів взаємопов'язані та суттєво впливають один на одного [126-128]. Визначення стратегічних ініціатив та результатів, отриманих завдяки реалізації цих ініціатив, сприяють реалізації стратегії та дозволяють оцінити її ефективність у довгостроковій перспективі. Взаємозв'язок

між стратегією та портфелем проєктів можна проілюструвати у вигляді повторюваного циклу, що складається з чотирьох етапів:

1. Трансформація стратегії у проєкти.
2. Планування портфеля проєктів.
3. Управління портфелем.
4. Повторна оцінка стратегії та портфеля.

Відповідно до системи знань PMI [125], управління портфелем проєктів охоплює дві основні групи процесів (рис. 2.4):

– група процесів вирівнювання охоплює елементи портфельного управління, що класифікують компоненти за визначеними категоріями та оцінюють їхню доцільність для включення або виключення з портфеля;

– група процесів моніторингу та контролю базується на показниках ефективності, які використовуються для періодичного узгодження компонентів портфеля зі стратегічними цілями.

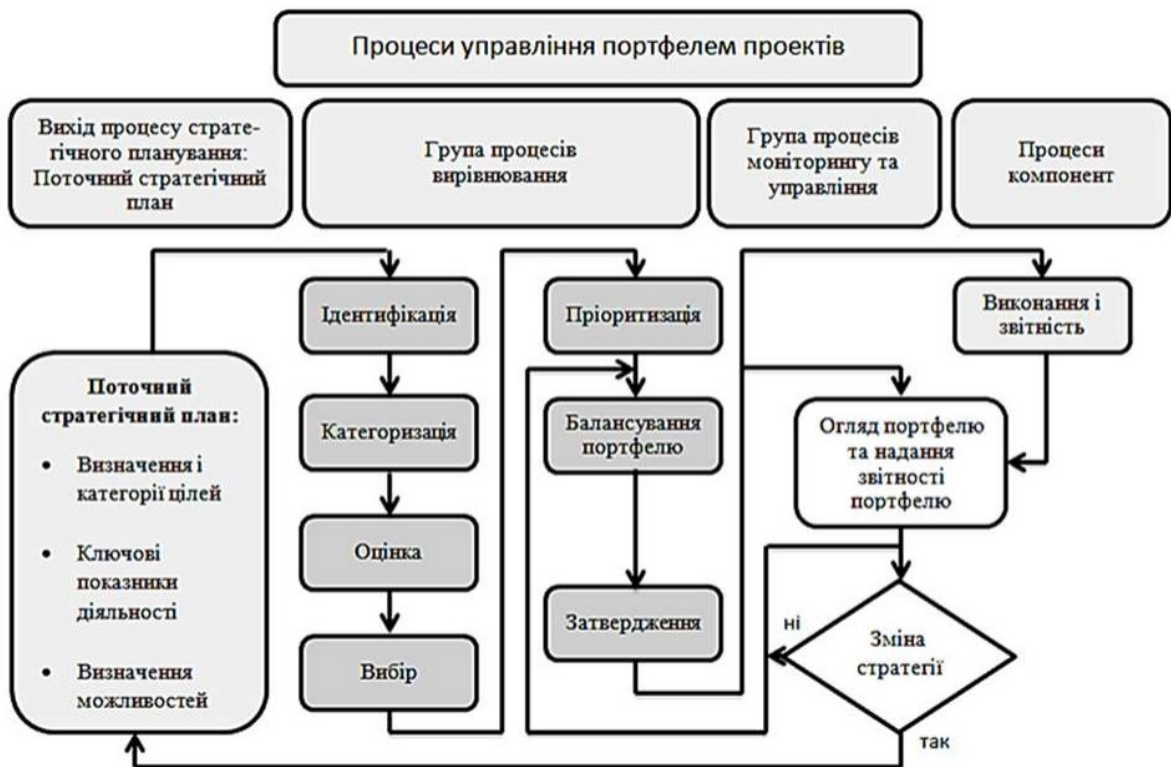


Рис. 2.4. Процеси управління портфелем.

Група процесів узгодження забезпечує програмну та проектну діяльність актуальними даними, що спрямовані на досягнення стратегічних орієнтирів, дозволяючи здійснювати оцінку та управління складовими портфеля. Активізація цих процесів відбувається під час перегляду стратегічних пріоритетів організації у межах формування річних планів на найближчу перспективу, а також у відповідь на зміни в бізнес-середовищі.

Послідовність та зміст управління формуванням портфеля проектів можна відстежити за наступним найбільш інформативних входам/виходам процесів, представленим далі у таблиці 2.3.

Формування портфеля проектів розвитку дуальної освіти охоплює процеси, необхідні для проведення експертної оцінки проектних пропозицій, а також для створення або оновлення портфеля відповідно до принципів системної динаміки. Зазначені процеси сприяють організації роботи експертної групи щодо добору проектів з урахуванням змін у зовнішньому середовищі та очікувань зацікавлених сторін. Схематичне зображення контексту процесної моделі наведено на наступному рисунку 2.5.

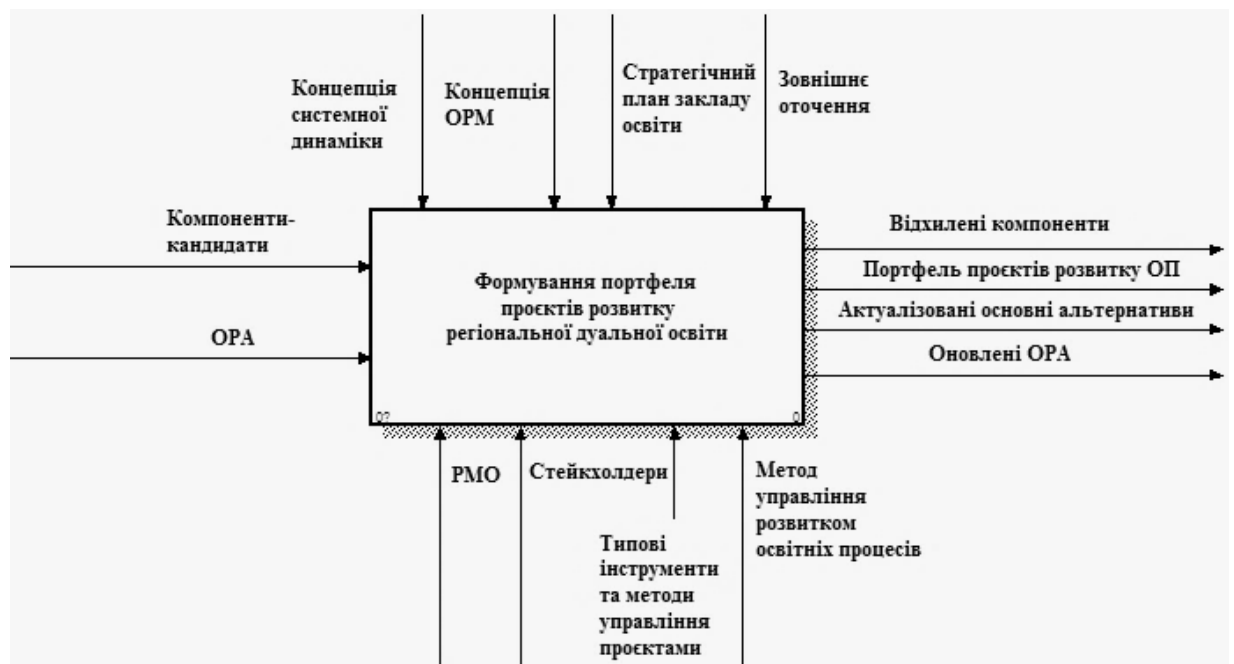


Рис. 2.5. Контекстна діаграма процесної моделі «Формування портфеля проектів розвитку регіональної дуальної освіти»

Таблиця 2.3. Процеси формування портфеля проєктів

Етапи портфельного управління	Вхідні дані	Результати / Вихідні дані
Ідентифікація	Стратегічна програма, список потенційних елементів портфеля, описові атрибути портфельних елементів (ОРА)	Список елементів, ключові характеристики елементів, список виключених елементів
Категоризація	Список елементів, ключові характеристики елементів	Список класифікованих елементів
Оцінка	Стратегічна програма, список класифікованих елементів, ключові характеристики елементів	Список класифікованих та оцінених елементів, оцінка вартості кожного елемента, візуальні подання, рекомендації згідно результатам оцінки
Вибір	Стратегічна програма, список класифікованих та оцінених елементів, оцінка вартості кожного елемента, візуальні подання-рекомендації з результатів оцінки	Список класифікованих, оцінених і обраних елементів, рекомендації
Визначення пріоритетів	Список класифікованих, оцінених і обраних елементів	Список класифікованих елементів портфеля згідно зі стратегічними напрямками
Балансування портфеля	Список класифікованих елементів портфеля згідно зі стратегічними напрямками, оцінювальні параметри портфельного управління, показники динаміки реалізації портфеля, умови та гіпотези управлінського процесу, пропозиції щодо реструктуризації портфеля за результатами аналізу звітних даних	Список затверджених елементів портфеля, остаточний набір актуалізованих стратегічних альтернатив, структурування оновлених або вдосконалених елементів портфеля / групування модернізованих складових портфеля

Опис елементів контекстної діаграми процесної моделі (рис. 2.5) наступний.

Входи:

Компоненти-кандидати - це проєктні ініціативи внутрішніх або зовнішніх стейкхолдерів для можливого включення до портфеля проєктів.

ОРА – Активи організаційних процесів (Organizational Process Assets) - це внутрішні ресурси організації, що охоплюють плани, процедури, політики, стандарти та бази знань, які використовуються під час реалізації проєктів (за РМВОК). До таких активів також належать накопичений досвід, усталені практики та знання, які можуть бути застосовані для управління проєктами та слугують вхідними даними для багатьох процесів в межах проєктного управління.

Інструменти, механізми й методи:

Стейкхолдери - це внутрішні та зовнішні зацікавлені учасники, які мають інтерес до проєктів і програм, що вже входять до портфеля або претендують на включення до його складу.

РМО – Офіс управління проєктами (Project Management Office) - це структурна одиниця, що відповідає за реалізацію стратегічного підходу до управління проєктами, уніфікацію процедур, а також сприяє обміну ресурсами, методологіями, інструментами та методами. До експертної групи можуть входити як представники стейкхолдерів, так і фахівці РМО.

Типові інструменти та методи управління проєктами - це засоби та підходи, рекомендовані стандартом РМВОК для застосування під час реалізації окремих процесів управління проєктами.

Метод управління розвитком освітніх процесів в умовах невизначеності із застосуванням експертних методів опишемо після діаграми декомпозиції.

Управління та обмеження:

Концепція системної динаміки - підхід до моделювання поведінки складних систем у часі на основі взаємозв'язків і зворотних зв'язків між їхніми елементами.

Концепція ОРМ (Organizational Project Management) передбачає інтеграцію управління портфелями, програмами та окремими проєктами з організаційними механізмами реалізації, що спрямована на досягнення стратегічних цілей організації.

Зовнішнє середовище - це сукупність зовнішніх чинників, які необхідно враховувати під час розроблення стратегії адаптації до змін у контексті реалізації проєктів.

Стратегічний план організації - це довгостроковий документ (як правило на період від 3 до 5 років), у якому визначається основна мета діяльності організації, встановлюється логічний зв'язок між цілями та завданнями для їх досягнення, а також окреслюються ключові індикатори, що використовуватимуться для оцінки ефективності реалізації плану. Сталий розвиток організації має бути результатом діяльності.

Виходи:

Відхилені компоненти – це пропозиції, які не були прийняті з таких причин: невідповідність умов поданого проєкту стратегічним пріоритетам організації; негативний висновок за результатами експертизи проєктної заявки.

Портфель проєктів розвитку дуальної освіти - це сукупність затверджених проєктів закладу освіти, сформована з урахуванням пріоритетів сталого розвитку, визначених у його Стратегічному плані, та збалансована відповідно до встановлених критеріїв.

Оновлені ключові альтернативи - це остаточний перелік основних варіантів, що були актуалізовані, а також розподіл удосконалених або оновлених компонентів портфеля.

Оновлені ОРА (організаційні процесні активи) - це оновлені плани, процедури, політики, процеси та бази знань, що належать до внутрішніх ресурсів організації. Їх оновлення не є частиною проєктних робіт і зазвичай здійснюється підрозділом, який не входить до складу проєктної команди.

Декомпозиція процесу верхнього рівня виконана за допомогою нотації IDEF0 відповідно до методології SADT [129]. Основні елементи процесу - вхідні та вихідні дані, інструменти, механізми й методи - мігрували на діаграму декомпозиції (рис. 2.6). Згідно з діаграмою A0, процеси формування портфеля проєктів наступні: ідентифікація, категоризація, відбір, визначення пріоритетів і

балансування портфеля. Перелік основних вхідних і вихідних даних для цих процесів наведено в таблиці 2.3.

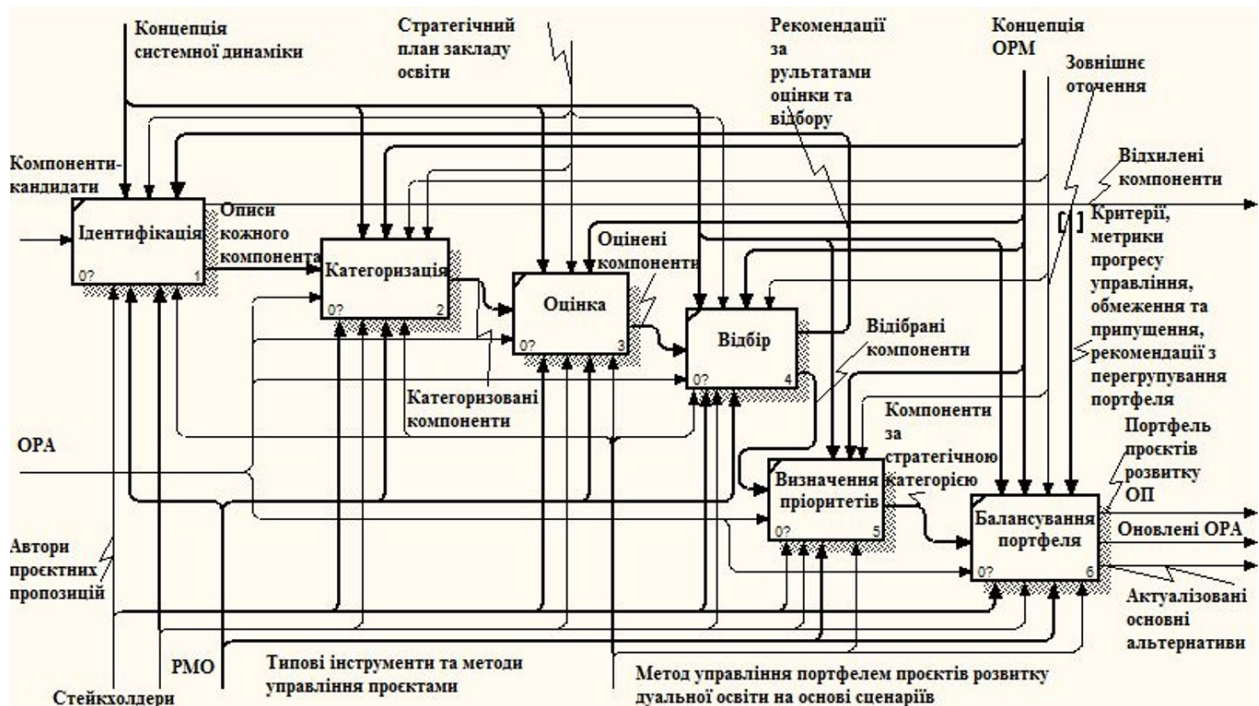


Рис. 2.6. Діаграма А0 декомпозиції верхнього рівня процесу «Формування портфеля проєктів розвитку регіональної дуальної освіти»

Рекомендації за результатами оцінки та відбору – це зворотній зв'язок по управлінню як і належить процесам управління портфелем.

2.4. Метод управління розвитком освітніх процесів в умовах невизначеності із застосуванням експертних методів на основі правила Парето

Основними інформаційними труднощами, пов'язаними з процесами формування портфеля проєктів та визначенням використання експертизи, є наступні [130; 131]:

- статистична інформація недостовірна;
- частина інформації є якісною і не піддається кількісній оцінці

- необхідну інформацію можна отримати, але вона відсутня на момент прийняття рішення;

- існує значна група факторів, які можуть вплинути на реалізацію рішення в майбутньому, але їх неможливо точно спрогнозувати;

- існують потенційно різні схеми реалізації рішення, а обмеженість одних ресурсів призводить до вибору одного з них за рахунок інших.

Експертне оцінювання розбивається на етапи:

- відбір експертів і формування експертної групи;

- складання опитувальних анкет;

- робота експертної групи;

- аналіз та обробка експертних оцінок.

Результатом експертної оцінки є обґрунтований висновок, сформований на основі професійної компетентності у відповідній галузі знань, сфері діяльності або прикладному контексті, що стосується об'єкта аналізу. Така оцінка може здійснюватися як окремим фахівцем, так і колегіально - групою експертів.

Припустимо, що експертну групу вже сформовано та її учасники ознайомлені із метою проведення експертизи компонентів-кандидатів, для формування або актуалізації портфелю проєктів. Робота групи полягає у ранжуванні факторів впливу:

1. Етап опитування метою якого є індивідуальне експертне оцінювання впливу кожного проєкту за значимістю на кожному із визначених категорій. Результати опитування всіх експертів формуються у таблиці 2.4, в якій

x_{ij} , – оцінка i -го фактора проєкту j -м експертом;

n – кількість факторів впливу для певної категорії (групи показників) проєкту;

m – кількість експертів.

Таблиця 2.4. Результати експертного оцінювання для групи факторів проекту

Фактор	1	...	j	...	m
1	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1m}
...
i	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{im}
...
n	x_{n1}	...	x_{nj}	...	x_{nm}

2. Етап аналізу та визначення групової експертної оцінки.

Узагальнена оцінка значущості y_i кожного i -го фактору впливу проекту:

$$y_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{n * m}, i = \overline{1, n}. \quad (2.5)$$

Оцінку узагальненого показника ефективності проекту, прикладом якого тут виступає y_i найзручніше здійснювати на основі функції переваги. У випадку, якщо для оцінки використовується бальна система або значення показника $y_i \in [a, b]$, в якості функції переваги $r(y_i)$ застосовується рівномірний розподіл:

$$r(y_i) = \frac{y_i - a}{b - a}, a \leq y_i \leq b.$$

Чим ближче отримане значення до 1, тим більша кількість експертів високо оцінило значимість даного чинника. Для включення фактору впливу в подальші дослідження необхідно вибрати порогове значення значущості. Вибір порогового значення залежить від вимог до якості інноваційного портфеля: чим він вищий, тим більш жорсткими будуть вимоги до проектів кандидатів до портфеля.

3. Етап узгодження опитування експертів.

Необхідно оцінити внутрішню цінність кожного проекту, який підлягає відбору. Оцінювання відбувається за обраними критеріями, а потім

розраховується підсумкова оцінка поточного стану проєкту. Середня бальна оцінка внутрішньої цінності проєкту \bar{v}_l за умови рівнозначності усіх критеріальних ознак:

$$\bar{v}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{li}, l = \overline{1, L}, \quad (2.5)$$

де: \bar{v}_l – середня бальна оцінка l -го інноваційного проєкту; n – кількість критеріальних ознак; v_{li} – бальна оцінка i -ої ознаки l -го інноваційного проєкту.

Експертами узгоджується граничне значення відсіювання інноваційних проєктів v_l^{lim} . Формується список потенційних компонентів портфелю, інтегральні оцінки яких перевищують v_l^{lim} .

Сутність реалізації методу формування та балансування портфелю розвитку дуальної освіти розглянемо за укрупненим алгоритмом у відповідності до моделі процесу (рис. 2.6.).

Ідентифікація компонентів портфелю (процес 1 діаграми А0(рис. 2.6))

При наявності певного набору проєктів, що мають увійти до портфелю розвитку дуальної освіти потрібно провести якісний та кількісний відбір проєктів. Якісний відбір можна розпочати з розміщення проєктів в матриці комбінованих критеріїв, тобто застосовувати структуровані техніки для візуалізації проблем і їхніх рішень. Такі матриці може бути створені, наприклад, для комбінації критеріїв «прибутки-витрати» та «цінність-ризик» (рис.2.7).

Бульбашкова діаграма [85] на якій проєкти-альтернативи у вигляді бульбашок на сітці (рис. 2.7-а), де розмір бульбашки є ціннісним слідом цих альтернатив, а виміри сітки є двома найважливішими (або іншими вибраними) вимірами ефективності. Такі діаграми дають огляд рішення на рівні окремих альтернатив.

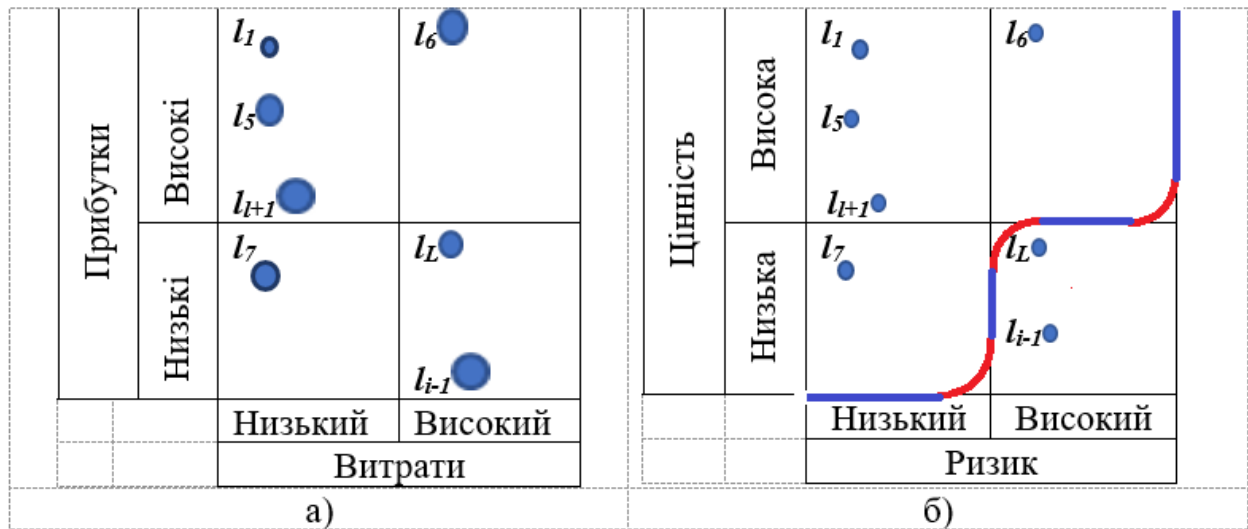


Рисунок 2.7. –Діаграми: а) бульбашкова за критеріями «прибутки-витрати» б) точкова за критеріями «цінність-ризик» із множиною допустимих рішень та множиною Парето

Ще однією структурованою технікою для візуалізації проблем і їхніх рішень може бути точкова діаграма із фронтом та множиною Парето [85; 132], які показують загальну цінність вибраного портфеля (рис. 2.7-б). Принцип Парето стверджує, що оптимальний результат слід шукати серед елементів множини непомінованих рішень [133]. Альтернативи з гіршими оцінками за всіма критеріями не є конкурентоздатними та виключаються із розгляду. Залишаються лише ті альтернативи, які за принаймні одним критерієм не гірші, ніж інші або непомінуючі альтернативи. Множина Парето, яку також називають «множиною ефективних (непокращуваних) рішень», включає такі альтернативи, для яких неможливо покращити один з критеріїв без одночасного погіршення іншого. У випадку двох критеріїв Парето-оптимальність означає, що жодне з рішень не є кращим за інше за всіма критеріями одночасно. [134, с. 18]. Такі діаграми дають приймаючим рішенням уявлення про різницю між поточним і вибраним портфелем у просторі втрат і вигоди одночасно, а також уявлення про те, що можливість збільшення вигоди або загроза її зменшення можуть означати.

Остаточний вибір множини ефективних розв'язків (або їх оцінок) за Парето здійснюється ОПР на підставі аналізу діаграм, оскільки він показує, якою ціною досягається підвищення ефективності.

Отже, метод пошуку множини Парето відмовляється від пошуку найкращої альтернативи, вважаючи, що перевагу можна надати лише тоді, коли одна альтернатива краща за всіма критеріями. Якщо переваги по різних критеріях не збігаються, альтернативи вважаються непорівнянними. Під час попарного порівняння гірші з усіх критеріїв альтернативи відхиляються, а не домінуючі залишаються. Якщо жодна альтернатива не відповідає всім максимально допустимим значенням критеріїв, то залишені альтернативи формують множини Парето, і на цьому процес прийняття рішення завершується. Для вибору єдиної альтернативи вводять додаткові критерії, обмеження та залучають експертів.

Деякі теоретичні дослідження вказують на те, що за умови дотримання певних вимог групові оцінки в більшості випадків є більш надійними, ніж індивідуальні [131]. Наприклад, розподіл оцінок, отриманих від експертів, має бути «гладким», тобто дві групові оцінки, надані двома експертами, обраними випадковим чином, мають бути близькими. Таким чином, для кожного проекту відповідно до експертного методу розраховано середню бальну оцінку його цінності \bar{v}_i за формулою (2.5).

Групування проектів. (процес 2 діаграми А0(рис. 2.5))

Проекти розглядаються за рівнем цінності та об'єднують в групи, що характеризують напрям розвитку проектів. Розбиття проектів на групи дозволяє збалансувати портфель, певним чином пов'язавши проекти із стратегічними цілями розвитку об'єкту дослідження. Імовірність впливу чинників ризику і ступінь їх впливу на хід виконання проекту також можна оцінити обраною групою експертів. Ступінь впливу ризиків на виконання проекту оцінюється за 5-бальною шкалою від безпечного (0,1 балів), до фатального (0,5 балів). Імовірність появи ризиків виражається і у відсотках, як відношення кількості можливих варіантів розвитку проекту при яких буде вплив ризику.

При цьому необхідно враховувати, в які моменти виникає потреба в ресурсах для того чи іншого проєкту. Планування ресурсного забезпечення портфеля має здійснюватися за встановленими ресурсними обмеженнями, які являють собою граничні обсяги, що можуть бути використані для конкретного проєкту в певний період.

Отже, дослідження зводиться до багатокритеріального аналізу портфоліо який потребує охоплення декількох методів, які зазвичай ґрунтуються на MCDA, щоб керувати вибором підмножини (тобто портфоліо) доступних об'єктів з метою максимізації ефективності результуючого портфеля з огляду на численні критерії, за умови дотримання вимоги, що ресурси, що споживаються портфелем, не перевищують доступність ресурсів і, крім того, також задовольняють інші відповідні обмеження.

У наступній главі формалізуємо модель цієї проблеми відбору.

Висновки до розділу 2

У стандарті управління портфелем проєктів РМІ формування портфеля представлено групою процесів вирівнювання, але їх практичне застосування в конкретній предметній області залишається на розсуд розробника. Візуальні моделі процесів роботи експертної групи стосовно відбору проєктів до портфелю з урахуванням мінливого зовнішнього оточення та очікувань зацікавлених сторін розроблені у вигляді контекстних діаграм IDEF0.

Запропоновано метод визначення пріоритетного набору проєктів дуальної освіти у портфелі закладу освіти з урахуванням обмежень на фінансування, який дозволяє на основі ранжування проєктів прийняти рішення та впорядкувати включення кожного проєкту до портфеля розвитку дуальної освіти.

Удосконалено метод конкурентного аналізу портфельних складових для формування складу портфеля розвитку ДО шляхом застосування експертних методів, які відрізняються застосуванням структурованої техніки для візуалізації

проблем і їхніх рішень у вигляді точкової діаграми із множиною Парето за критеріями «цінність-ризик» для побудови сценарію розвитку системи.

У розділі представлено розробку комплексної системи дуальної освіти шляхом формування портфоліо проєктів. Отримані дані дозволили визначити, що методологія управління портфоліо може бути успішно впроваджена в українській дуальній освіті. Для вдосконалення процесів управління портфелем здійснено практичну реалізацію процесів формування портфеля в нотації IDEF0. Розроблено спрощений алгоритм формування портфоліо проєктів, що дозволяє збільшити швидкість реагування на зміни в управлінні портфоліо в освітній сфері. Запропоноване рішення розвитку освітньої системи через портфоліо з використанням експертних методів, які відрізняються застосуванням принципу Парето-оптимальності рішення для побудови сценарію розвитку системи.

Основні положення розділу викладено в працях [3; 6; 9; 10].

РОЗДІЛ 3

ПОБУДОВА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ЕВОЛЮЦІЙНИХ МЕТОДІВ

3.1 Формування базових моделей управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти

З огляду на те, що система менеджменту дуальної вищої освіти в Україні розглядається як «сукупність організаційно-управлінських механізмів координації складних мережевих взаємозв'язків між стейкхолдерами, побудована на основі проєктного підходу» [24], процес відбору проєктів до портфеля розвитку дуальної освіти доцільно здійснювати із застосуванням методології та інструментарію управління проєктами. Такий підхід забезпечує узгодженість дій, прозорість прийняття рішень і орієнтацію на досягнення стратегічних цілей у сфері дуальної освіти.

Портфель проєктів, об'єднуючи взаємозалежні активності, забезпечує концентрацію відповідальності та всебічну оцінку результатів за умов обмежених ресурсів. Він формується для досягнення унікальних цілей стратегічного розвитку організації, що характеризується новизною завдань. Реалізація стратегічних напрямів вимагає виконання кількох проєктів і програм протягом визначеного часу. Об'єднання їх у портфелі дозволяє контролювати його цілісність і підвищувати ймовірність успіху в досягненні поставлених цілей.

Перелік проєктів-кандидатів має містити числові показники потенційних фінансових результатів, отримані з попереднього аналізу. Проте з точки зору ціннісно-орієнтованого підходу показники для покращення не завжди повинні бути пов'язані з фінансовими результатами. Ціннісно-орієнтований портфель може використовувати й інші показники, які визначають його цінність, що є особливо важливим для проєктів із соціальною спрямованістю [83]. Портфелі таких проєктів мають вирішувати багатокритеріальну проблему прийняття

рішень і мати справу з множинністю альтернатив, множинністю критеріїв і множинністю шкал для оцінки критеріїв.

Освітні проекти мають соціальну спрямованість. Тут під інвестиціями слід розуміти вкладення коштів та ресурсів для отримання соціально-економічної вигоди у майбутньому. Основна методологічна складність полягає в оцінці цінності портфеля проектів, що дозволяє вибрати найбільш привабливі компоненти з огляду на обмежені ресурси та встановлені критерії. Вимагати детермінованості вхідних даних для прийняття рішень під час проектного аналізу є спрощенням, оскільки кожен проект має численні фактори невизначеності, які визначають проектні ризики.

Цінність портфеля проектів залежить від того, наскільки їх зміст відповідає пріоритетам організації на даному етапі. Кожен проект може фокусуватися на різних питаннях і впливати на кілька проблем. Оскільки стратегічне управління підприємством пов'язане з невизначеністю, сучасні методології формулювання цілей використовують декомпозицію, а також дедуктивні та індуктивні інструменти. Та все ж багато цілей не можуть бути точно формалізовані або виміряні, тож зазвичай залучають суб'єктивні експертні оцінки, які формується індивідуальною та колективною свідомістю, отриманою з досвіду функціонування системи. Ці оцінки можуть постійно змінюватися в часі, тому їх формалізація в числовому вираженні є складною. Зазвичай для вирішення таких завдань використовують інструменти теорії ймовірностей, але в управлінні проектами це часто ускладнено через брак даних, що заважає адекватно оцінити ймовірнісну модель. Більшість організацій наразі не мають ефективного механізму, що пов'язує відбір проектів із портфелем та його цінністю.

У сьомій версії стандарту РМВОК вагомою зміною у порівнянні з попередніми є системне розуміння «поставки» цінності як частини стандарту [52]. У контексті реалізації проектів стандарт наголошує на тому, що проекти не просто дають результати, але, що більш важливо, створюють умови для того, щоб ці результати генерували наслідки, які в кінцевому підсумку приносять цінність для організації та її зацікавлених сторін [123].

Запропоновані авторами [77; 124; 126; 135; 136] різноманітні концепції та моделі управління портфелями проєктів, у тому числі деякі підходи до управління розвитком організації через проєктну діяльність, демонструють деякі спільні недоліки:

- висока ступінь узагальнення, а відтак брак деталізації опису цінності портфеля проєктів;

- відсутній комплексний набір засобів для управління організаційними трансформаціями на основі управління портфелем/програмою проєктів;

- слабкість математичного забезпечення для аналізу та моделювання портфелю проєктів розвитку.

Сучасні концепції управління портфелем проєктів, серед іншого, пропонують теоретичні основи для розробки та реалізації процесів прийняття рішень у яких можуть бути корисними такі формальні підходи, як Portfolio decision analysis (PDA). Автори сформулювали визначення поняття «аналіз портфельних рішень» (PDA) [137] як «...теорію, методи та практику, які прагнуть допомогти особам, які приймають рішення, зробити обґрунтований вибір із дискретного набору альтернатив за допомогою математичного моделювання, яке враховує відповідні обмеження, уподобання та невизначеність».

Рішення стосовно формування портфеля часто ускладнюється кількома факторами. По-перше, очікується, що ці рішення сприятимуть досягненню цілей багатьох рішень. Наприклад, реалізація дуальної форми здобуття освіти повинна враховувати задоволеність роботодавців, а також ефективність діяльності закладу освіти; і оскільки менеджерам може бути важко виміряти, як окремі проєкти створюють цінність для стейкхолдерів, вони можуть натомість використовувати кілька, легше вимірних проксі-атрибутів (приміром, кількість працевлаштованих за фахом протягом місяця випускників, частка регіонального ринку). По-друге, оскільки «вартість» проєкту рідко відома на етапі його ідентифікації, рішення про відбір проєктів мають ґрунтуватися на невизначених оцінках вартості проєкту [127]. По-третє, між проєктами може бути взаємодія. І нарешті, кількість альтернативних портфелів часто велика.

Типовий аналіз PDA надає рекомендації щодо вибору проєктів або розподілу ресурсів. Оскільки ці рекомендації зазвичай генеруються шляхом оптимізації, доцільно звернутись до результатів проведеного бібліометричного дослідження [127], щоб з'ясувати які загальні моделі оптимізації та алгоритми вирішення були представлені в статтях дотичних до аналізу портфельних рішень за останні 10 років. Ідентифікація предметного поля PDA наступна:

- 81% математичних моделей оптимізації містили цілі (або двійкові) змінні рішення і, таким чином, не були опуклими та із застосуванням технік лінійного програмування;

- у 56% статей оптимізаційні моделі розв'язувалися за допомогою точних алгоритмів, решта статей розгорнули евристичні алгоритми, які ідентифікують можливий портфель, який задовольняє всі обмеження та має «достатньо хороше» значення цільової функції без гарантій оптимальності;

- приблизно одна третина статей стосувалася моделей багатоцільової оптимізації та розгорнутих алгоритмів, які генерують набір оптимальних рішень Парето для цієї проблеми, однак 38% цих моделей містили лише дві цілі.

Кількісний аналіз проєктних альтернатив призначений для ранжування пріоритетів проєктів з точки зору їх цінності для основних груп стейкхолдерів. З огляду на особливості ДФЗО та принципи системного моделювання, до системи оцінки проєктів на предмет доцільності включення їх до портфеля входять чотири складові, котрі є основними зацікавленими сторонами проєктів дуальної освіти (рис.3.1). Кожен з елементів системи в свою чергу можна описати системою чотирьох показників: v – цінність проєкта, c - ресурси для реалізації проєкта, t - час реалізації та r - ризики.

Постановка задачі. Розробити багатокритеріальну математичну модель формування раціонального портфеля проєктів розвитку дуальної освіти, враховуючи ієрархічну структуру критерію ефективності (цінності продукту) та позиції зацікавлених сторін.

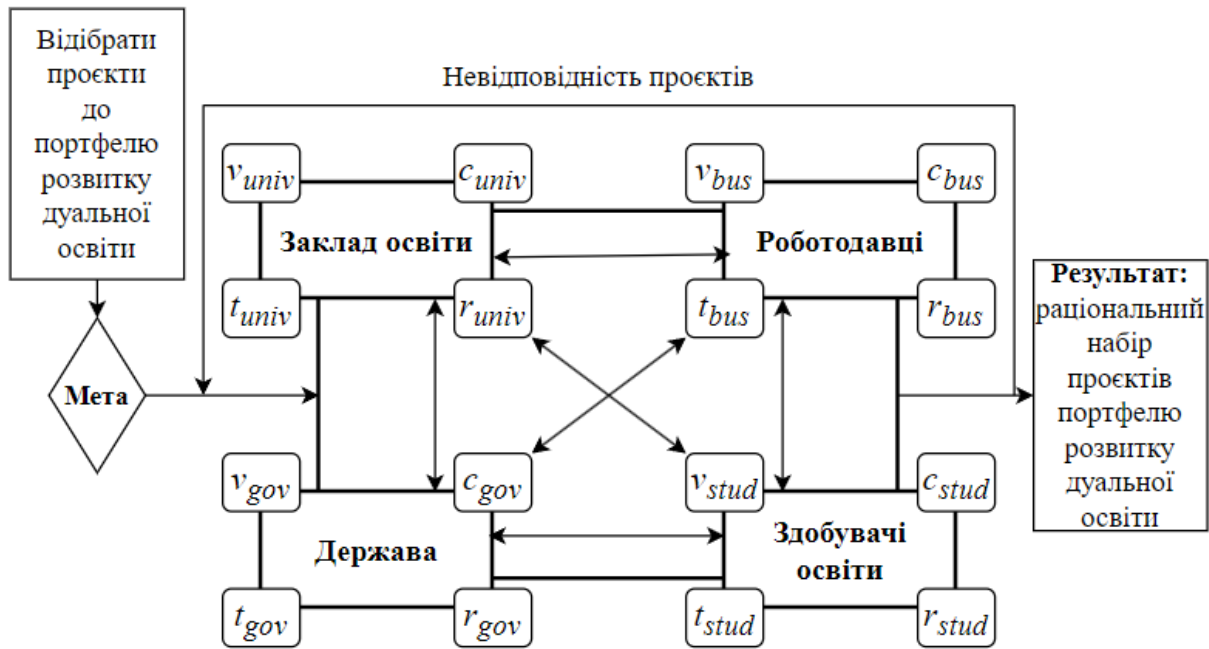


Рис. 3.1 Системна модель оцінки проектів на предмет включення до складу портфеля розвитку дуальної освіти

У рамках моделювання портфеля m проектних пропозицій $X = \{x^1, \dots, x^m\}$ оцінюються за n критеріями. Вектор оцінок $v^j = [v_1^j, \dots, v_n^j]$ містить бали оцінки проекту x^j щодо критеріїв $i = \overline{1, n}$. Ці вектори утворюють рядки матриці балів $v \in \mathbb{R}^{m \times n}$ такі, що $[v]_{ij} = v_i^j$.

Сукупна цінність проекту x^j фіксується за допомогою функції адитивної згортки індикаторів цінності і для системної моделі оцінки проектів (рис.3.1):

$$V_{project}(x^j) = \sum_{i=1}^4 w_i \cdot v_i^j, \quad (3.1)$$

де w_i – вага відносної важливості i -го критерію, і при цьому ваги

$w = [w_1, \dots, w_n]^T, i = \overline{1, n}$. При цьому $v_1^j = v_{gov}^j, v_2^j = v_{bus}^j, v_3^j = v_{univ}^j, v_4^j = v_{stud}^j$.

Портфель проектів $z \subseteq X$ є підмножиною m проектних пропозицій, а множина всіх можливих портфелів є потужним набором $Z = 2^X$. Цінність портфеля визначається, як сукупна цінність усіх проектів в ньому:

$$V_{portfolio}(z) = \sum_{j=1}^m z_j \cdot V_{project}(x^j), \quad (3.2)$$

$$z_j = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x^j \in z; \\ 0, & \text{якщо } x^j \notin z \end{cases}$$

Потреби кожного із проєктів дуальної освіти в ресурсах університету і бізнесу $c_{univ}^j, c_{bus}^j, j = \overline{1, m}$. Припускаємо, що можливими портфелями є ті, які задовольняють $q_1 + q_2$ лінійні нерівності, визначені матрицями коефіцієнтів $C_{univ} \in \mathbb{R}^{q_1 \times m}$, ($c_{univ}^j = [C_{univ}]_{q_1}^j$) та $C_{bus} \in \mathbb{R}^{q_2 \times m}$, ($c_{bus}^j = [C_{bus}]_{q_2}^j$), а також векторами $B_{univ} = [b_1, \dots, b_{q_1}]^T \in \mathbb{R}^{q_1}$ та $B_{bus} = [b_1, \dots, b_{q_2}]^T \in \mathbb{R}^{q_2}$, тобто:

$$Z_F = \{z \in Z \mid C_{univ} z_j \leq B_{univ}, C_{bus} z_j \leq B_{bus}\}, \quad (3.3)$$

де q_1, q_2 – кількості ресурсних обмежень університету і роботодавців, задіяних на проєктах за ДФЗО у портфелях; $z_j(\cdot)$ бієкція $z_j: Z \rightarrow \{0, 1\}^m$ така, що $z_j = 1$ якщо $x^j \in z$ і $z_j = 0$ якщо $x^j \notin z$.

Найкращим можливим портфелем є той, який максимізує сумарну цінність портфеля проєктів розвитку дуальної освіти (3.2) в конкретних умовах і задовольняють ресурсним обмеженням :

$$\begin{aligned} & \max_{z \in Z_F} V_{portfolio}(z) \\ & = \max_z \left\{ \sum_{j=1}^m z_j \cdot V_{project}(x^j) \mid \begin{array}{l} C_{univ} z_j \leq B_{univ}, C_{bus} z_j \leq B_{bus}, \\ z \in \{0, 1\}^m \end{array} \right\}. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Управління портфелем проєктів включає оцінку, пріоритезацію та моніторинг проєктів для максимізації вигоди та зниження ризиків.

Портфельні рішення часто приймаються без точного знання їх наслідків. У процесі моделювання та прийняття рішень виникає питання: чи варто явно враховувати невизначеність, чи краще використовувати детерміновані

параметри. Відповідь ґрунтується щонайменше на двох аспектах. По-перше, якщо важливими є управління ризиками та пом'якшення, то моделювання невизначеності може бути суттєвим, хоча можна також застосовувати менш формальні методи, такі як оцінка ризиків. По-друге, ступінь окупності моделювання невизначеності залежить від наявних даних та/або доступу до експертної оцінки: оцінка розподілу ймовірностей, нечіткого числа або набору сценаріїв вимагає більше зусиль, ніж одне чітке число.

Ризик є ключовим чинником у процесі прийняття управлінських рішень, і його ігнорування унеможливорює досягнення ефективності [138, с. 5]. Найчастіше ризик розглядають як ситуацію вибору, що неминуче потребує прийняття рішення, коли існує можливість кількісної та якісної оцінки ймовірності бажаного результату, потенційної невдачі або відхилення від поставлених цілей.

Загрози в соціально-економічній системі мають множинні причини і виникають через ланцюг подій. Виявлення цих причин стало можливе в процесі системного аналізу конкретної структури з урахуванням зовнішніх і внутрішніх впливів (п. п. 2.2):

- $r_{pm}^1, r_{bus}^1, r_{univ}^1$ – фінансові ризики, пов'язані з реалізацією системи управління інтеграцією проєктів дуальної освіти;

- $r_{bus}^2, r_{univ}^2, r_{stud}^2$ – соціальні чинники, що виникають унаслідок недостатнього рівня виконавської дисципліни стейкхолдерів проєкту;

r^3 – ситуації форс-мажору.

Невиконання фінансових зобов'язань однією із сторін зумовлює виникнення фінансових ризиків, а отже інтегруємо їх в r^1 . Недостатній рівень виконавчої дисципліни принаймні одного із стейкхолдерів проєкту зумовлює виникнення соціальних ризиків, а отже інтегруємо їх в r^2 .

Застосуємо оцінки для аналізу ризиків та досягнення оптимальних результатів управління ними. Оцінювання наслідків потенційних ризиків r^k , $k = \overline{1,3}$ пропонується здійснювати за п'ятибальною шкалою [78], де

максимальний бал «0,5» відповідає найсерйознішим потенційним наслідкам.

Запропонована система оцінювання:

- 0,5 балів – фундаментальні ризики для проєкту;
- 0,4 бали – втрата істотних вигід, що ускладнить досягнення стратегічних цілей;
- 0,3 бали – втрата помітних вигід;
- 0,2 бали – втрата вигід, що не вплине на стратегічні цілі;
- 0,1 бал – несуттєва втрата вигід.

Для оцінювання ризиків проєктів дуальної освіти необхідний поглиблений аналіз організацій-партнерів, їхніх стратегій та операційної діяльності з метою визначення ймовірностей настання ризиків p^k , $k = \overline{1,3}$.

В таблиці 3.1 ідентифіковано r^3 - ситуації форс-мажору в оцінці ризиків проєктів через загрози в соціально-економічній системі зумовлені військовим станом в Україні. Експертне оцінювання ризиків виконано в залежності від належності роботодавця-партнера до певної галуззі.

Таблиця 3.1. Деталізація системи оцінювання ризиків проєктів дуальної освіти через війну

Галузь роботодавця	Оцінка ситуації форс-мажору r^3
Енергетично-металургійна	0,4 – 0,5
Будівництво	0,3 – 0,4
Інжиніринг	0,2 – 0,3
Інші виробничі	0,1 – 0,2
Інформаційні технології	0 – 0,1

На підставі отриманих даних проводиться комплексна оцінка ризиків як окремих проєктів, так і портфеля проєктів загалом:

$$R_{project}(x^j) = \sum_{k=1}^3 r^k \cdot p^k, \quad \forall j = \overline{1, m}, \quad (3.5)$$

$$R_{portfolio}(z) = \sum_{x^j \in z} z_j \cdot R_{project}(x^j). \quad (3.6)$$

Отже друга цільова функція задачі багатокритерійної оптимізації:

$$\begin{aligned} & \min_{z \in Z_F} R_{portfolio}(z) \\ & = \min_{z \in \{0,1\}^m} \{ \sum_{j=1}^m z_j \cdot R_{project}(x^j) \mid C_{univ} z_j \leq B_{univ}, C_{bus} z_j \leq B_{bus} \}. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Тому задачу формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів розвитку дуальної освіти слід віднести до сфери аналізу портфельних рішень (PDA), тобто застосування аналізу рішень до задачі вибору підмножини або портфолію з великого набору альтернатив, разом із версією, яка явно містить багатокритеріальний характер проблеми.

Розроблена модель (3.1 - 3.7) багатоцільової оптимізації потребує розгорнутих алгоритмів, які генерують набір оптимальних рішень Парето для задачі формування портфеля. Основною особливістю методик теорії прийняття рішень є поєднання в них формальних методів і неформалізованого (експертного) знання. Останнє допомагає знайти нові шляхи вирішення проблеми, що, можливо, відсутні у формальній моделі [139].

У дослідженні багатокритеріальності [140–142] можна виділити дві течії: багатокритеріальне прийняття рішень (MCDM) і багатокритеріальний аналіз рішень (MCDA). «MCDM означає застосування надійних математичних моделей без суб'єктивності, двозначності та невизначеності. MCDA, з іншого боку, можна використовувати для моделювання проблем, які мають деяку суб'єктивність, невизначеність і двозначність, що робить цю альтернативу ближчою до реальних ситуацій» [142]. Використання MCDA швидко розвивається завдяки його здатності підвищувати якість прийняття рішень. Це можливо лише шляхом побудови аналітичної процедури прийняття рішень, яка є набагато ефективнішою, чіткішою та раціональнішою, ніж стандартні процедури прийняття рішень [86]. Зокрема, ці методи PDA розгортають аналітичні моделі та алгоритми прийняття рішень для визначення переваг і невизначеності щодо впливу дій, а також використовують математичну

оптимізацію для визначення найбільш бажаного портфеля за ресурсних та інших обмежень [96].

3.2 Метод формування комплексної оцінки рівня цінності проекту дуальної освіти

Одним із перших кроків у впровадженні системної моделі управління інтеграцією проектів в портфелях розвитку дуальної освіти є визначення залучених зацікавлених сторін та оцінка їхніх цінностей. Під час провадження проектів дуальної освіти можна виділити такі основні типи стейкхолдерів: держава, бізнес-структури, роботодавці регіону, заклади освіти та здобувачі [10].

У кожного стейкхолдера свої цінності, які пов'язані з сферами їх очікувань стосовно результатів проектів.

Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно передбачити, як впровадження певного проекту дуальної освіти вплине на зміну рівня цінностей кожного із стейкхолдерів. Таким чином менеджери мають оцінити динаміку очікуваних цінностей стейкхолдерів унаслідок впровадження або зміни масштабу певного проекту ДО.

Наразі дослідники все частіше відстоюють нову перспективу: мобілізацію нової теорії зацікавлених сторін (New Stakeholder Theory - NST) [143]. Нова теорія зацікавлених сторін - це нова концепція стратегічного менеджменту, яка спирається головним чином 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 [144; 145]. Складні проекти зазвичай ідентифікуються з такими ознаками, як технологічна (та інша) невизначеність, інтереси зацікавлених сторін, взаємозалежність і ризик [146].

Такі ознаки притаманні й проектам дуальної освіти. Управління портфелем проектів все частіше стає інструментом для просування стратегії організації.

Використання складних кількісних інструментів стає значною конкурентною перевагою для управління портфелем проєктів [77].

У сучасному проєктному менеджменті дедалі більше утверджується думка, що основною метою є не отримання фінансового прибутку, а формування нових соціально значущих 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» [147]. Авторами цієї парадигми запропонована концепція створення нечіткої системи підтримки прийняття рішень у процесі формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів.

Серед специфічних компонент, котрі зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів дуальної освіти наявні як якісні так і кількісні фактори [10]. Зустрічається достатня кількість досліджень з пошуку кількісних інструментів і формалізованих методів, які б дозволили 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 [148]. В цьому джерелі наявний поверхневий аналіз стану підприємства на основі лише кількісних оцінок. Проте підходи до сумісного врахуванням якісних і кількісних ознак відсутні.

У статті [149] розроблена економіко-математична модель для визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві. Запропонована модель ґрунтується на поєднанні апарату нечіткої логіки та експертного оцінювання, що дозволяє здійснити комплексну діагностику рівня зрілості управління проєктами на підприємстві. Проте базується вона знову лише на якісних оцінках.

В роботі [150] розглянуто концептуальний підхід до оцінювання рівня життєздатності страхової компанії на основі теорії нечітких множин. Індикаторами рівня життєздатності тут виступають теж якісні фактори, проте автор цієї статті вже зауважує, що у разі необхідності врахування і кількісних

факторів впливу на життєздатність, їх необхідно нормувати. Однак практична реалізація запропонованого підходу відсутня.

Загалом, у ситуаціях інформаційного дефіциту екзогенні параметри задачі не можуть бути представлені у числовій формі, що зумовлює потребу у використанні категоріальних даних з подальшим їх числовим перетворенням [151].

В якості міри цінності вирішено обрати її рівень. Втім формалізовані методи визначення рівня цінності проєктів дуальної освіти ще не розроблені.

Методи нечіткої логіки ефективно формалізують складні задачі. Апарат нечітких множин дозволяє перетворювати людські судження з якісних на кількісні оцінки і навпаки. Тому використання нечітких методів оцінювання є необхідним для оцінки рівня цінності проєкту.

Припустімо, що заклад вищої освіти або роботодавці вже мають певний досвід реалізації проєктів дуальної освіти, а також накопичили статистичні дані щодо працевлаштування випускників за спеціальністю. У такому випадку зростання показників працевлаштування можна розглядати як випадкову величину, оцінку якої доцільно здійснювати за допомогою ймовірнісного розподілу. Водночас, очевидно, що побудова достовірного закону розподілу потребує значного обсягу статистичних даних, якими заклади освіти чи роботодавці володіють далеко не завжди. Крім того, кожен проєкт має свою специфіку: змінюється кінцевий продукт, варіюється привабливість ринку праці для фахівців певної галузі, тому для прийняття обґрунтованих рішень необхідно враховувати актуальну комбінацію цих чинників. Через це застосування класичних методів теорії ймовірностей у таких умовах є малоефективним. Проте навіть обмежені статистичні дані, доповнені експертними оцінками, дозволяють прогнозувати динаміку змін окремих економічних показників із використанням апарату нечітких множин [152].

Домовимось, що під «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, що, якщо має місце «бідна» статистика факторів, імовірнісного розподілу в класичному сенсі на її основі нам побудувати не вдасться. Однак зробити якісні висновки - і, зокрема, провести лінгвістичний аналіз вхідних даних, - можна. Далі стоїть задача виокремлення низки нечітких класів.

Існує велика кількість способів гранулювання носія (виокремлення низки нечітких класів), у тому числі за допомогою генетичних алгоритмів [153]. Якість побудованого в такий спосіб класифікатора істотно залежить від кваліфікації експерта, тому що цілком формалізованих методів переходу від набору гістограм до класифікатора не існує. Дуже багато чого в цьому сенсі є предметом евристики та інтуїції.

Оскільки серед компонент, котрі зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів дуальної освіти наявні як якісні так і кількісні фактори, 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 задля того щоб на основі кількісної оцінки отримати якісний опис її рівня, необхідно виробити експертний висновок на основі додаткової інформації, що міститься в гістограмах розподілу факторів. Ці дані можуть виявитися репрезентативними для якісних висновків на їх основі.

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

Сформуванати комплексну оцінку рівня цінності проєктів дуальної освіти можна із врахуванням наступних специфічних компонент, котрі зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів: 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 проєкту; відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю; рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галуззі; тенденція до зростання або спадання попиту на фахівців конкретної спеціальності.

Як видно, формувати комплексну оцінку доводиться в умовах неповної і невизначеної інформації, наявності якісних факторів. Це зумовлює застосування теорії нечітких множин і систем із нечіткою логікою.

Отже, щоб визначити комплексну оцінку цінності проєкту дуальної освіти із використанням як кількісних так і якісних факторів, пропонується застосувати нечіткі описи факторів, які формують рівень цінності проєкту, необхідно здійснити агрегування даних, зібраних у рамках деревовидної ієрархії (рис. 3.2). При цьому агрегування здійснюють за напрямком дуг графа ієрархії [148].

Математичну модель комплексної оцінки рівня цінності проєкту дуальної освіти відобразимо наступним чином:

$$V_{\text{project}} = F_0(v_{\text{gov}}, v_{\text{bus}}, v_{\text{univ}}, v_{\text{stud}}) \quad (3.8)$$

Етапи побудови моделі наступні.

Етап 1. Відображення системи у вигляді моделі багаторівневої ієрархії (рис.3.2).

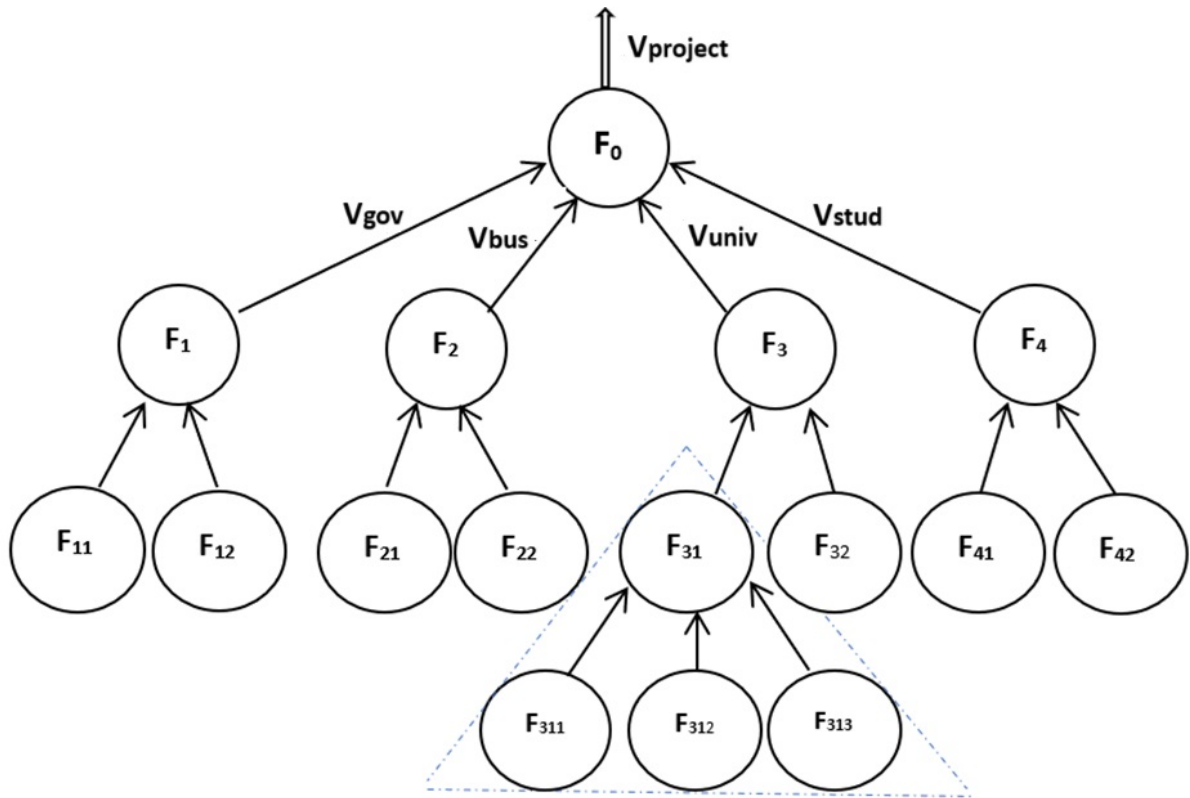


Рис. 3.2. Модель складових комплексної оцінки рівня цінності проєкту розвитку дуальної освіти.

Конкретизація специфічних компонент, котрі зумовлюють формування цінностей кожної зацікавленої сторони в результатах проєктів в табл. 3.1

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

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

$$\omega_{lij} = \frac{2(L-j+1)}{(L+1)L}, j = \overline{1, L}, \forall i = \overline{1, n}, \quad (3.9)$$

Таблиця 3.1 Складові комплексної оцінки рівня цінності проєкту розвитку дуальної освіти

Індикатори комплексної оцінки цінності проєкту ДО	Позначення індикатора	Компоненти, що формують індикатори	Позначення компоненти
Цінність проєкту для держави	v_{gov}	Показник працевлаштування випускників за спеціальністю	F ₁₁
		Ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону, країни	F ₁₂
Цінність проєкту для бізнес-структур і роботодавців регіону	v_{bus}	Кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО	F ₂₁
		Ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників	F ₂₂
Цінність проєкту для закладів освіти	v_{univ}	Ступінь відповідності проєкту ДО стратегії розвитку закладу освіти	F ₃₁
		Відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю	F ₃₁₁
		Рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галуззі	F ₃₁₂
		Тенденція до зростання або спадання попиту на фахівців конкретної спеціальності	F ₃₁₃
		Якісний стан компетенцій продукту проєкту ДО	F ₃₂
Цінність проєкту для здобувачів	v_{stud}	Показник працевлаштування у компанії, де здобувалася освіта за ДФЗО	F ₄₁
		Ступінь досягнення бажаної якості продукту проєкту	F ₄₂

А системі байдужих між собою N альтернатив - набір рівних ваг:

$$\omega_{lij} = L^{-1}, j = \overline{1, L}, \forall i = \overline{1, n}, \quad (3.10)$$

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

Етап 3. Визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії.

- *Випадок прояву якісних складових .*

З метою визначення рівня прояву компонент нижнього рівня потрібно кожен із складових компонент відобразити у вигляді лінгвістичної змінної «Рівень компоненти» із відповідною терм-множиною значень $L = \{\text{Дуже низький рівень (VL – very low), Низький рівень (L – low)}, \text{Середній рівень (M – middle), Високий рівень (H – high), Дуже високий рівень (VH – very high)}\}$. У якості сімейства функцій належності може бути використаний стандартний п'ятирівневий класифікатор типу 0-1, де функції належності представлені трапецоїдальними числами з відповідними параметрами $a_1^k, a_2^k, a_3^k, a_4^k, k = \overline{1,5}$ і абсцисами нейтральних точок (0.2, 0.4, 0.6, 0.8) (рис. 3.3):

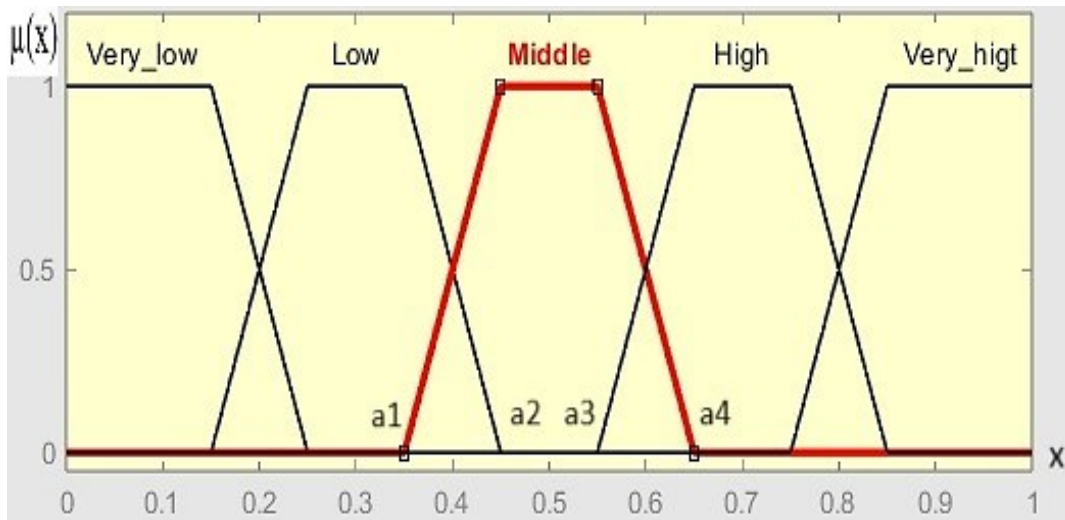


Рис. 3.3 Система трапецоїдних функцій належності на 01-носії

- *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 основі додаткової інформації, що міститься в гістограмах розподілу факторів.

Лінгвістична інтерпретація гістограми, в залежності від її вигляду, наступна:

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:

$$\begin{aligned}\mu^1 &= \mu - t_1\sigma \\ \mu^2 &= \mu - t_2\sigma \\ \mu^3 &= \mu \\ \mu^4 &= \mu + t_2\sigma \\ \mu^5 &= \mu + t_1\sigma\end{aligned}\tag{3.11}$$

де t_i - коефіцієнти Стьюдента. Для кожної вузлової точки класифікатора справедливо, що в ній рівень фактора розпізнають однозначно: точка μ^1 відповідає дуже низькому рівню (VL – very low), μ^2 - низькому (L – low), μ^3 - середньому (M – middle), μ^4 - високому (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:

$$\begin{aligned}VL: & [0, vl + (l - vl)/4] \\ L: & [l - (l - vl)/4, l + (m - l)/4] \\ M: & [m - (m - l)/4, m + (h - m)/4] \\ H: & [h - (h - m)/4, h + (vh - h)/4] \\ VH: & [vh - (vh - h)/4, U_{max}]\end{aligned}\tag{3.12}$$

Будується пенташкала, що відповідає виділеним вузловим точкам та інтервалам абсолютної впевненості на носії $0 - U_{max}$.

2) Коли в 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 (3.11) обирають 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. Таким чином, 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 нормування кількісних, тобто приведення параметрів трапецоїдних функції належності до інтервалу $[0,1]$ згідно наступної процедури:

$$a_i^k{}_{norm} = \frac{a_i^k - a_1^1}{a_4^s - a_1^1}, \forall i = \overline{1,4}, \forall k = \overline{1,s}, \quad (3.13)$$

де a_i відповідає абсцисам вершин трапецоїдного числа (a_1, a_2, a_3, a_4) , s - кількість термів.

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

Етап 4. Визначення рівня прояву складових верхнього рівня ієрархії.

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

$$\mu_{l-1,i}(x) = \sum_{j=0}^N \mu_{l,ij}(x) \times \omega_{l,ij}, \forall i = \overline{1,n} \quad (3.14)$$

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

Співвідношення (3.14) - це OWA-оператор Ягера, коли вагами у згортці виступають коефіцієнти Фішберна (OWA - Ordered Weighted Averaging - осереднення з упорядкованими вагами) [150]. Оскільки функції належності мають трапецоїдальну форму, то й результат їхньої лінійної суперпозиції (3.14) також є трапецоїдальним нечітким числом. Це дозволяє звести обчислення з функціями належності до операцій над їхніми вершинами.

Значення функції (3.14) слід лінгвістично інтерпретувати для оцінки якісного рівня i - тої компоненти $(l - 1)$ -го рівня ієрархії. Для цього необхідно зіставити отриману функцію $\mu_i(x)$ і функції $\mu_i(x)$, що відповідають стандартному п'ятирівневому класифікатору на 01-носії (рис.3.3). У даному дослідженні близькість функцій належності визначаємо як різновид норми Хемінга θ :

$$0 \leq \theta = 1 - \max \{|a_1 - b_1|, |a_2 - b_2|, |a_3 - b_3|, |a_4 - b_4|\} \leq 1, \quad (3.15)$$

де (a_1, a_2, a_3, a_4) та (b_1, b_2, b_3, b_4) - трапецоїдальні нечіткі числа, визначені на носії $[0;1]$.

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

Пройшовши послідовно знизу доверху за рівнями ієрархії від l -го до першого та застосовуючи співвідношення (3.13-3.14) буде отримано функції належності оцінок v_{gov} , v_{bus} , v_{univ} , v_{stud} а також лінгвістичну інтерпретацію рівнів прояву цих компонент в цінності проєкту дуальної освіти в цілому зі ступенем близькості (3.15).

Етап 6. Комплексна оцінка рівня цінності проєкту дуальної освіти.

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

$$\mu_{V_{project}}(x) = \sum_{i=1}^4 \mu_i(x) \times \omega_{1i}, \quad (3.16)$$

де $\omega 1i$ - вага i – ого індикатора цінності першого рівня ієрархії ($l = 1$).

Розпізнавання рівня цінності проєкту дуальної освіти із врахуванням цінностей стейкхолдерів, які пов'язані з сферами їх очікувань стосовно результатів проєктів, можна здійснювати, співставляючи лінгвістичні змінні в залежності від функції належності (3.16).

Ступінь близькості рівня $V_{project}$ із еталонною функцією розподілу (рис. 3.3), визначеною за нормою Хеммінга (3.15), є оціночним для ризику недосягнення цінності проєкту: $r_{project}^{value} = 1 - \theta$.

Оцінка ризиків проєктів дуальної освіти (3.5) доповнюються ризиком недосягнення цінності $r_{project}^{value}$ та формує комплексну оцінку ризиків проєкту:

$$R_{project}(x^j) = r_{project}^{value} + \sum_{k=1}^3 r^k \cdot p^k, \quad \forall j = \overline{1, m}. \quad (3.17)$$

Змінну «Рівень цінності проєкту дуальної освіти» можна подати через п'ятирівневий класифікатор (рис. 3.2) у відсотковій формі. Це дає змогу оцінювати приріст цінності проєктів у портфелі при його управлінні.

3.3 Метод управління кейсами спеціальностей дуальної освіти на основі моделей еволюції системи

Наразі активно розвивається ідея заміни парадигми моделювання систем на парадигму моделювання їхньої еволюції [154]. Виконаємо формальну постановку задачі моделювання еволюції складної системи запровадження дуальної освіти за конкретною спеціальністю (СДО).

Кожна система дуальної освіти (СДО) проходить через динамічні етапи життєвого циклу: дослідження, проєктування, впровадження, надання освітніх послуг, модернізація або завершення функціонування. Продуктивним є лише етап надання послуг, тому на початкових стадіях стратегічною метою є його максимізація при одночасному скороченні інших фаз. У процесі розвитку СДО

виникають суперечності, пов'язані з необхідністю розширення контингенту здобувачів, підвищення якості освітніх послуг, вдосконалення професійного рівня викладачів, а також трансформації управлінських моделей закладів освіти та підприємств у контексті ринкових змін.

Еволюція СДО має два виміри:

- вертикальна - перехід між етапами життєвого циклу;
- горизонтальна - зміни в межах кожного етапу.

На макрорівні управління розвитком СДО зводиться до задачі багатокритеріальної оптимізації:

$$T_f \rightarrow \max, T_m \rightarrow \min, E_f^t = (P_t, C_t, S_t) \rightarrow \max \quad (3.18)$$

де: T_f - тривалість продуктивного етапу; T_m - час модернізації або адаптації системи; E_f^t - ефективність системи у момент часу t ; P_t - набір завдань, що вирішуються у визначений момент; C_t - множина можливих структурних конфігурацій; S_t - набір управлінських стратегій.

Ефективність системи залежить від її стану q , що формується під впливом внутрішніх і зовнішніх параметрів. Зовнішнє середовище діє через функцію $\varphi(t)$, а внутрішні чинники - через $\Phi(q, t)$. У [155] процес функціонування складної системи, включаючи її оновлення, розглядається як послідовність часових інтервалів, що дозволяє деталізувати динаміку розвитку:

$$T_f + T_m = \{t_0 < t_1 < \dots < t_n < \dots\} \quad (3.19)$$

У моменти t_i здійснюється модернізація або адаптація СДО шляхом зміни завдань, структур чи управлінських стратегій - як результат аналізу та прийняття рішень. У проміжках між цими моментами система функціонує. Відповідно, задача (3.18) набуває такого вигляду:

$$E_f^{[t_k, t_{k+1}]} = F_k(p_k^i, c_k^j, s_k^l) \rightarrow \max, \quad (3.20)$$

$$p_k^i \in P_k, c_k^j \in C_k, s_k^l \in S_k, k = \overline{0, n-1},$$

$$P_{k+1} = f_{k+1}(P_k, \varphi(t_k), \Phi(q_k, t_k)),$$

$$C_{k+1} = g_{k+1}(C_k, \varphi(t_k), \Phi(q_k, t_k)), \quad (3.21)$$

$$S_{k+1} = h_{k+1}(S_k, \varphi(t_k), \Phi(q_k, t_k)).$$

В (3.21) P_{k+1} - задачі, які вирішує система в момент t_{k+1} ; C_{k+1} - відповідний варіант структури системи; S_{k+1} - стратегія управління; $\varphi(t_k)$ - значення функції зовнішніх умов у момент t_k ; $\Phi(q_k, t_k)$ - значення функції внутрішнього стану q_k у момент t_k .

Задача (3.20) - (3.21) має розв'язок, якщо на кожному часовому проміжку виконуються множина обмежень R_k ; наявні вихідні дані A_k , моделі Mo_k , методи Me_k та засоби V_k . У задачах (3.20) та (3.21) відображено потребу змін у структурі дуальної освіти за спеціальністю, зумовлену еволюцією зовнішнього середовища та внутрішніми запитами.

Моделювання еволюції системи впровадження дуальної освіти за певною спеціальністю представлено як багатокритеріальну задачу оптимального вибору управлінських рішень. Для оптимізації складних систем використовують еволюційні алгоритми, що є частиною Soft Computing, яка включає нейронні мережі, нечітку логіку, ймовірнісні міркування і мережі довіри. Ці технології взаємно доповнюють одна одну та застосовуються в різних комбінаціях для створення інтелектуальних систем. Розробка підсистеми прийняття рішень вимагає формалізації продукційних правил.

3.3.1 Моделювання стратегії управління системою дуальної освіти з використанням моделі McKinsey та апарату нечітких множин і нечіткої логіки

Експертні висновки подаються у формі продукційних правил на основі нечітких множин. Для цього визначаються функції належності внутрішніх параметрів системи та значень часу структурних змін і змін управлінської стратегії. Таким чином, висновки набувають форми правил типу «якщо..., то...»:

$$\begin{aligned}
 & \text{If } t \in T_1^{11} \& q_1 \in Q_1^{11} \& q_2 \in Q_2^{11} \& \dots \& q_n \in Q_n^{11}, \text{ or} \\
 & \quad t \in T_1^{21} \& q_1 \in Q_1^{21} \& q_2 \in Q_2^{21} \& \dots \& q_n \in Q_n^{21}, \text{ or} \\
 & \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots, \text{ or} \\
 & t \in T_1^{d1} \& q_1 \in Q_1^{d1} \& q_2 \in Q_2^{d1} \& \dots \& q_n \in Q_n^{d1}, \text{ then } s \in S_1, \\
 & \text{else if} \\
 & \quad t \in T_1^{12} \& q_1 \in Q_1^{12} \& q_2 \in Q_2^{12} \& \dots \& q_n \in Q_n^{11}, \text{ or} \\
 & \quad t \in T_1^{22} \& q_1 \in Q_1^{22} \& q_2 \in Q_2^{22} \& \dots \& q_n \in Q_n^{22}, \text{ or} \\
 & \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots, \text{ or} \tag{3.22} \\
 & t \in T_1^{d2} \& q_1 \in Q_1^{d2} \& q_2 \in Q_2^{d2} \& \dots \& q_n \in Q_n^{d2}, \text{ then } s \in S_2, \\
 & \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots, \\
 & \text{else if} \\
 & \quad t \in T_1^{1r} \& q_1 \in Q_1^{1r} \& q_2 \in Q_2^{1r} \& \dots \& q_n \in Q_n^{1r}, \text{ or} \\
 & \quad t \in T_1^{2r} \& q_1 \in Q_1^{2r} \& q_2 \in Q_2^{2r} \& \dots \& q_n \in Q_n^{2r}, \text{ or} \\
 & \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots, \text{ or} \\
 & t \in T_1^{dr} \& q_1 \in Q_1^{dr} \& q_2 \in Q_2^{dr} \& \dots \& q_n \in Q_n^{dr}, \text{ then } s \in S_r.
 \end{aligned}$$

В (3.22) T_k^{ij} – нечітка множина з відповідною функцією належності, за допомогою якої визначається впевненість k -го експерта в значенні часу j -ої структурної перебудови для i -го припущення, Q_k^{ij} – нечітка множина значень k -го внутрішнього параметра, S_k – нечітка множина значень k -го варіанта композиції структурних елементів.

Для визначення стратегії управління СДО можна використовувати систему продукційних правил (3.22), яка допомагає ідентифікувати завдання та прогнозувати структурні й організаційні зміни. Варто зазначити, що (3.22) відображає висновки експерта, основані на його досвіді, знаннях, інтуїції та результатах проєктування подібних систем або елементів [156–158]. Ці висновки вказують на можливі варіанти еволюції системи та формують основу нечіткої бази знань.

Процес моделювання еволюції системи є складною, слабо структурованою проблемою через відсутність чітких процедур, методів або алгоритмів, а також визначення ієрархії. Такі системи вивчаються в області штучного інтелекту [159].

Еволюція системи – це перехід між станами внаслідок внутрішніх потреб і зовнішніх умов. Організація запам'ятовування інформації, що включає вихідні дані, обмеження, моделі, методи та критерії оцінки рішень, є основою для оцінки ефективності етапів життєвого циклу системи, прогнозування її розвитку та підтримки прийняття рішень. Завдяки цьому моделювання еволюції системи дає глибше уявлення, ніж моделювання її статичного стану.

Зазвичай моделювання еволюції системи здійснюється на ранніх етапах життєвого циклу - під час дослідження та проєктування. Однак у цей період бракує фактичних даних, які з'являться на пізніших етапах, що призводить до прогнозування значної їх частини і, відповідно, до спотворення результатів. Для верифікації та оптимізації рекомендуємо використовувати еволюційне моделювання.

Еволюційна парадигма має методологічні та змістовні аспекти, основою яких є певні аксіоми. Згідно з ними, еволюцію визначають спадкова мінливість, що є передумовою розвитку; боротьба за існування як регулюючий фактор; та природний відбір як рушійна сила. При адаптації цих аксіом до еволюції системи дуальної освіти (СДО) можна стверджувати, що еволюційне моделювання є виправданим, оскільки:

1. Спадкова мінливість демонструє, що система дуальної освіти може переорієнтуватись на найбільш перспективні спеціальності, що є передумовою еволюції. Інноваційний потенціал проєктів дуальної освіти слугує основою для розвитку системи.

2. Ринок праці, як контролюючий чинник, регулюється законом попиту і пропозиції, що зумовлює потребу у вирішенні задач (3.18) – (3.21).

3. Природний відбір вимірюється ефективністю розв'язання задач (3.18) – (3.21). Стан системи дуальної освіти у певний момент часу відображає її ефективність (рис.3.4).

Виконання цих трьох умов підтверджує існування моделі еволюції.

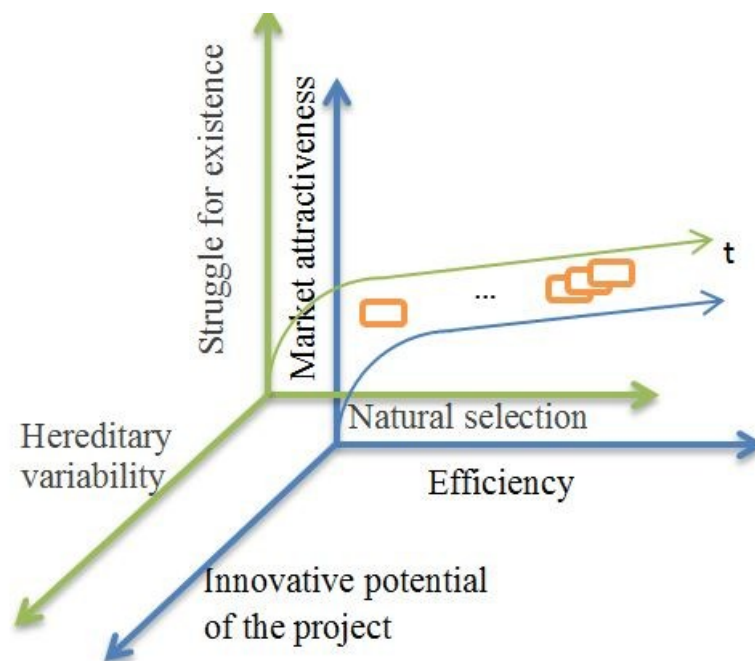


Рис.3.4 Модель еволюції системи дуальної освіти

Об'єктом еволюції виступає система дуальної освіти, яка розвивається у чотиривимірному просторі: часу, завдань, організаційних структур (що охоплюють трансформації менеджменту ЗВО та підприємств) та форматів освітнього процесу, що формуються відповідно до механізмів розподілу ресурсів. Ефективність функціонування системи, що залежить від її поточного стану структурного елемента, який відображає внутрішні та зовнішні параметри, слугує критерієм її еволюції. Отже, еволюційне моделювання базується на трьох ключових компонентах: моделі еволюції, яка описує механізми змін; об'єкті еволюції, тобто самій системі дуальної освіти; та критерії еволюції, що визначає її результативність. Їх визначення сприяє моделюванню еволюції складних систем і підтверджує доцільність використання еволюційних технологій у цих процесах.

Попри евристичний характер еволюційних обчислень, який не гарантує отримання оптимальних рішень, початкові дані для формування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти є змінними, неточними та неповними. Тому доцільно генерувати кілька субоптимальних альтернатив. Далі здійснюється прогнозування еволюції систем дуальної освіти на основі експертних оцінок із використанням моделей багатофакторного стратегічного аналізу, апарату нечітких множин і нечіткої логіки. Оскільки менеджмент дуальної вищої освіти охоплює організаційно-управлінські механізми координації складних мережевих взаємодій між стейкхолдерами, відбір проєктів здійснюється із застосуванням відповідних підходів та методів управління проєктами.

Кожен освітній продукт виступає «товаром» на ринку освітніх послуг, а їхній набір формує «продуктовий портфель». Система вищої освіти повинна бути адаптована до ринкової саморегуляції.

Для вибору стратегії управління системою дуальної освіти використано модель McKinsey [160], яка слугує зразком багатофакторного стратегічного аналізу. Вона дозволяє класифікувати освітні спеціальності закладу як потенційні об'єкти інвестування на основі очікуваного прибутку в межах визначеної перспективи. Відібрані спеціальності формують портфель проєктів

дуальної освіти. У матриці моделі по вертикалі оцінюються параметри ринку освітніх послуг, що не контролюються організацією (тобто зовнішнє середовище), а по горизонталі - ті, що залежать від її внутрішніх ресурсів.

Методи управління портфелем проєктів узгоджують проєктну діяльність зі стратегічними цілями організації, забезпечують реалізацію пріоритетних ініціатив та запобігають неефективному використанню ресурсів. Для підтримки розподілу ресурсів застосовуються аналітичні інструменти: матриця «зростання - частка» (Boston Box) та матриця «привабливість галузі - потужність бізнесу», розроблені McKinsey і General Electric [160; 161]. Ці моделі використовуються для аналізу бізнес-одиниць, управління брендами, продуктами, стратегічного планування та портфельного аналізу.

Для формування стратегії управління дуальною освітою адаптовано модель McKinsey. Вона дозволяє оцінити спеціальності за критерієм очікуваного прибутку, а також визначити їх конкурентну позицію та ринкову привабливість. Кожна спеціальність представлена у матриці у вигляді маркера з параметрами, що відображають ступінь конкурентоспроможності закладу за цією спеціальністю та її привабливість на ринку освітніх послуг (рис. 3.5).

Привабливість ринку праці	Висока	середні позиції	переможці в розвитку	переможці в розвитку
	Середня	переможені	середні позиції	переможці в розвитку
	Низька	переможені	переможені	середні позиції
		Низькі	Середні	Високі
Відносні конкурентні переваги закладу освіти				

Рис. 3.5 Матрична модель McKinsey системи дуальної освіти

Модель виділяє три типи стратегічних позицій: «переможці в розвитку», «середні позиції» та «переможені». Для спеціальностей першого типу визначається високий пріоритет для інвестування, для другого – середній, а для третього – низький. Правильне позиціонування дозволяє зробити точний прогноз і приймати ефективні стратегічні рішення. Втім, модель McKinsey має низку обмежень:

-конкурентна позиція визначається лише для поточного періоду та переноситься на весь стратегічний горизонт, насправді в реальних умовах можливі суттєві трансформації;

-стратегічне рішення формується реактивно: організація не впливає на майбутній розвиток, тоді як ефективне управління потребує його цілеспрямованого формування; отже, модель є придатною переважно в короткостроковій перспективі;

-якісні показники для інтегральних критеріїв важко однозначно оцінити через великий розкид, суб'єктивність експертних оцінок і обмеження за часом, що знижує точність оцінок та ефективність моделі.

Щоб знизити вплив цих обмежень та отримати більш точний прогноз конкурентного статусу закладу освіти, пропонуємо до інтегральних критеріїв додати траєкторію еволюції або тренд конкретних спеціальностей.

Завдання, яке стоїть перед особою, що приймає рішення (ОПР), полягає у визначенні можливості комбінування кількісних і якісних, об'єктивних і суб'єктивних чинників, а також у розробці методу їх оцінки. Рішення має ґрунтуватися на мірі, адже вона є сутнісною єдністю цих чинників. Кожен об'єкт та процес мають свою міру, що відображає їх якісно-кількісну визначеність.

Аналітичними методами неможливо точно визначити вплив таких чинників на кінцевий вибір проектного рішення. Проте, застосовуючи математичне моделювання з використанням штучних нейронних мереж (ANN) та теорії нечітких множин (FST), можна зменшити цю невизначеність, що дозволить ОПР точніше коригувати експертні висновки [154; 159].

Нечітка логіка є основою експертних систем, що працюють з невизначеною або лінгвістично описаною інформацією. Такі системи використовують продукційні правила типу «якщо..., то...», де умови та висновки сформулюються через терміни природної мови, представлені нечіткими множинами[152]. Концепцію нечіткої логіки запропонував Лотфі Заде у 1970-х роках для моделювання процесів мислення. Цей підхід започаткував розвиток напрямку «м'які обчислення», що поєднує методи нечіткої логіки, нейронних мереж, еволюційних алгоритмів та інших гібридних технологій.

Експерт може задати лінгвістичну змінну «Відносні конкурентні переваги закладу освіти» через терміни «низькі», «середні» та «високі». Візуалізація функцій належності відповідних нечітких множин представлена на рисунку 3.6.

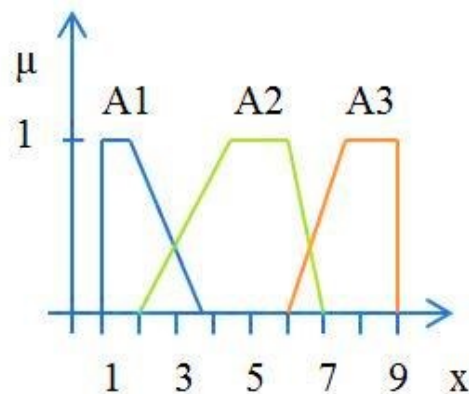


Рис. 3.6 Функції належності нечітких множин:

« низькі конкурентні переваги » = A1, « середні конкурентні переваги » = A2,
 « високі конкурентні переваги » = A3

Нечіткі числа тривалий час демонструють ефективність у розв'язанні задач, що супроводжуються невизначеністю, неповнотою або складністю формалізації вихідних даних. Інструментарій, заснований на теорії нечітких множин і логіки, активно застосовується в експертних системах завдяки таким перевагам:

-можливість опису умов задачі та способів її розв'язання засобами, наближеними до природної мови, що сприяє інтуїтивному розумінню моделі;

-універсальність методології: згідно з теоремою Б. Коско [162], «нечіткі системи можуть апроксимувати будь-яку неперервну функцію з довільною точністю на компактній множині»;

-ефективність, що випливає з універсальності, підтверджується положеннями, аналогічними до теорем про повноту штучних нейронних мереж.

-Водночас нечіткі системи прийняття рішень мають обмеження, які знижують точність і надійність:

-набір продукційних правил, що лежить в основі системи, формується експертом, що може спричинити неповноту або суперечності в базі знань;

-параметри функцій належності встановлюються суб'єктивно, що може призвести до неточного відображення реальних процесів.

Для часткового усунення зазначених недоліків доцільно застосовувати адаптивний підхід, який передбачає динамічне коригування правил і параметрів функцій належності під час роботи системи. Одним із найефективніших рішень у цьому напрямі є нечіткі нейронні мережі, що поєднують переваги нечіткої логіки та здатність нейронних мереж до навчання.

Нечітка нейронна мережа - це обчислювальна модель, яка поєднує архітектуру штучної нейронної мережі з механізмами нечіткого логічного виведення. Така система складається з кількох шарів нейронів, один з яких виконує функції бази знань, реалізуючи продукційні правила нечіткої логіки.

Серед нейро-нечітких моделей найвищу точність демонструє система ANFIS (Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System) [152], що зумовлено реалізацією в її структурі правил нечіткого логічного виведення типу Takagi-Sugeno: *if* $x_1 \in A_1 \& x_2 \in A_2 \& \dots \& x_n \in A_n$ *then* $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. В правилах такої системи $\{x_i\}$ – це вхідні змінні; y – вихідна змінна; $\{A_i\}$ - нечіткі терми визначені на $\{x_i\}$, $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – лінійна функція, що залежить від вхідних змінних. Зазначену систему доцільно використовувати для регулювання функцій належності та уточнення бази правил у межах нечіткої експертної системи [159].

Архітектура нейронної мережі ANFIS для конфігурації з трьома вхідними змінними (x_1 – «конкурентні переваги»; x_2 – «привабливість ринку праці»; x_3 – «тренд еволюції спеціальності») має специфічну структуру (рис. 3.7). x_1 та x_2 визначені трьома нечіткими термами, x_3 – двома (зростаючий та спадаючий тренд еволюції спеціальності).

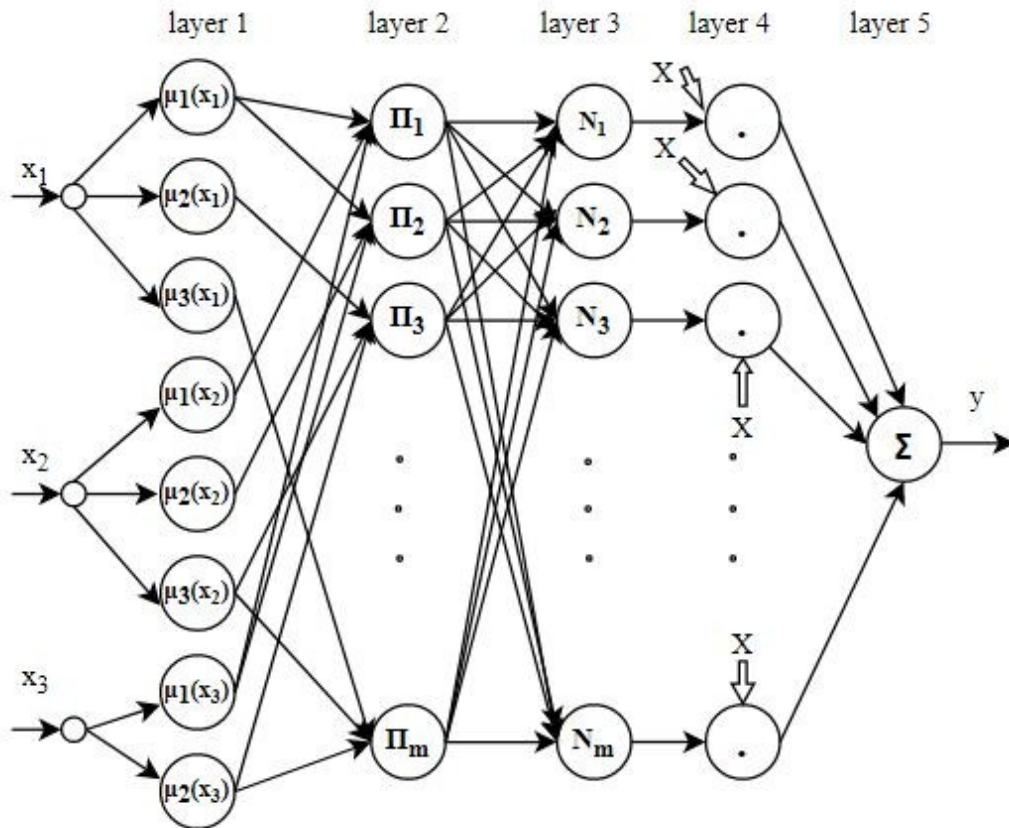


Рис. 3.7 Архітектура нейронної мережі ANFIS для формування портфеля проєктів системи дуальної освіти

Кожен з шарів виконує наступні функції:

Layer 1 – це фазифікатор. Вхідні змінні x_1 , x_2 , x_3 пов'язані виключно зі своїми термами. Кількість нейронів у цьому шарі відповідає сумарній кількості термів усіх вхідних змінних. Кожен нейрон перетворює значення відповідної змінної x_i на нечітку множину шляхом застосування функції належності $\mu_{A_i}(x_i)$.

Layer 2 – виконує функцію активації правил. Кожен нейрон цього рівня, позначений як Π_j ($j = \overline{1, m}$), реалізує логічну операцію кон'юнкції (AND), здійснюючи множення відповідних вхідних сигналів і передаючи результат на

вихід, а саме: $\omega_j = \mu_{A_i}(x_1) \wedge \mu_{A_i}(x_2) \wedge \mu_{A_i}(x_3)$, тут i – кількість термів для кожної вхідної змінної. Функціонально кожен нейрон другого шару відповідає за активацію окремого правила. У розглянутій конфігурації кількість таких нейронів становить $m = 18$.

Layer 3 – відповідає за нормування. На цьому етапі кожен нейрон обчислює нормалізовану вагу відповідного правила, тобто визначає його відносну значущість серед усіх активованих правил: $\bar{\omega}_j = \frac{\omega_j}{\sum \omega_j}, j = \overline{1, m}$.

Layer 4 – відповідає за формування висновків правил. Кількість його нейронів дорівнює числу активованих правил m . Кожен нейрон з'єднаний із відповідним нейроном третього шару та всіма вхідними змінними. На цьому етапі обчислюється внесок окремого нечіткого правила у загальний вихід системи: $y_j = \bar{\omega}_j(b_{0,j} + b_{1,j}x_1 + \dots + b_{n,j}x_n), j = \overline{1, m}$.

Layer 5 – виконує функцію дефазифікації та є завершальним етапом обробки. Саме тут формується вихідний сигнал нейромережі шляхом агрегування результатів, отриманих на попередніх рівнях. Для дефазифікації застосовується метод згортки вихідних значень, еквівалентний обчисленню центра мас: $y = \frac{\sum y_j \bar{\omega}_j}{\sum \bar{\omega}_j}, j = \overline{1, m}$.

Налаштування параметрів ANFIS-мережі можливе завдяки застосуванню стандартних алгоритмів навчання нейронних мереж, оскільки її функціональні компоненти є диференційованими. Найчастіше використовується комбінований підхід, що поєднує метод найменших квадратів і алгоритм зворотного поширення помилки: перший оцінює коефіцієнти висновків правил, що мають лінійний зв'язок із виходом, другий - коригує параметри функцій належності. Крім того, можуть застосовуватись альтернативні алгоритми, зокрема метод Левенберга-Марквардта.

Таким чином, застосування апарату fuzzy neural networks (FNN) надає змогу експерту коригувати й уточнювати свої висновки, визначати стратегічні позиції кожної бізнес-одиниці портфелю проєктів дуальної освіти.

Зміст завдання, яке необхідно розв'язати особі що приймає рішення (ОПР), полягає у визначенні можливості композиції кількісних і якісних, об'єктивних і суб'єктивних чинників, і розробці методу оцінки такої композиції.

Отже, кроки методу оцінки композиції кількісних і якісних, об'єктивних і суб'єктивних чинників:

- 1) Вибір кількісних показників, які впливають на ефективність системи.
- 2) Визначення якісних показники впливу.
- 3) Включення до індикаторів траєкторії еволюції системи.
- 4) Визначення можливості композиції кількісних і якісних, об'єктивних і суб'єктивних чинників. Базуватися при вирішенні необхідно на мірі, оскільки міра є сутнісною єдністю кількісних і якісних чинників
- 5) Застосування апарату fuzzy neural networks (FNN) що дасть змогу експерту коригувати й уточнювати свої висновки.

Так на базі системного підходу розроблено технологію пошуку критерію ефективності системи дуальної освіти на стадії ініціювання проекту, впродовж її життєвого циклу як залежності від завдань, структур і стратегій управління.

3.4 Модель портфеля проектів розвитку дуальної освіти на основі сценаріїв для побудови надійних і активних стратегій

Управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти – це окремий вид діяльності у закладі освіти спрямований на забезпечення балансу між процесами формування та процесами використання потенціалу закладу освіти при реалізації портфелю проектів розвитку дуальної освіти. Таким чином, для закладів освіти специфіка управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти полягає у спрямованості не лише на досягнення результату у вигляді «цінностей», а й забезпечення потенціалу, що буде використано під час реалізації наступних проектів розвитку дуальної освіти портфеля. Саме ця вимога є основою визначення збалансованості портфеля проектів розвитку дуальної освіти.

Збалансований портфель проєктів розвитку дуальної освіти навчального закладу - набір проєктів розвитку дуальної освіти, реалізація яких забезпечує максимізацію цінностей системи дуальної освіти в умовах збереження балансу між процесами формування та використання потенціалу освітнього закладу.

В умовах формування портфеля проєктів із застосуванням ціннісно-орієнтованого підходу та теорії нечітких множин постають дві основні задачі:

- отримання оцінок показників проєктів у формі нечітких чисел;
- створення оптимального портфеля на базі цих нечітких оцінок.

Застосування розробленого метода формування комплексної оцінки рівня цінності проєкту дозволяє оцінити рівні цінності проєктів дуальної освіти, який отримано у вигляді функцій належності інтегральних оцінок цінності, а також лінгвістичну інтерпретацію рівнів прояву цінності. Таким чином вирішено першу задачу формування портфеля проєктів із застосуванням ціннісно-орієнтованого підходу та теорії нечітких множин.

Оскільки функції належності є трапецоїдними нечіткими числами, то при управлінні портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з ними можна оперувати як із інтервальними числами. Водночас, оскільки функції належності мають трапецоїдну форму, то й лінійна суперпозиція (3.14) є трапецоїдним нечітким числом. Відтак можна звести операції з функціями належності до операцій з їхніми вершинами a_1, a_2, a_3, a_4 (рис. 3.3).

Кількісне оцінювання проєктних альтернатив спрямоване на визначення пріоритетності проєктів з огляду на їхню цінність для основних груп стейкхолдерів.

Вирішення задачі створення оптимального портфеля на основі нечітких оцінок рівнів цінності проєктних альтернатив вимагає методів порівняння нечітких чисел. Розглянемо кілька відомих методів: Чью-Парка, Чанга та Кауфмана-Гупта [163], відповідно до яких кожному трапецоїдному нечіткому числу відповідає чітке число.

Метод Чью-Парка формує чітке числове представлення:

$$\bar{V}_{project}^{Chu Park} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4} + w \frac{a_2 + a_3}{2} \quad (3.23)$$

Обираючи параметр w , приміром $w=1$, знаходять усереднені цінності проєктів за методом Чью-Парка. Впорядкування здійснюється за зростанням значень $\bar{V}_{project}^{Chu Park}$.

За методом Чанга нечіткі числа упорядковуються за зростанням наступних величин:

$$\bar{V}_{project}^{Chang} = \frac{a_3^2 + a_3 a_4 + a_4^2 - a_1^2 - a_1 a_2 - a_2^2}{4} \quad (3.24)$$

За методом Кауфмана-Гупта обчислюють три величини:

$$kg_1(V_{project}) = \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6}$$

$$kg_2(V_{project}) = \frac{a_3 + a_4}{2} \quad (3.25)$$

$$kg_3(V_{project}) = a_4 - a_1$$

Висновки про надання переваги одного проєкту над іншим на основі розрахованих величин за (3.20) формально представимо правилами типу «якщо..., то...»:

$$\text{If } kg_1(V_{project}^1) \geq kg_1(V_{project}^2),$$

Or

$$kg_1(V_{project}^1) = kg_1(V_{project}^2) \ \& \ kg_2(V_{project}^1) \geq kg_2(V_{project}^2),$$

Or

(3.26)

$$kg_1(V_{project}^1) = kg_1(V_{project}^2) \ \& \ kg_2(V_{project}^1) = kg_2(V_{project}^2) \ \&$$

$$kg_3(V_{project}^1) \geq kg_3(V_{project}^2),$$

Then $P_1 \geq P_2$

Набір упорядковується за спаданням відповідних величин. Перевіривши результат методом Кауфмана-Гупта, отримуємо ранжування проєктів наведене в таблиці 3.3 на основі розрахованих величин за (3.25) на прикладі результатів наведених в таблиці 3.2.

Розглянемо, як ранжувати п'ять проєктів за цими методами, якщо їх цінності $V_{project}^j$ представлені нечіткими числами (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Порівняння нечітких цінностей проєктів за методами Чью-Парка, Чанга, Кауфмана-Гупта.

Проект	$V_{project}^j$				$\bar{V}_{project}^{Chu\ Park}$	$\bar{V}_{project}^{Chang}$	Метод Кауфмана-Гупта		
	a_1	a_2	a_3	a_4			kg_1	kg_2	kg_3
x^1	0,569	0,681	0,833	0,867	1,495	0,993	0,744	0,850	0,298
x^2	0,688	0,863	1,000	1,000	1,819	1,188	0,902	1,000	0,312
x^3	0,283	0,383	0,499	0,566	0,874	0,517	0,436	0,533	0,283
x^4	0,621	0,696	0,917	0,950	1,603	1,312	0,800	0,934	0,329
x^5	0,683	0,783	0,917	0,950	1,683	1,000	0,839	0,934	0,267

Результати ранжування проєктів за їх рівнем цінності: проєкти оцінюються за спаданням відповідних чітких чисел. За методом Чью-Парка з параметром $w=1$ отримано ряд: x^2, x^5, x^4, x^1, x^3 (табл. 3.3).

Результати ранжування за методами Чью-Парка і Кауфмана-Гупта збіглися, тоді як за методом Чанга перші три лідери змінилися місцями. В методі Чанга за (3.24) домінування в розрахунку усередненого $\bar{V}_{project}^{Chang}$ надається вершинам a_3, a_4 трапецеїдного числа, тому проєкти з дуже високим рівнем цінності, як лідери, і змінилися місцями. При подальшому ранжуванні проєктів приймаємо інтегральний показник цінності проєкту $V_{project}(x^j) = \bar{V}_{project}^{Chu\ Park}$. Таким чином,

вирішено задачу числового представлення рейтингів проєктних пропозицій за рівнями цінностей.

Таблиця 3.3. Ранжування проєктів за їх усередненими рівнями цінності за методами Чью-Парка, Чанга, Кауфмана-Гупта

Ранг проєкту	Метод		
	Чью-Парка	Чанга	Кауфмана-Гупта
1	x^2	x^4	x^2
2	x^5	x^2	x^5
3	x^4	x^5	x^4
4	x^1	x^1	x^1
5	x^3	x^3	x^3

Управління портфелем проєктів (УПП) включає оцінку, вибір та ранжування проєктних пропозицій, коригування пріоритетів проєктів та розподіл ресурсів відповідно до їх важливості [164]. Для проєктно-орієнтованих компаній управління портфелем проєктів є постійним викликом, оскільки потрібно балансувати довгострокові стратегії з короткостроковими вимогами та обмеженнями [165]. У процесі УПП нові проєкти оцінюються, пріоритизуються та відбираються, тоді як існуючі можуть отримати прискорення, бути призупиненими або знижені в пріоритеті. Ресурси також перерозподіляються між існуючими проєктами [89]. УПП координує проєкти, керує ризиками, забезпечує відповідність цілям і бюджету, та є постійним процесом для досягнення стратегічних переваг (рис. 3.8).

Попередній етап передбачає розробку стратегії та вибір методології до початку відбору проєктів до портфелю. Він слугує основою всього процесу, визначаючи стратегічні вказівки та попередній розподіл ресурсів.

Етап виконання і після завершення включається, коли остаточно готовий портфель проєктів до виконання. Розробка і оцінка проєкту можуть генерувати корисні дані, основані на попередньому досвіді, для навчання та оцінки. Проєкти, що досягли певного рівня реалізації, можуть повторно оцінюватися разом із новими, запропонованими для включення. Такий підхід надає змогу сформувати змішаний портфель з урахуванням ресурсних обмежень [166].

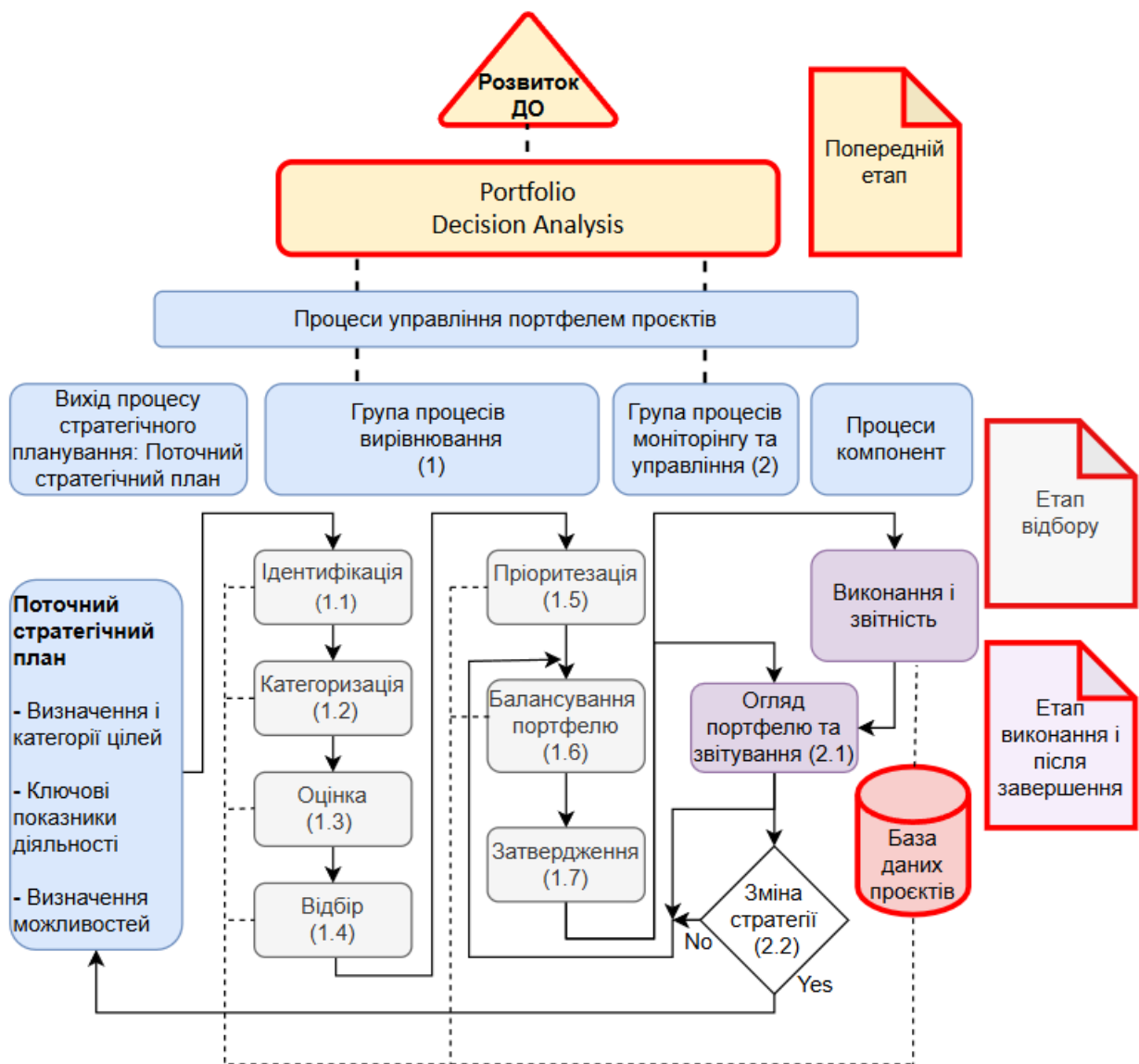


Рис. 3.8 Системна модель управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти

Щоб досягти успіху в непередбачуваному середовищі, університет повинен розробити надійну стратегію, яка буде ефективною в різних можливих ситуаціях

у майбутньому. У таких випадках заклад освіти може бути більш успішним, якщо впровадить проактивну стратегію, яка дозволить йому створити операційне середовище відповідно до бажаного напрямку.

Традиційні підходи до стратегічного планування спираються на прогнози, які ґрунтуються на екстраполяції тенденцій. Проте такі методи є неадекватними в умовах високої невизначеності, інтенсивності та складності [96; 167]. Отже, стратегічне планування в організаціях все частіше доповнюється і навіть замінюється сценарним плануванням. Сценарне планування, на відміну від традиційного, не зосереджується лише на найбільш імовірному майбутньому. Замість цього воно розглядає різноманітні вірогідні майбутні події, які називаються сценаріями. Зокрема, сценарії привертають увагу осіб, які приймають рішення (ОПР), до невизначеності та допомагають їм створити надійну стратегію, що добре працює в різних умовах. Це перспективний підхід до управління ризиками та можливостями.

Часто корисно розглядати стратегію не в цілісному сенсі, а як комбінацію або портфель різних курсів дій. Це можуть бути взаємозалежні інвестиції в певні технології, проекти або бізнес-моделі. Портфельний підхід дозволяє створювати багато альтернативних стратегій з помірними зусиллями і спрощує їх реалізацію. Вибір конкретного портфелю дій (або стратегії) може бути підтриманий методами аналізу портфельних рішень (PDA) [85; 137; 168].

Нехай ОПР обирає портфель, що складається з підмножини m запропонованих дій-проектних пропозицій. Вплив цих дій оцінюється за n взаємовиключними та сукупно вичерпними сценаріями, ймовірності яких визначаються вектором $p = [p_1, \dots, p_n]$. Тут p_i - ймовірність сценарію s_i . За визначенням, p знаходиться в n -вимірному симплексі $\Delta^n = \{p \in [0,1]^n \mid \sum_{i=1}^n p_i = 1\}$. Реальний результат j -ої дії у i -ому сценарії, означений $x_i^j \in \mathbb{R}$, представляє цінність дії-проекту зі своїми атрибутами в i -ому сценарії, отриману за допомогою комплексного оцінювання (п.п. 3.2).

Портфель дій - це підмножина з m доступних дій, що представлена двійковим вектором-рядком $z = [z_1, \dots, z_n] \in \{0,1\}^m$, де $z_j = 1$ тоді і тільки тоді, якщо дія j включена в портфель. З огляду на ймовірності сценаріїв p , оцінний функціонал визначення очікуваної корисності портфеля z :

$$FU(z, p) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot u_i \left(\sum_{j=1}^m z_j \cdot x_i^j \right), \quad (3.27)$$

де u_1, \dots, u_n - специфічні для сценарію функції корисності, які вважаються суворо зростаючими.

Портфелі формуються з урахуванням обмежених ресурсів та інших обмежень. Множина можливих портфелів $Z_F \subseteq \{0,1\}^m$, що відповідають цим обмеженням, визначається q лінійними обмеженнями досяжності, так що:

$$Z_F = \{z \subseteq \{0,1\}^m \mid C_{univ} \cdot z^T \leq B_{univ}, C_{bus} \cdot z^T \leq B_{bus}\}. \quad (3.28)$$

Це формулювання є досить загальним, оскільки багато поширених обмежень можна представити у вигляді лінійних нерівностей [132; 137; 169; 170].

Рациональна ОПР прагне максимізувати очікувану корисність портфеля. Якби ймовірності сценаріїв p були відомі, то оптимальний портфель, що максимізує цю корисність, можна знайти, вирішивши відповідну нелінійну задачу цілочислового програмування[96]:

$$\max_{z \in Z_F} FU(z, p) = \max_{z \in \{0,1\}^m} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n p_i \cdot u_i \left(\sum_{j=1}^m z_j \cdot x_i^j \right) \\ | C_{univ} \cdot z^T \leq b_{univ}, \quad C_{bus} \cdot z^T \leq b_{bus} \end{array} \right\}. \quad (3.29)$$

Тут змінні рішення задачі оптимізації позначені під оператором *max*.

У певних контекстах ймовірність сценаріїв залежить від дій. Так при сценаріях, що визначаються ринковим попитом на випускників певної спеціальності(п.п. 3.3), університет та роботодавці регіону можуть впливати на їх реалізацію через маркетинг. Отже, тут послаблюється припущення про екзогенність вектора ймовірностей $p = [p_1, \dots, p_n]$, вважаємо його ендогенним і

залежним від вибору портфеля. Хоча ймовірності n сценаріїв можуть змінюватися, припускаємо, що зміст самих сценаріїв залишається фіксованим, що узгоджується із визначенням сценаріїв як опису зовнішнього операційного середовища.

Припустимо, що множина можливих портфелів Z_F розбивається на K непересічних підмножин Z^1, \dots, Z^K ($\bigcup_{k=1}^K Z^k = Z_F$), де кожен обраний портфель відповідає унікальному вектору ймовірностей сценаріїв $[P_{k,1}, \dots, P_{k,n}] \in \Delta^n$. Тобто, різним портфелям дій відповідають різні вектори ймовірностей сценаріїв.

Коли є K наборів портфелів Z^k , то необхідно оцінити $K \times n$ ймовірностей сценаріїв. Ці оцінки формують матрицю $P \in \Delta_K^n \triangleq \{P \in [0,1]^{K \times n} \mid P_{k,\cdot} \in \Delta^n\}$ з рядками $P_{k,\cdot} = [P_{k,1}, \dots, P_{k,n}]$ таку, що

$$\begin{array}{c}
 \text{Сценарій } s_1 \quad \dots \quad \text{Сценарій } s_n \\
 P = \begin{pmatrix} P_{1,1} & \dots & P_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K,1} & \dots & P_{K,n} \end{pmatrix} \begin{array}{l} \text{Портфель } z \in Z^1 \\ \vdots \\ \text{Портфель } z \in Z^K \end{array} \begin{array}{l} \sum_i = 1 \\ \vdots \\ \sum_i = 1. \end{array}
 \end{array} \quad (3.30)$$

Враховуючи залежні від дії ймовірності сценаріїв, задачу максимізації очікуваної корисності (3.29) можна сформулювати наступним чином:

$$\max_{z \in Z_F} FU(z, P_{\kappa(z), \cdot}), \quad (3.31)$$

де $\kappa(z)$ - індекс рядка матриці P , що містить ймовірності сценарію в результаті вибору портфеля z , тобто :

$$\kappa(z) = k \Leftrightarrow z \in Z^k. \quad (3.32)$$

Дерево рішень для цієї проблеми показано на рисунку 3.9.

Оцінка $K \times n$ ймовірностей для матриці P у (3.30) може бути складною через витрати та обмеження часу. Точна оцінка ймовірності сценарію, зумовлена вибором ОПР, може бути когнітивне вимогливою та схильною до упереджень

[170]. Крім того, об'єднання оцінок від різних експертів у єдину матрицю ймовірностей може бути проблематичним. Тому доцільно визнати неповну інформацію про ймовірність, що охоплює всі наявні оцінки ймовірності, та визначати, які рекомендації щодо прийняття рішень узгоджуються з цією інформацією[96; 137; 167; 168].

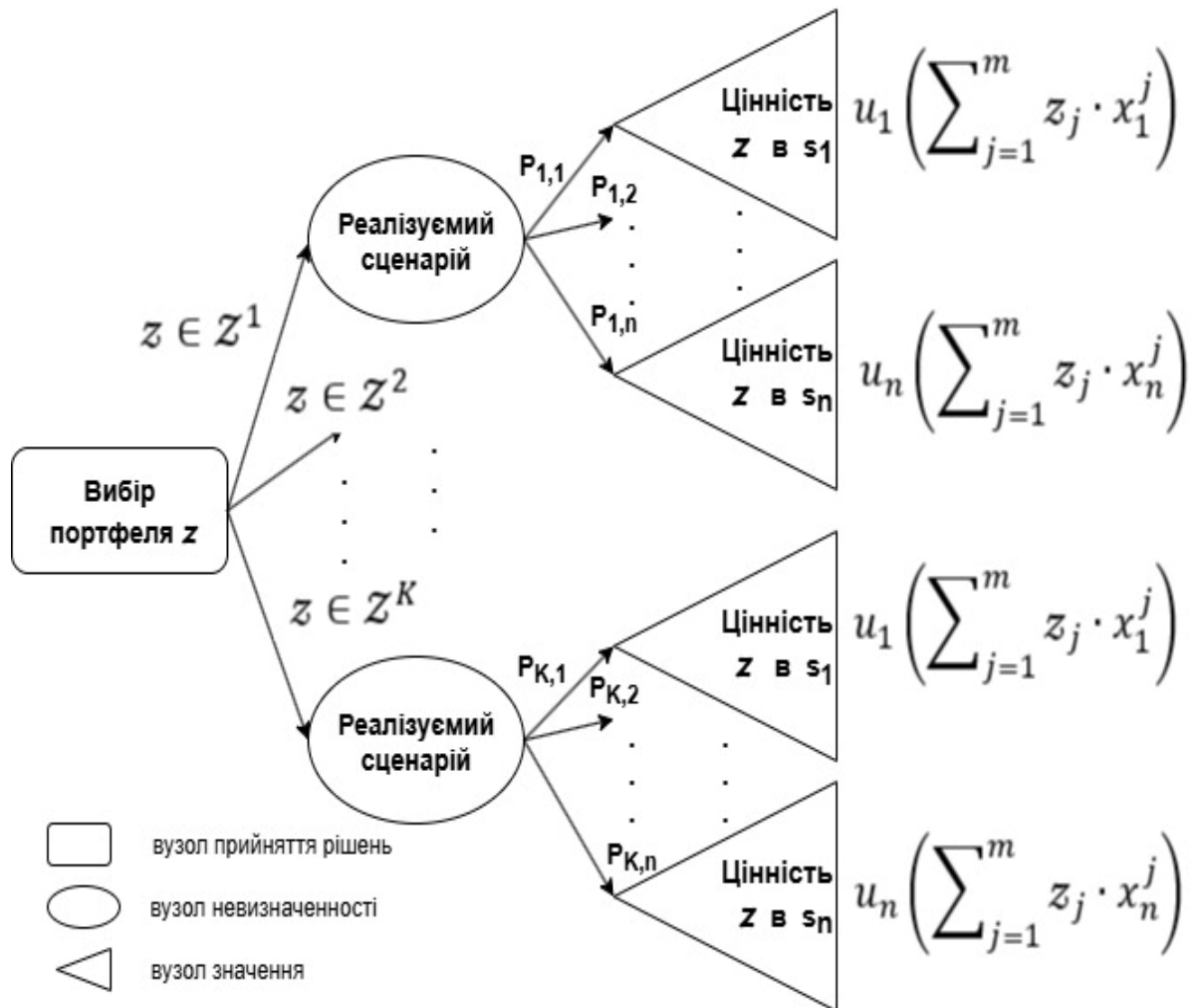


Рис. 3.9 – Дерево рішень для вибору портфеля з ймовірностями сценарію, що залежить від дії

Отже, неповну інформацію про ймовірності моделюють, використовуючи множину можливих варіантів. Замість єдиної матриці ймовірностей сценаріїв P розглядають набір можливих матриць ймовірностей, позначений як \mathcal{P} , який є підмножиною простору ймовірностей Δ_K^n , тобто $\mathcal{P} \subseteq \Delta_K^n$. Ці матриці

задовольняють лінійні обмеження, які відображають наші знання або припущення про ймовірності різних сценаріїв.

Тут постає проблема вибору портфеля в умовах невизначеності. Оскільки ймовірність кожного сценарію невідома, потрібно розробити спосіб порівняння різних портфелів, враховуючи всі можливі ймовірності сценаріїв, щоб допомогти особі, що приймає рішення, зробити найкращий вибір. Домінування визначається наступним чином.

Визначення 1. Портфель z домінує над z' щодо набору можливих матриць ймовірностей \mathcal{P} , що позначається $z \succ_{\mathcal{P}} z'$, якщо і тільки якщо

$$FU(z, P_{k(z), \cdot}) \geq FU(z', P_{k(z'), \cdot}) \text{ for all } P \in \mathcal{P} \quad (3.33)$$

$$FU(z, P_{k(z), \cdot}) > FU(z', P_{k(z'), \cdot}) \text{ for some } P \in \mathcal{P}, \quad (3.34)$$

де $k(\cdot)$ задано (3.32).

Отже, портфель z домінує над портфелем z' , якщо очікувана корисність z принаймні така ж висока, як і z' для всіх можливих ймовірностей сценарію, і строго вища для деяких. Це співвідношення є транзитивним, незалежно від використовуваних ймовірностей сценаріїв для обчислення очікуваних корисностей, що є бажаною властивістю для будь-якого часткового впорядкування при підтримці нормативних рішень.

Ми підійшли до виявлення функцій корисності. Результати проєктів розвитку дуальної освіти вимірюються за кількома атрибутами. Загальним підходом тут може бути перетворення всіх результатів на єдину грошову шкалу[171]. Потім результати x_i^j у моделі сценарію є одновимірними, завдяки чому вищевказані методи можуть бути використані для оцінки функції корисності за їх шкалою значень. Як альтернатива підходу ціноутворення можна побудувати функцію багатоатрибутної вартості портфеля для агрегування результатів багатоатрибутної комбінації дій до загальної вартості портфеля[172].

Схожий підхід реалізується в цій роботі. Адитивна-лінійна функція цінності портфеля (3.2) використовує стандартну функцію адитивної цінності (3.1) для оцінки загальної вартості кожної дії(проєкту), а цінність портфеля потім

отримується як сума загальних цінностей тих дій, які включені в портфель. У цьому випадку результат x_i^j у нашому сценарії означає, що модель видає загальне значення j -ої дії у i -ому сценарії.

Домінування між двома портфелями перевіряється мінімізацією та максимізацією різниці корисності[96], за умови що ймовірності сценарію P належать \mathcal{P} . Це лінійні задачі, оптимальні розв'язки яких досягаються в деякій крайній точці матриці \mathcal{P} . Множина $ext(\mathcal{P})$ таких матриць крайніх точок:

$$ext(\mathcal{P}) = \{P \in \Delta_K^n \mid P_{k,\cdot} \in ext(\mathcal{P}_k) \forall k = \overline{1, K}\}, \quad (3.35)$$

де: \mathcal{P}_k – набір можливих k -тих векторів-рядків P ; $ext(\mathcal{P}_k)$ – множина крайніх точок \mathcal{P}_k . Тобто набір $ext(\mathcal{P})$ складається з матриць, рядки яких є різними комбінаціями крайніх точок множин \mathcal{P}_k .

Щоб перевірити домінування між багатьма портфелями, то Кількість задач лінійного програмування для ідентифікації $ext(\mathcal{P})$ лінійно зростає з кількістю екстремальних точок, тоді як для встановлення відносин домінування через (3.33) – (3.34) кількість ЗЛП зростає поліноміально з кількістю портфелів. Крім того, у практичних задачах екстремальних точок, зазвичай менше десятка, а портфелів можуть бути сотні.

Перейдемо до розрахунку недомінованих портфелів. В принципі, для визначення множини недомінованих портфелів $Z_N(\mathcal{P})$ можна просто перебрати всі можливі портфелі та перевірити, чи домінує один портфель над іншим. Але обчислення можуть бути більш ефективними, якщо розділити всі портфелі $z \in Z_F$ на підмножини Z^1, \dots, Z^K . А саме, визначимо $Z_N^k(\mathcal{P})$ як множину недомінованих портфелів в межах множини Z^k . Тобто,

$$Z_N^k(\mathcal{P}) = \{z \in Z^k \mid \nexists z' \in Z^k \text{ таких що } z' \succ_{\mathcal{P}} z\}.$$

Це означає, що для кожного недомінованого портфеля $z \in Z_N(\mathcal{P})$ існує така підмножина Z^k , в якій цей портфель z не домінується іншими портфелями цієї підмножини, тобто $z \in Z_N^k(\mathcal{P})$. Це формально підтверджується наступною лемою:

Лема 1: Нехай $\mathcal{P} \subseteq \Delta_K^n$. Тоді, множина всіх недомінованих портфелів $Z_N(\mathcal{P})$ є підмножиною об'єднання недомінованих портфелів кожної з підмножин: $Z_N(\mathcal{P}) \subseteq Z_N^1(\mathcal{P}) \cup \dots \cup Z_N^K(\mathcal{P})$.

Отже, ключові моменти розрахунку недомінованих портфелів наступні:

-недомінований портфель це такий, над яким не домінує жоден інший портфель за критерієм \mathcal{P} ;

-замість перебору всіх портфелів, їх ділять на підмножини Z^1, \dots, Z^K ;

-всі недоміновані портфелі в кожній підмножині об'єднуються;

-лема 1 гарантує, що жоден глобально недомінований портфель не буде втрачено при використанні цього підходу. Вона показує, що всі недоміновані портфелі у великій множині обов'язково будуть недоміновані хоча б в одній з підмножин.

Наслідком леми є те, що якщо всі підмножини недомінованих портфелів $Z_N^1(\mathcal{P}) \dots Z_N^K(\mathcal{P})$ відомі, то не потрібно перераховувати всі можливі портфелі, щоб знайти загальний набір недомінованих портфелів $Z_N(\mathcal{P})$, а просто порівнюєте кожен пару портфелів (z, z') з різних підмножин, наприклад, один з $z \in Z_N^k(\mathcal{P})$, а інший з $z' \in Z_N^\ell(\mathcal{P})$, де $k \neq \ell$ на предмет домінування. Тобто, з'ясовують, чи один портфель завжди кращий за інший за всіма критеріями. Транзитивність відношення домінування гарантує, що будь-який домінований портфель все одно буде домінуватись якимось недомінованим портфелем. Отже, якщо портфель домінований, його можна сміливо виключити, а якщо ні – він входить до оптимального набору. Таким чином, перевібивши відношення домінування між портфелями з різних підмножин, легко визначити загальний набір оптимальних портфелів.

Приходимо до висновку, що розбивши задачу на частини, можна значно спростити пошук оптимальних портфелів, порівнюючи їх лише між собою з різних «частин», а не з усім можливим набором портфелів.

Реалізуємо проектно-орієнтований відбір щодо набору недомінованих портфелів та розробимо аналітичну модель управління портфелем рішень, як

систему супроводу прийняття рішень в умовах неповної та залежної інформації про ймовірності різних сценаріїв.

Таблиця 3.4. Варіанти можливих напрямків прийняття рішень щодо набору недомінованих портфельів $\mathcal{Z}_N(\mathcal{P})$

Портфельний підхід до вибору	Проектно-орієнтований відбір
Недоміновані портфелі (NDPs) є життєздатними альтернативами рішень: - За неповної інформації, як правило, існує дуже велика кількість NDPs; - Застосовуйте правила прийняття рішень (наприклад, максимакс, максимін, центральні значення, мінімаксий жаль).	- Недоміновані портфелі проектів, як правило, містять спільні проекти; - Деякі проекти включені до всіх або багатьох недомінованих портфельів; - Це мотивує до прийняття обґрунтованих рішень на рівні окремих проектів.
Інтерактивні методи також можуть бути застосовані: - Рівні прагнення [173]; - Методи опорних точок.	

Розбиваємо множину m проектних пропозицій $X = \{x^1, \dots, x^m\}$ на K непересічних підмножин $\mathcal{X}^1, \dots, \mathcal{X}^K$ ($\bigcup_{k=1}^K \mathcal{X}^k = X$), так що в кожній підмножині будуть свої нижня та верхня межі оцінок за критеріями цінності V та ризиків R проектів:

$$\mathcal{X}_V^k = \{V \in \mathbb{R}_+^{n \times m} \mid \underline{V}_{project}(x^j) \leq V_{project}(x^j) \leq \bar{V}_{project}(x^j)\}, \quad (3.36)$$

$$\mathcal{X}_R^k = \{R \in \mathbb{R}_+^{n \times m} \mid \underline{R}_{project}(x^j) \leq R_{project}(x^j) \leq \bar{R}_{project}(x^j)\}. \quad (3.37)$$

Тут $V_{project}(x^j)$ – комплексна оцінка цінності проекту дуальної освіти, що розраховано за (3.16) та отримано її чітка оцінка(3.23). $R_{project}(x^j)$ – ризики проекту визначені за (3.17). Інформаційна множина:

$$\mathcal{X}^k \equiv \mathcal{X}_V^k \times \mathcal{X}_R^k; (V_{project}(x^j), R_{project}(x^j)) \in \mathcal{X}^k.$$

Дослідження методів класифікації проектів показало, що, приміром, в контексті вибору портфолію науково-дослідних проектів застосовується ітеративний трихотомічний підхід [169], що передбачає послідовне багаторазове розбиття варіантів проектів на три групи:

- перспективні/прийнятні - ті, які мають високий пріоритет і, ймовірно, будуть включені в портфоліо;
- сумнівні - ті, щодо яких потрібна додаткова інформація або переоцінка;
- відхилені - ті, які не відповідають критеріям і виключаються з подальшого розгляду.

Зважаючи на задачу класифікації варіантів проєктів на такі групи, множину m проєктних пропозицій $X = \{x^1, \dots, x^m\}$ доцільно розбити на 3-4 непересічні підмножини (рис. 3.10).

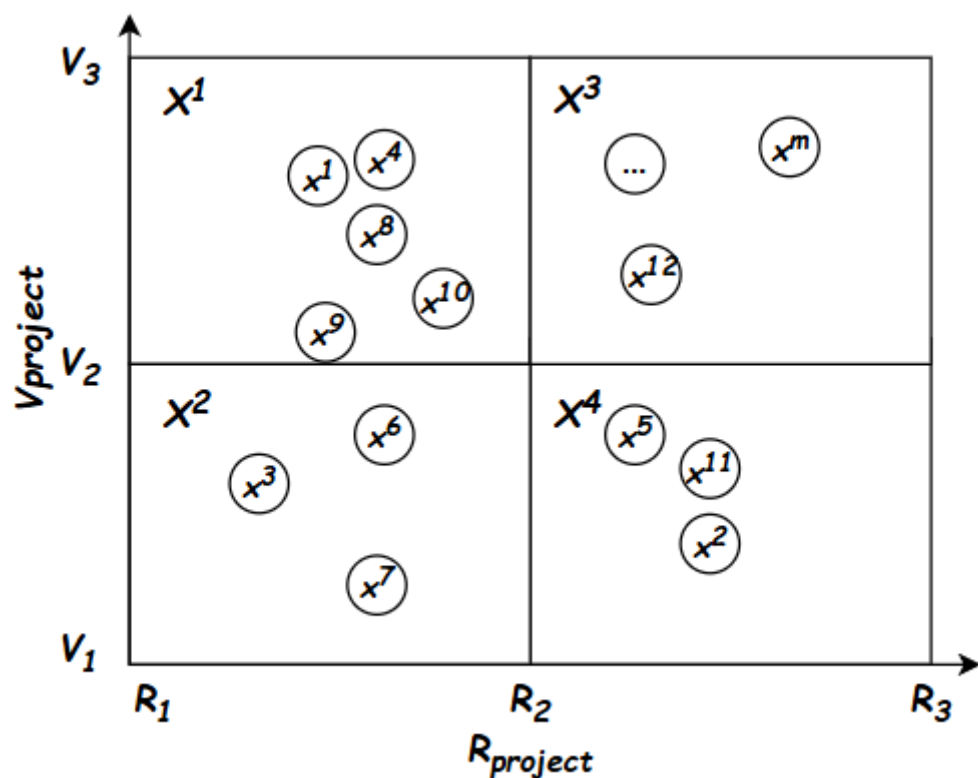


Рисунок 3.10 – Матриця позиціонування проєктних альтернатив за критеріями «цінність-ризик» із розбиттям на підмножини (K=4)

Чотири непересічні підмножини формуються на основі наступних умов:

$$X^1 = \{x^j \in X \mid V_2 \leq V_{project}(x^j) \leq V_3 \wedge R_1 \leq R_{project}(x^j) < R_2\}; \quad (3.38)$$

$$X^2 = \{x^j \in X \mid V_1 \leq V_{project}(x^j) < V_2 \wedge R_1 \leq R_{project}(x^j) < R_2\}; \quad (3.39)$$

$$X^3 = \{x^j \in X \mid V_2 \leq V_{project}(x^j) \leq V_3 \wedge R_2 \leq R_{project}(x^j) \leq R_3\}; \quad (3.40)$$

$$\mathcal{X}^4 = \{x^j \in X \mid V_1 \leq V_{project}(x^j) < V_2 \wedge R_2 \leq R_{project}(x^j) \leq R_3\}. \quad (3.41)$$

Якщо припустити, що K непересічних підмножин $\mathcal{X}^1, \dots, \mathcal{X}^4$ за інтервальними оцінками співпадають із непересічними підмножинами портфелів Z^1, \dots, Z^4 , тобто $\mathcal{X}^1 \subseteq Z^1, \dots, \mathcal{X}^4 \subseteq Z^4$, то найкращим можливим портфелем z_N^k є той, який максимізує загальну цінність (3.4) та мінімізує ризики (3.7).

Дослідження сучасних концепцій управління портфелем проєктів серед яких такі підходи, як Portfolio decision analysis (PDA), показали, що такий портфель можна визначити шляхом пошуку оптимальних рішень Парето для n – цільової задачі лінійного програмування нуль-один (MOZOLP) для яких існує декілька алгоритмів вирішення [85; 96; 172–174].

«Цінність» проєкту має багатовимірний характер, враховуючи численні точки зору. У цьому контексті оцінка проєктів здійснюється за кількома критеріями, оціненими експертами, а адаптація різноманітних обмежень для остаточного портфоліо виконується через відповідні обмеження в моделі математичного програмування (MP), де змінні рішення можуть приймати значення 0 або 1, позначаючи прийняття чи неприйняття конкретного проєкту [169].

Пропонуємо пошук найкращого можливого портфеля z_N^k , котрий максимізує загальну цінність (3.4) та мінімізує ризики (3.7), як рішення проблеми лінійного програмування нуль-один. При цьому застосовуємо метод головного критерію [139; 175]. Цим критерієм обрано цінність портфеля (3.4), а (3.38) – (3.41) використовуються як додаткові обмеження. Отже отримаємо розв'язки чотирьох окремих задач лінійного програмування. Найкращий портфель обираємо:

$$\max_{z \in Z_F} V_{portfolio}(z) = \max_z [Z^1, Z^2, Z^3, Z^4] \quad (3.42)$$

Проте, цінність портфеля (3.4) залежить від кількості проєктів m в портфелі. Може виникнути ситуація коли за цією адитивно-лінійною функцією домінований портфель отримає вищу оцінку ніж недомінований.

Зважаючи на те, що при використанні двох критеріїв ефективні оцінки можна графічно представити, оптимальне рішення часто обирається на основі візуалізації [175]. Точкова діаграма з множиною Парето є дієвим інструментом такого представлення. У цьому контексті звернемося до матриці позиціонування проєктних альтернатив за критеріями «цінність-ризик» із поділом на підмножини (рис. 3.10). У двокритеріальному випадку Парето-оптимальність передбачає, що покращення одного критерію неможливе без погіршення іншого.

Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти - це систематичний підхід де організований відбір, аналіз і моніторинг набору проєктів відбувається кожного семестру. Тобто в процесі управління портфелем нові проєкти оцінюються, пріоритизуються та відбираються, тоді як існуючі можуть отримати прискорення, бути призупиненими або знижені в пріоритеті. Отже проєктно-орієнтований відбір щодо набору недомінованих портфелів проводиться на множині нових і існуючих проєктів. До того ж в базі даних наявна інформація про успішно реалізовані проєкти. Все це слугує розбиттю множини проєктних пропозицій на K непересічних підмножин $\mathcal{X}^1, \dots, \mathcal{X}^K$ за інтервальними оцінками (3.38 – 3.41) і задля цього можна застосувати алгоритм виділення і порівняння ознак ситуацій інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень [12].

Класифікація проєктів розвитку дуальної освіти із застосуванням алгоритму виділення і порівняння ознак ситуацій (рис. 3.10) забезпечує розбиття проєктів-кандидатів на 4 портфелі:

- *Portfolio* \mathcal{Z}^4 включає ті проєкти, які не відповідають критеріям (3.4),(3.7) і рекомендуються бути призупиненими або зниженими в пріоритеті;

- *Portfolio* \mathcal{Z}^1 містить такі проєкти, які мають високий пріоритет та формують найкращий можливий портфель \mathcal{Z}_N^k , тобто недомінований;

- *Portfolio Z²* та *Portfolio Z³* складаються із тих проєктів, щодо яких потрібна додаткова інформація при формуванні остаточного портфелю рішень.

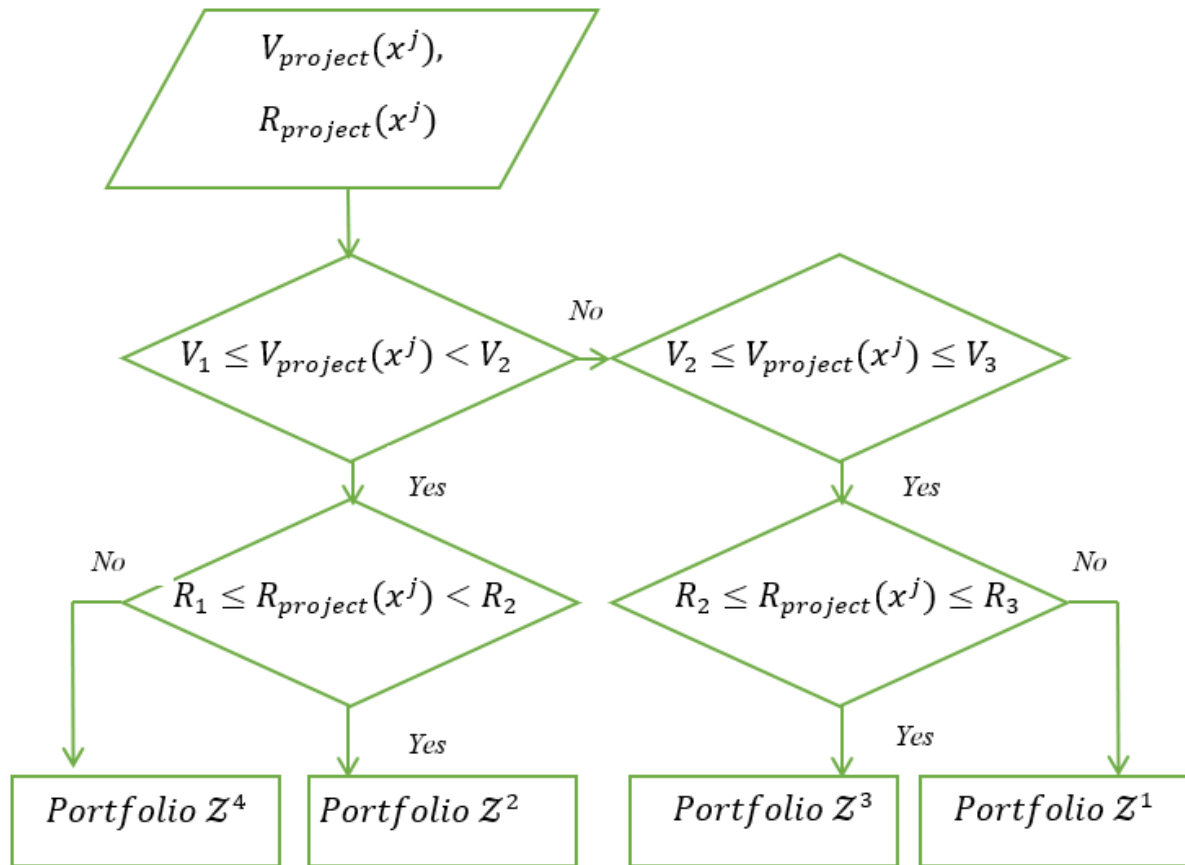


Рис. 3.10. Алгоритм виділення і порівняння ознак ситуацій для проєктно-орієнтованого відбору щодо набору недомінованих портфелів

Зважаючи на те, що системна модель управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти (рис. 3.8) включає базу даних із наявною інформацією про успішно реалізовані проєкти, то формування остаточного портфелю рішень спирається на корисні дані, основані на попередньому досвіді. Таким чином забезпечується додаткова інформація для супроводу управлінських рішень щодо проєктів *Portfolio Z²* та *Portfolio Z³*.

По суті, класифікація проєктів із застосуванням алгоритму виділення і порівняння ознак ситуацій представляє собою кластерну стратегію. Вирішення складної проблеми управління великою кількістю об'єктів або суб'єктів

передбачає використання кластерного аналізу, методу, відомого своєю ефективністю. Він служить подвійній меті: він не тільки значно зменшує складність та витрати, пов'язані з проблемою багатокритеріального аналізу рішень, але й допомагає у складних сценаріях прийняття рішень, що включають багатьох зацікавлених сторін. Різні традиційні стратегії кластеризації, включаючи К-середні, нечіткі С-середні та ймовірнісні К-середні, серед інших, застосовуються до досліджень багатокритеріального групового прийняття рішень [176]. К-середні є кращим методом завдяки його простоті реалізації та обчислювальній ефективності для різних наборів даних; однак його залежність від випадкових початкових центрів кластеризації та суб'єктивного призначення номерів кластерів може не забезпечити оптимальну кластеризацію. Прагнучи кластеризації без упередженості завдяки розбиттю на класи рівних інтервалів за критеріями цінності V та ризиків R проєктів, було розроблено інноваційний алгоритм виділення і порівняння ознак ситуацій.

Отже, розроблено аналітичну модель управління портфелем рішень та алгоритм виділення і порівняння ознак ситуацій, як систему, котра допомагає приймати рішення в умовах неповної та залежної інформації про ймовірності різних сценаріїв. Вона пропонує рекомендації щодо вибору дій(проєктів), які є надійними в різних майбутніх умовах. Інакше кажучи, ця модель допомагає створити стратегію, яка є надійною, враховуючи всю доступну інформацію, та проактивною, оскільки може спрямувати майбутнє в бажаному напрямку.

3.5 Модель розподілу вибіркового дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти

В портфелі проєктів розвитку дуальної освіти на рівні процесів виникає задача розподілу робіт між закладами освіти та роботодавцями, задіяними на різних проєктах.

Постановка задачі. Скласти індивідуальний навчальний план здобувачів вищої освіти за ДФЗО на основі інформації про компетентності студента, які

вимагаються з боку роботодавця, перелік й характеристики усіх можливих і нових (якщо потрібно підготувати) вибірових дисциплін на кожному році, індивідуальні особливості студента (або групи студентів), розподіл часових меж навчання між університетом і підприємством, фінансових (або часових, інших) – вартість підготовки години часу і-ої компетенції; F – фонд грошових коштів компанії, виділений на підготовку персоналу

Індивідуальна освітня траєкторія здобувача вищої освіти реалізується через вільний вибір видів, форм, темпу здобуття освіти, освітньої програми, навчальних дисциплін, їх рівня складності, а також методів і засобів навчання.

Індивідуальний навчальний план формується на кожен рік навчання з урахуванням вибору здобувача дисциплін та відповідно до Положення НТУ «ДП» про індивідуальні навчальні плани.

Здобувачі мають право обирати навчальні дисципліни в обсязі не менше 25% від загального курсу освітньої програми згідно з Положенням про реалізацію права на вибір навчальних дисциплін НТУ «ДП».

Індивідуальний навчальний план визначає навчальне навантаження здобувача, форми контролю результатів навчання і є обов'язковим для виконання.

Будемо вважати, що шляхом анкетування студентів та опитування роботодавців, аналізу ОПП бакалавра з відповідної спеціальності та робочих програм вибірових дисциплін, отримано наступні вихідні дані:

N – кількість проєктів дуальної освіти;

K – загальна кількість компетентностей, які вимагаються з боку роботодавців;

$title_k$ – зміст k -тої компетентності;

Індивідуальні особливості студентів на проєкті:

$startlevel_{nk}$ – початковий рівень k -тої компетентності на n -му проєкті;

$finlevel_{nk}$ – підсумковий рівень k -тої компетентності на n -му проєкті;

якщо $a_{nk} = 0$, то $startlevel_{nk} = finlevel_{nk}$

a_{nk} – індикатор, який відображає відповідність компетентності проєкту, а саме: $a_{nk} = 1$, якщо k – та компетентність вимагається роботодавцем за n – им проєктом, $k = \overline{1, K}$; $n = \overline{1, N}$;

$M^{s,2}, M^{s,3}, M^{s,4}$ – загальна кількість усіх можливих або нових (якщо потрібно підготувати) вибіркового дисциплін, що викладаються s -тим учасником ($s = 1$ – університетом, $s = 2$ – роботодавцем) на 2-му, 3-му і 4-му році навчання відповідно;

$MinD_t, MaxD_t$ – мінімальна та максимальна кількість вибіркового дисциплін на t -му році навчання:

$$0,25AllDisc \leq \sum_{t=2}^4 MinD_t \leq \sum_{t=2}^4 MaxD_t \leq 0,5AllDisc; \quad (3.43)$$

$discipline_m^{s,t}$ – назва m -тої дисципліни, яка викладається s -тим учасником ($s = 1$ відповідає університету, $s = 2$ – роботодавцю) і вивчається на t -му році, $m = \overline{1, M^{s,t}}$; $t = 2, 3, 4$;

$b_{mk}^{s,t}$ – так званий внесок m -ої дисципліни в розвиток k -тої компетенції на t -му році;

$q_m^{s,t}$ – трудомісткість відповідної дисципліни (ресурси);

$c_m^{s,t}$ – витрати на підготовку дисципліни;

$Fond^{s,t}$ – фонд ресурсів s -го учасника, виділений на підготовку усіх дисциплін, що викладаються за ДФЗО в t -му році s -тим учасником.

Змінні:

$$choice_{mn}^{s,t} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } m \text{ – а дисципліна, що забезпечується } s \text{ – м учасником} \\ \text{вибирається на } n \text{ – му проєкті в } t \text{ – ий рік навчання;} \\ 0 \text{ у протилежному випадку;} \end{cases}$$

$$s = 1, 2; m = \overline{1, M_t}; n = \overline{1, N}; t = 2, 3, 4.$$

Напишемо обмеження на змінні:

Умови на кількість вибірових дисциплін, які можна включити до індивідуальної програми навчання :

$$\text{Min}D_t \leq \sum_{s=1}^2 \sum_{m=1}^{M^{s,t}} \text{choice}_{mn}^{s,t} \leq \text{Max}D_t \quad \forall t = 2, 3, 4; \quad \forall n = \overline{1, N}; \quad (3.44)$$

Накопичення рівня розвиток k -тої компетенції на n – ому проєкті протягом всього освітнього процесу:

$$\text{finlevel}_{nk} = \text{startlevel}_{nk} + \sum_{t=2}^4 \sum_{s=1}^2 \sum_{m=1}^{M^{s,t}} b_{mk}^{s,t} \cdot \text{choice}_{mn}^{s,t}, \quad (3.45)$$

$$\forall k = \overline{1, K} \text{ та } n = \overline{1, N}: a_{nk} = 1;$$

Досягнення бажаного рівня компетентності:

$$\text{finlevel}_{nk} \geq \text{ExpectedLevel}_{nk}, \quad \forall k = \overline{1, K} \text{ та } n = \overline{1, N}: a_{nk} = 1; \quad (3.46)$$

Врахування обмежених фондів ресурсів:

$$\sum_{t=2}^4 \sum_{m=1}^{M^{s,t}} c_m^{s,t} \cdot \text{choice}_{mn}^{s,t} \leq \text{Fond}^{s,t} \quad \forall s = 1, 2; \quad n = \overline{1, N}. \quad (3.47)$$

Критерієм оптимальності будемо вважати найменшу трудомісткість процесу підготовки та викладання дисциплін (сумарні зусилля для забезпечення набуття компетентностей за всіма проєктами)

$$\sum_{n=1}^N \sum_{t=2}^4 \sum_{s=1}^2 \sum_{m=1}^{M^{s,t}} q_m^{s,t} \cdot \text{choice}_{mn}^{s,t} \rightarrow \min. \quad (3.48)$$

Результатом розв'язку оптимізаційної задачі буде розподіл викладання вибірових дисциплін між закладом освіти та роботодавцем протягом усього

терміну навчання. Вивчення обраних дисциплін забезпечить досягнення випускниками бажаного рівня компетентностей, котрі вимагаються роботодавцем за n – им проектом .

Маємо справу з дуальністю моделювання: досягнення найвищого рівня компетентностей здобувачів за мінімальної трудомісткості підготовки та викладання дисциплін. Задачу лінійного програмування можна розв'язати за допомогою надбудови «Пошук рішення» в MS Excel, обравши симплекс-метод.

Висновки за розділом 3

В процесі моделювання управління портфелем проектів дуальної освіти для вищого навчального закладу отримано такі результати:

1. Для прийняття рішення щодо доцільності включення проекту до портфеля запропоновано модель багатоцільової оптимізації та алгоритм, які генерують набір оптимальних рішень Парето для задачі формування портфеля розвитку дуальної освіти з метою максимізації його цінності з урахуванням ресурсних та інших обмежень, що можуть виникати в процесі його формування.

2. Запропоновано модель складових комплексної оцінки рівня цінності проекту розвитку дуальної освіти, що включає наступні чотири групи індикаторів: цінність проекту для держави, цінність проекту для бізнес-структур і роботодавців регіону, цінність проекту для закладів освіти та цінність проектів для здобувачів.

3. Запропоновано метод комплексної оцінки рівня цінності проекту дуальної освіти, що дає змогу представити її у вигляді функцій належності інтегральних показників, а також вирішено задачу числового ранжування проектних пропозицій у межах ціннісно-орієнтованого підходу до формування портфеля. У процесі оцінювання встановлено, що для якісної фазифікації кількісних факторів у системах прийняття рішень слід враховувати профіль гистограми. За унімодального розподілу з ознаками нормальності застосовується стандартна пенташкала з вузловими точками, визначеними за середнім значенням і

стандартним відхиленням. Якщо максимум гістограми зміщений, класифікатор адаптується шляхом коригування вузлових точок, що точніше відображає реальний рівень фактора. Такий підхід забезпечує гнучке перетворення кількісних даних у якісні оцінки, важливе для ефективного управління в умовах невизначеності.

4. Запропоновано метод управління кейсами спеціальностей дуальної освіти на основі моделей еволюції системи. Модель McKinsey як аналітичний маркетинговий інструмент отримала розвиток шляхом включення траєкторії еволюції спеціальності до її інтегральних критеріїв. Це дало змогу не лише, як передбачено методикою, визначити конкурентну позицію на поточний момент і екстраполювати її дію на весь період стратегічного планування без суттєвих адаптацій, а й здійснити прогнозування конкурентного статусу та стратегії управління проектом. Таким чином вирішено задачу класифікації спеціальностей закладу освіти як кандидатів на інвестування на основі очікуваного прибутку в межах визначеної стратегічної перспективи на етапі ініціювання проектів дуальної освіти.

5. Запропоновано удосконалення системної моделі управління портфелем проектів розвитку дуальної освіти шляхом додавання бази даних із інформацією про попередній досвід та виокремлення трьох етапів і відповідних задач на кожному з них.

6. Розроблено аналітичну модель управління портфелем рішень як систему підтримки прийняття рішень в умовах неповної інформації про ймовірності сценаріїв. В її основу покладено класифікацію проектів розвитку дуальної освіти із застосуванням алгоритму виділення та порівняння ознак ситуацій.

7. Розроблено модель розподілу вибіркового дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти за критерієм найменшої трудомісткості процесу підготовки та викладання цих дисциплін.

Основні результати дослідження за розділом викладено в роботах [1; 2; 4–8; 11–15].

РОЗДІЛ 4

МЕТОД ПІДГОТОВКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ СУПРОВОДУ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПОРТФЕЛЯ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ

4.1. Формалізація методу підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти

У першому розділі обґрунтовано важливість розгляду дуальної освіти з урахуванням процесного, проєктного та системного підходів, а також зазначено, що проєкти дуальної освіти є специфічними освітніми проєктами (п. 1.2). Дослідження показало, що системи управління освітніми процесами часто не встигають за змінами в суспільстві. Це виявляється в недостатньому використанні методології управління програмами та портфелями проєктів на тактичному рівні розвитку складних систем.

Аналіз теорії та практики управління освітніми проєктами виявив недостатнє висвітлення управління проєктами розвитку дуальної освіти у професійних стандартах. Ефективне управління проєктами розвитку дуальної освіти вимагає цілісного бачення проєкту, програми або портфеля та ретельної координації всіх елементів. Системний підхід до розвитку дуальної освіти, який розглядає її як портфель проєктів, максимально точно визначає кінцевий продукт або освітню послугу(п. 2.1). Системний аналіз слугує інструментом для визначення ефективності інтеграції в проєктах та співпраці залучених сторін.

Дослідження стандарту управління портфелем проєктів РМІ показало, що формування портфеля здійснюється через процеси вирівнювання, проте їх практичне впровадження залишається на розсуд розробника. Розроблено візуальні моделі відбору проєктів до портфелю з урахуванням змінного зовнішнього середовища та очікувань зацікавлених сторін у формі контекстних діаграм IDEF0 (п. 2.2). Удосконалено метод конкурентного аналізу портфельних складових для формування складу портфеля розвитку ДО шляхом застосування

експертних методів, які відрізняються застосуванням правила Парето для сценарного планування розвитку системи (п. 2.2).

Кількісний аналіз альтернатив проєктів спрямований на визначення їх пріоритетності з точки зору цінності для основних груп стейкхолдерів (п. 3.1). Розроблено метод комплексної оцінки проєктів дуальної освіти із застосуванням теорії нечітких множин і систем із нечіткою логікою (п. 3.2), що базується на чотирьох індикаторах та компонентах, які враховують інтереси зацікавлених сторін, експертні оцінки та позицію особи, що приймає рішення.

Створено системну модель оцінки проєктів для включення до портфеля та модель формування портфеля розвитку дуальної освіти в умовах невизначеності (п. 3.3). Розроблено підсистему підтримки прийняття рішень із використанням нечітких множин і логіки, яка дозволяє оцінити перспективи проєктів для прогнозування майбутнього конкурентного статусу освітнього продукту та вибору стратегії його управління (п. 3.4).

Управління портфелем проєктів охоплює процеси ідентифікації, пріоритезації, делегування повноважень, координації та моніторингу реалізації проєктів, програм і пов'язаних з ними активностей для здобуття стратегічних результатів закладів освіти та роботодавців регіону (п. 3.3). Дослідники підкреслюють, що це систематичний процес відбору, підтримки та управління набором проєктів підприємства. Процес відбору та пріоритезації проєктів можна вдосконалити через формалізацію процедури управління портфелем проєктів [137; 164].

Зазначені результати досліджень виявляють суть методу підготовки інформації для ухвалення рішень в управлінні портфелем проєктів розвитку дуальної освіти. Вони дають змогу окреслити метод, що забезпечує всебічне розуміння процесу збору, аналізу та підготовки інформації для ухвалення управлінських рішень щодо портфеля цих проєктів.

Метод підлягає формалізації, оскільки це є основою для алгоритмізації та програмної реалізації, необхідної для комп'ютерного представлення знань і дослідницьких процедур. Формалізація усуває неоднозначність, неточність і

невизначеність. У процесі формалізації застосовується системне представлення з чітко структурованими елементами замість загальних висловлювань.

Скористаємося формою, розробленою в науковій школі, де проводилось дисертаційне дослідження, яка передбачає виокремлення таких складових методологічної конструкції:

- сфера застосування;
- мета
- сутність;
- об'єктивна база;
- ключові принципи (умови);
- очікуваний результат;
- способи використання результату;
- методичні підходи до реалізації.

Сфера застосування методу підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти охоплює процеси, пов'язані з управлінням цим портфелем.

Стосовно мети методу підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти. Мета як філософська категорія – це усвідомлене передбачення бажаного результату діяльності, що визначає пошук способів його досягнення [177, с. 371]. Метод часто визначають як набір правил, прийомів та норм пізнання, оцінки чи дії [177, с. 373]. Метод зазвичай трактується як раціональний спосіб досягнення мети або вирішення завдання. У методичній літературі акцент робиться на визначенні цілей методів, що застосовуються у процесах пізнання та дослідження. У математичних методах, зокрема оптимізації прикладних задач, увага зосереджується на концептуальній основі та алгоритмі реалізації, тоді як цільова спрямованість часто залишається неявною. [170]. Оскільки метод підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти орієнтований на реалізацію конкретних управлінських дій, його ціль має відображати зміст цих дій. З огляду на це, мету методу можна визначити як

формування обґрунтованих рекомендацій щодо вибору стратегій подальшого розвитку проєктів портфеля.

Сутність методу, як його структурний елемент, розкриває внутрішню природу об'єкта дослідження через взаємозв'язок його ключових характеристик, властивостей і відносин, що проявляються у конкретних формах реалізації. Одним із таких проявів є інформаційний результат, який формується для обґрунтування вибору нових проєктів та визначення пріоритетної альтернативи серед можливих варіантів подальшого розвитку наявних проєктів портфеля дуальної освіти.

Внутрішній зміст методу розкривається через процедуру співставлення цінностей проєктів та ризиків їх недосягнення, що реалізується у межах взаємодії між елементами портфеля (об'єкти аналізу) за критерієм максимізації його загальної цінності відповідно до стратегічних орієнтирів розвитку закладу освіти. При цьому враховуються характеристики, що визначають ризик-профіль портфеля (властивості аналізованих елементів). На цій основі сутність методу виражається у формуванні інформаційної моделі, яка дозволяє зіставити потенційну цінність проєктів із ризиками їх реалізації для обґрунтування стратегічного вибору. Методика передбачає формування даних через матрицю «цінність-ризик», що дозволяє координувати проєкти, управляти ризиками та узгоджувати портфель зі стратегічними цілями. Показники цінності - інтегральні оцінки, сформовані на основі чотирьох індикаторів і компонентів, які враховують інтереси стейкхолдерів, експертні оцінки та думку особи, що приймає рішення. Ризики оцінюються експертно. На етапі ініціювання проєкту прогнозується конкурентна позиція закладу в галузі з урахуванням чинників: привабливості ринку праці, конкурентоспроможності та еволюції спеціальності.

Об'єктивна основа методу має забезпечувати опис об'єкта таким чином, щоб можна було простежити взаємозв'язки між його елементами та характеристиками. У межах портфеля проєкти координуються в єдиній системі, незалежно від наявності між ними зв'язків. Важливою умовою ефективного управління є усвідомлення спільної стратегічної мети всіх проєктів, які

конкурують за обмежені ресурси [164; 178]. У межах методу підготовки інформації для прийняття рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти об'єктивна основа представлена єдиним порядком оцінювання, що передбачає використання узгоджених показників для аналізу стану проєктів з урахуванням можливих варіантів їх подальшого розвитку. Ефективність методу залежить від дотримання низки умов, зокрема наявності даних про реалізацію проєктів, привабливість ринку праці та конкурентоспроможність закладу освіти. Це дає змогу визначити позицію спеціальності в удосконаленій матриці McKinsey та оцінити перспективи проєктів дуальної освіти за допомогою системи підтримки рішень на основі нечіткої логіки. Результатом є кількісні показники в матриці «цінність-ризик», що слугують основою для вибору стратегій розвитку проєктів координаційним центром університету.

У межах структурного функціоналізму метод реалізується через впорядковані операції [179, с. 192], що узгоджується з визначенням методики [180, с. 145] як конкретизації заходів і способів виконання робіт, включаючи опис процедур, інструментів, первинних документів, обробку та подання інформації. Відтак метод підготовки інформації для управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти має бути інтегрований у відповідну методику.

Структурні елементи методу викладено в табл. 4.1. Запропонований підхід враховує внутрішні й зовнішні аспекти цінності проєктів, виявляючи специфічні компоненти, що формують інтереси чотирьох зацікавлених сторін. Це забезпечує достовірність рекомендацій щодо вибору стратегій подальшого розвитку проєктів портфеля. З огляду на складність процесу, розроблено модель вибору (рисунок 3.8), яка підтримує осіб, відповідальних за прийняття рішень, у системному аналізі та оцінюванні проєктів. Модель охоплює три фази: підготовчу, основну (відбір портфеля) та завершальну, кожна з яких включає відповідні управлінські процедури.

Таблиця 4.1. Формалізація методу підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти

Структурний елемент методу	Сутність структурного елемента методу
Назва	Метод підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти
Сфера застосування	Застосовується координаційним центром закладу з дуальної освіти для управлінських рішень щодо портфеля проєктів при щорічному плануванні.
Мета	Отримання для координаційного центру університету з ДО рекомендацій щодо вибору стратегій подальшого розвитку проєктів портфеля та забезпечення постійної відповідності його стратегічним цілям
Сутність	Рекомендації щодо відбору нових і розвитку наявних проєктів портфеля дуальної освіти формуються на основі матриці «цінність-ризик», створеної за допомогою інтерактивної візуалізації та аналізу даних у Power BI. Це забезпечує узгодження проєктів зі стратегічними цілями закладу та ефективне управління ризиками. Інтегральні показники цінності у вигляді трапецоїдних нечітких чисел враховують інтереси стейкхолдерів, базуються на чотирьох індикаторах і експертних оцінках. Ризики оцінюються експертно. На етапі ініціювання проєкту прогнозується конкурентна позиція закладу з урахуванням чинників: привабливості ринку праці, конкурентоспроможності та еволюції спеціальності.(п.п. 2.2 – 3.4).
Об'єктивна база	Один порядок для всіх проєктів, що визначає однакові показники, які характеризують їх стан з урахуванням різних варіантів подальшого розвитку. (п.п. 2.1 – 3.4).
Ключові принципи (умови)	Проводиться опитування роботодавців для оцінки привабливості ринку праці та конкурентоспроможності закладу освіти. Документується реалізація проєктів для збору та аналізу даних про їхній поточний стан (п.п. 3.2 – 3.4).
Очікуваний результат	Матриця «цінність-ризик» у Power BI допомагає координаційному центру обирати стратегії розвитку проєктів дуальної освіти. (п. 4.4)
Способи використання результату	Прийняття управлінських рішень координаційним центром освітнього закладу щодо портфелів проєктів розвитку дуальної освіти під час щорічного планування навчального процесу(п. 4.4)
Методичні підходи до реалізації	Методика підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо коригування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти (п. 4.3)

4.2. Методика підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо коригування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти

Розвиток дуальної освіти в Україні потребує системного управління, що передбачає постійне коригування та удосконалення портфеля проєктів. Для цього важливо забезпечити якісний інформаційний супровід управлінських рішень. Запропонована методика спрямована на формування єдиної логіки збору, обробки й аналізу інформації, яка дозволяє керівникам приймати обґрунтовані рішення щодо пріоритетів, ресурсного забезпечення та узгодження дій учасників освітнього процесу й партнерів з бізнес-середовища.

Головна мета методики – створити інструментарій для обґрунтованого коригування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти на основі актуальних даних, систематизованих показників та прогнозів.

Основні завдання методики:

1. Забезпечення структурованого збору інформації про стан реалізації проєктів.
2. Виявлення відхилень від запланованих цілей і показників.
3. Аналіз причин відхилень та ризиків, що виникають у процесі реалізації.
4. Формування аналітичних матеріалів для управлінських рішень.
5. Підтримка циклу зворотного зв'язку між усіма учасниками освітніх та управлінських процесів.

Методика реалізується у вигляді алгоритму, який передбачає кілька взаємопов'язаних етапів:

1. Ідентифікація інформаційних потреб.

На цьому етапі визначаються ключові дані, необхідні для прийняття рішень: показники ефективності реалізації проєктів, рівень залученості стейкхолдерів, відповідність ресурсного забезпечення поставленим завданням.

2. Збір та агрегування даних.

Інформація формується з різних джерел: внутрішньої звітності навчальних закладів, даних партнерських підприємств, статистики ринку праці, результатів опитувань студентів і роботодавців. Важливо дотримуватися принципів повноти, достовірності та актуальності даних.

3. Аналітична обробка інформації.

Зібрані дані систематизуються, виявляються тренди й відхилення. Застосовуються методи багатокритеріального аналізу, оцінки ризиків.

4. Формування висновків та рекомендацій.

Результати аналізу оформлюються у вигляді аналітичних довідок, що містять оцінку поточного стану, прогноз розвитку, а також пропозиції щодо коригування портфеля проєктів (пріоритезація, перерозподіл ресурсів, зупинка неефективних проєктів тощо).

5. Прийняття управлінських рішень.

На основі підготовленої інформації керівництво ухвалює рішення, які спрямовані на оптимізацію портфеля проєктів. Цей процес забезпечує баланс між освітніми цілями, потребами ринку праці та ресурсними можливостями.

6. Моніторинг та зворотний зв'язок.

Візуальне представлення алгоритму реалізації методики підготовки інформації для управлінських рішень щодо портфеля проєктів дуальної освіти наведено нижче (рис. 4.1).

Рішення мають підлягати систематичному моніторингу реалізації. Важливо забезпечити функціонування циклу зворотного зв'язку для вдосконалення методики та її адаптації до змін зовнішнього середовища.

Методика може стати універсальним інструментом для органів управління освітою, закладів вищої та фахової освіти, а також підприємств, що беруть участь у розвитку дуальної освіти. Її впровадження дозволяє:

- своєчасно реагувати на зміни в економічному та освітньому середовищі;
- підвищити ефективність використання фінансових і людських ресурсів;
- забезпечити прозорість і підзвітність процесів управління;
- формувати обґрунтовані стратегічні та тактичні рішення.

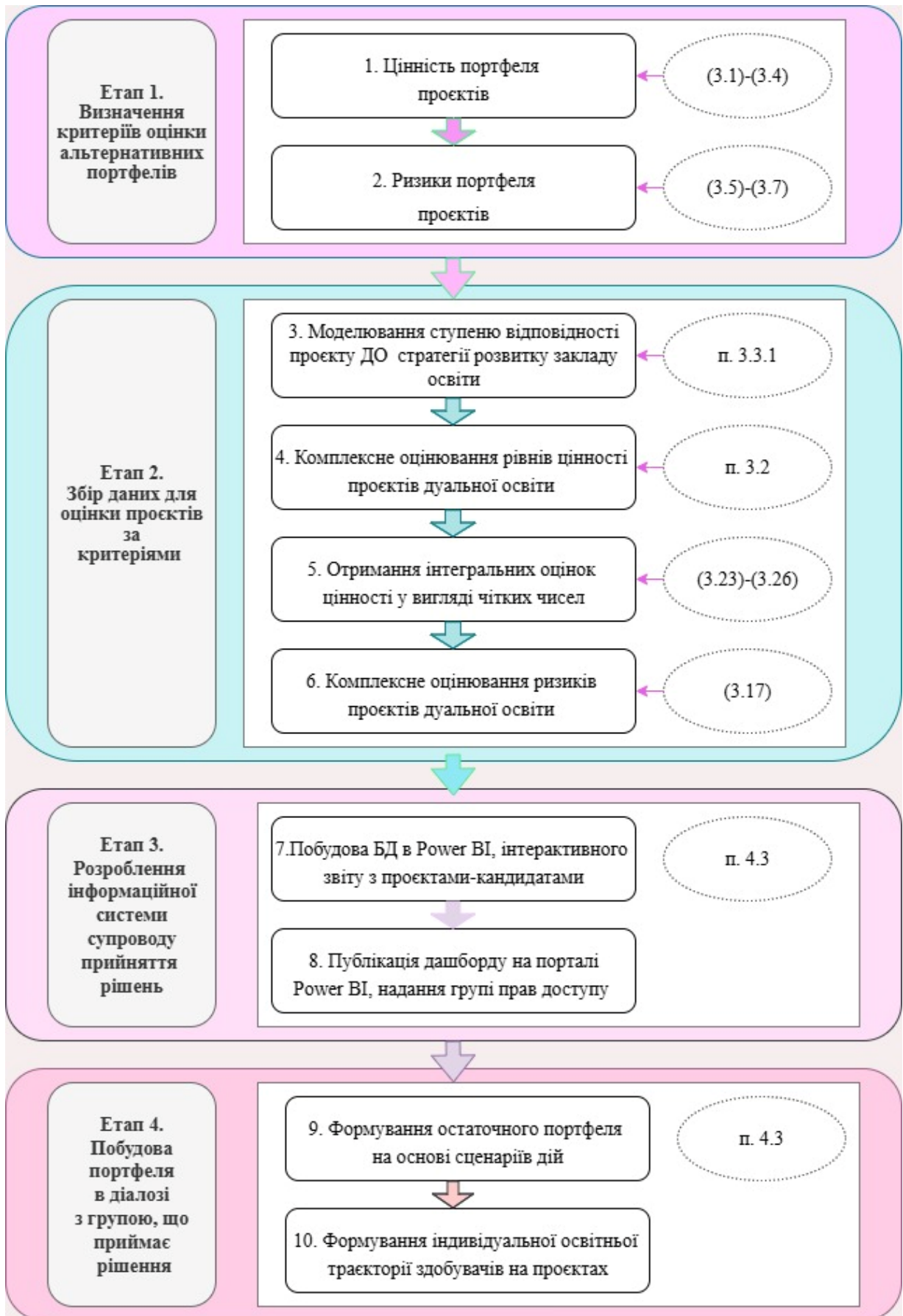


Рис. 4.1. Алгоритм інформаційного супроводу управлінських рішень щодо портфеля проектів дуальної освіти

Таким чином, методика підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень є ключовим інструментом стратегічного управління розвитком дуальної освіти. Вона поєднує підходи збору, аналізу та використання даних, забезпечуючи їх перетворення у практичні рекомендації для коригування портфеля проєктів. Використання такої методики сприяє підвищенню ефективності освітніх програм, гармонізації взаємодії між навчальними закладами та роботодавцями, а також відповідає сучасним викликам ринку праці.

4.3. Експериментальне дослідження методики підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти

Згідно з підрозділами 4.1 і 4.2, усі моделі, розроблені в другому та третьому розділах, стали частиною методу підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти. Отже, комплексне експериментальне дослідження цих моделей можливе тільки під час впровадження цієї методики на практиці. Для експериментальної бази дослідження обрано проєкти розвитку дуальної освіти в рамках освітньої діяльності НТУ «Дніпровська політехніка» та роботодавців регіону.

Для прийняття рішення щодо запровадження ДФЗО в контексті конкретних освітніх програм важливими аспектами є перевірка рентабельності ОП та їх відповідність стратегії розвитку закладу.

Етап 2. Збір даних для оцінки проєктів за критеріями.

Крок 3. Процес ініціювання проєктів дуальної освіти передбачає завдання ранжування спеціальностей закладу як потенційних об'єктів інвестування на основі прогнозованої економічної ефективності в межах визначеної стратегічної перспективи. Експертами використано результати маркетингового дослідження очікувань стейкхолдерів НТУ «Дніпровська політехніка»[181]. З метою обґрунтування управлінської стратегії щодо конкретної освітньої програми застосовано модифіковану модель McKinsey. (рис. 4.2). Окрім якісних чинників,

таких як привабливість ринку праці та конкурентний статус закладу освіти, враховано також траєкторії еволюції спеціальностей.

Привабливість ринку праці	висока	6. Підтримка граничної позиції; стабілізація; пошук кадрів	8. Утримання своєї позиції; вибіркоче зростання	9. Зростання; пошук шляхів до лідерства; надання максимальної кількості освітніх послуг
	середня	3. Скорочення діяльності; запланований вихід	5. Стабілізація; виявлення зростаючих сегментів; інвестування в дуже перспективні професії	7. Селективне зростання; оцінка потенціалу для лідерства за сегментами
	низька	1. Закриття; найшвидший вихід	2. Пошук партнерів; розвиток перспективних спеціальностей; розгляд можливості виходу з місцевого ринку	4. Стабілізація; пошук ніш; короткострокові інвестиції (курси); планове скорочення
		низькі	середні	високі
Відносні конкурентні переваги закладу освіти				

Рис. 4.2 Адаптована матрична модель McKinsey системи дуальної освіти

Прогнозне значення конкурентного статусу закладу освіти в певній галузі відображає ефективність системи в майбутньому. Цей статус відповідає певному сектору матриці McKinsey, що демонструє конкурентоспроможність освітнього продукту та стратегію управління проектом.

Фазифікації вхідних і вихідних змінних:

1) В якості терм-множини першої вхідної змінної «Відносні конкурентні переваги ЗВО за спеціальністю» використано множину $T1 = \{\text{«низькі»}, \text{«середні»}, \text{«високі»}\}$.

2) Для другої вхідної змінної в якості терм-множини «Привабливість ринку» використано множину $T2 = \{\text{«низька»}, \text{«середня»}, \text{«висока»}\}$.

3) Проект дуальної освіти за конкретною спеціальністю не є стабільною системою. Тому для оцінки ефективності проектів у мінливому середовищі використано третю змінну - тренд спеціальності.

4) Рейтинг спеціальністю оцінювалось у балах від 1 до 9, бо матриця McKinsey має 9 позицій (рис. 4.1). Як терм-множину вихідної лінгвістичної змінної «Рейтинг» використано множину $T3 = \{\text{«дуже низький»}, \text{«низький»}, \text{«нижче середнього»}, \text{«середній»}, \text{«вище середнього»}, \text{«високий»}, \text{«дуже високий»}\}$.

Для комплексного уявлення задачі ранжування спеціальностей закладу освіти як кандидатів до портфеля проектів розвитку дуальної освіти розроблено базу знань із застосуванням системи нечіткого висновку в MATLAB на основі алгоритму Мамдані. Модель створено в редакторі FIS (рис. 4.3) з трьома вхідними змінними: «advantages», «attractiveness», «trend» та вихідною змінною «rating», що визначає рейтинг спеціальності.

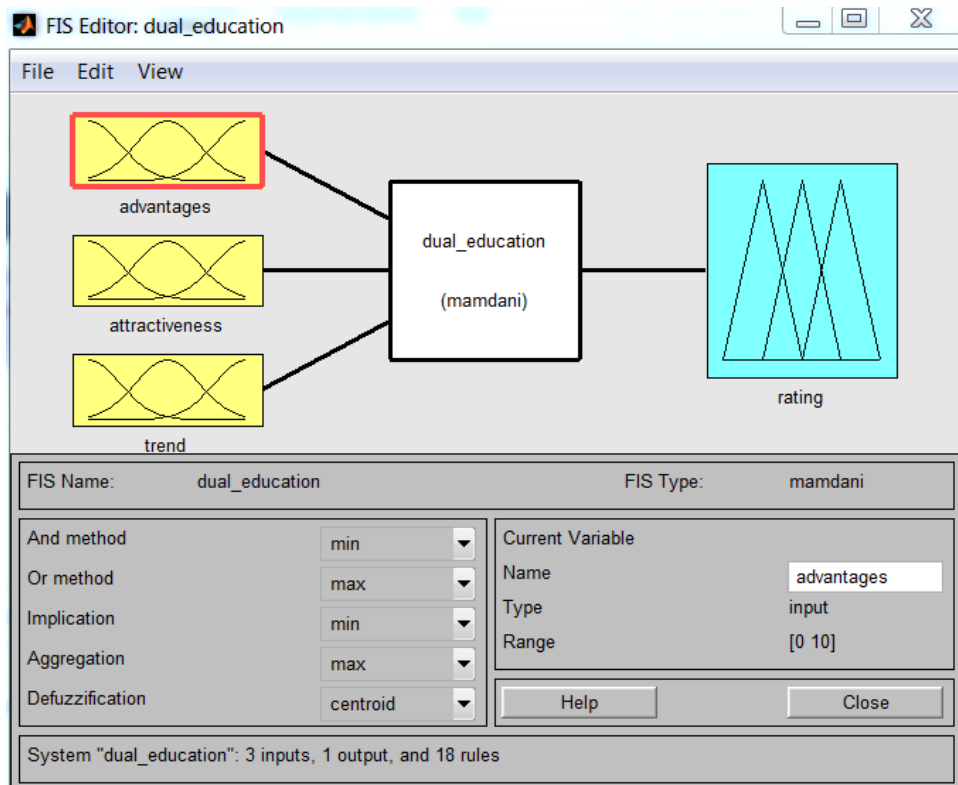


Рис. 4.3. Графічний інтерфейс редактора FIS для ранжування спеціальностей-кандидатів до портфеля проектів розвитку ДО

За основу нечіткої моделі використано параметри, що пропонуються системою MATLAB за замовчуванням, які залишено без змін. До них належать логічні операції (\min - для реалізації нечіткого логічного AND, \max - для нечіткого логічного OR), метод імплікації (\min), метод агрегування (\max), а також метод дефазифікації (centroid).

Експериментальною базою дослідження обрано рейтинг ОП 124-Системний аналіз НТУ «Дніпровська політехніка». За дослідженням Національного агентства кваліфікацій щодо Національної економічної стратегії 2030 (Постанова КМУ від 03.03.2021 №179) деякі потрібні в найближчі 10 років професії пов'язані з аналітикою Big Data, соціальних мереж, машинним навчанням, що вимагає знання методології системного аналізу. В редакторі бази правил було введено 18 правил нечіткого висновку на основі позиціонування матриці, що дало рейтинг спеціальності (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Графічний інтерфейс редактора правил із рейтингом спеціальності

Реалізація процесів управління портфелем «Категоризація» та «Оцінка» потребують формування комплексної оцінки рівня цінності проєкту дуальної освіти у відповідності до її математичної моделі (3.1)

Крок 4. Модель комплексної оцінки цінності проєкту дуальної освіти подано як багаторівневу ієрархію (рис. 3.2), а деталізацію компонентів цінності для стейкхолдерів - у табл. 3.1. (п.п. 3.2). На другому рівні ієрархії розташовано по 2 структурні складові першого рівня. Було експертно визначено систему відносин переваг індикаторів цінності проєкту та їх компонентів:

$$\begin{aligned}
 F_1 &\approx F_2 \approx F_3 \approx F_4 \\
 F_{11} &\approx F_{12} ; \\
 F_{21} &> F_{22} ; \\
 F_{31} &> F_{32} ; \\
 F_{41} &< F_{42} .
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

З застосуванням схеми ваг Фішберна для компонент за (3.5) та (3.6) отримано вагові коефіцієнти, наведені в табл. 4.2.

Для визначення рівня прояву компонент нижнього рівня ієрархії необхідно представити кожен складову у вигляді лінгвістичної змінної «Рівень компоненти» із терм-множиною значень $L = \{\text{Дуже низький рівень (VL), Низький рівень (L), Середній рівень (M), Високий рівень (H), Дуже високий рівень (VH)}\}$. Стандартний п'ятирівневий класифікатор - це система трапецоїдних функцій належності на 01-носії (рис. 3.2) з параметрами $a_1^k, a_2^k, a_3^k, a_4^k, k = \overline{1,5}$.

На третьому рівні ієрархії три вхідні змінні F_{311}, F_{312} та F_{313} формують компоненту F_{31} , що відображає ступінь відповідності проєкту ДО стратегії розвитку закладу освіти. Для цього застосовано експертну систему з нечітким виведенням в MATLAB, основу на результатах маркетингового дослідження очікувань стейкхолдерів НТУ «Дніпровська політехніка».[181].

Таблиця 4.2. 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	v_{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	v_{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	v_{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	v_{stud}	0,25	Показник працевлаштування у компанії, де здобувалася освіта за ДФЗО	F ₄₁	0,333
			Ступінь досягнення бажаної якості продукту проекту	F ₄₂	0,667

Для цього випадку оцінки вхідних змінних:

- F_{311} – відносні конкурентні переваги закладу освіти за певною спеціальністю – 8 балів;
- F_{312} - рівень привабливості ринку праці на фахівців певної галуззі – 8 балів;
- F_{313} - тенденція попиту на фахівців спеціальності «системний аналіз» - зростання.

Рівень відповідності проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти F_{31} , оцінений експертною системою, становить 7,95 (рис. 4.3), що є високою оцінкою (Н). Це чітка оцінка в інтервалі від 1 до 9. Результати виділення нечітких класів для цього інтервалу згідно з (3.8) і нормування за (3.9) для розпізнаного високого (Н) рівня прояву компоненти F_{31} наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Результати класифікації компоненти
«відповідність проекту ДО стратегії розвитку закладу освіти»

Рівень компоненти F_{31} (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
	a_1	a_2	a_3	a_4
V (1-9)	6,75	7,25	7,95	8,5
VH (0-1)	0,719	0,813	0,869	0,938

На другому рівні ієрархії експертні оцінки працевлаштування випускників за спеціальністю F_{11} для проекту дуальної освіти за спеціальністю «системний аналітик» відображаються як лінгвістична змінна «Рівень компоненти» і отримують значення з терм-множини $\{L\}$: "високий рівень" (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Результати класифікації компоненти
«показник працевлаштування випускників за спеціальністю»

Рівень компоненти F_{11} (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
	a_1	a_2	a_3	a_4
H (0-1)	0,55	0,65	0,75	0,85

Компонента F_{12} визначає ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону та країни. Для якісної оцінки цього рівня необхідно підготувати експертний висновок, спираючись на додаткову інформацію, що міститься в

гістограмах розподілу навантаження на одну вакансію (рис. 4.5-а). Її можна створити на основі аналітичних даних «Попит та пропозиція на зареєстрованому ринку праці Дніпропетровської області» за видами економічної діяльності. Ще одним з джерел для аналізу є сайт Dou.ua (<https://jobs.dou.ua/>), який збирає статистику про наявні вакансії у сфері ІТ, тренди мов програмування та технологій.

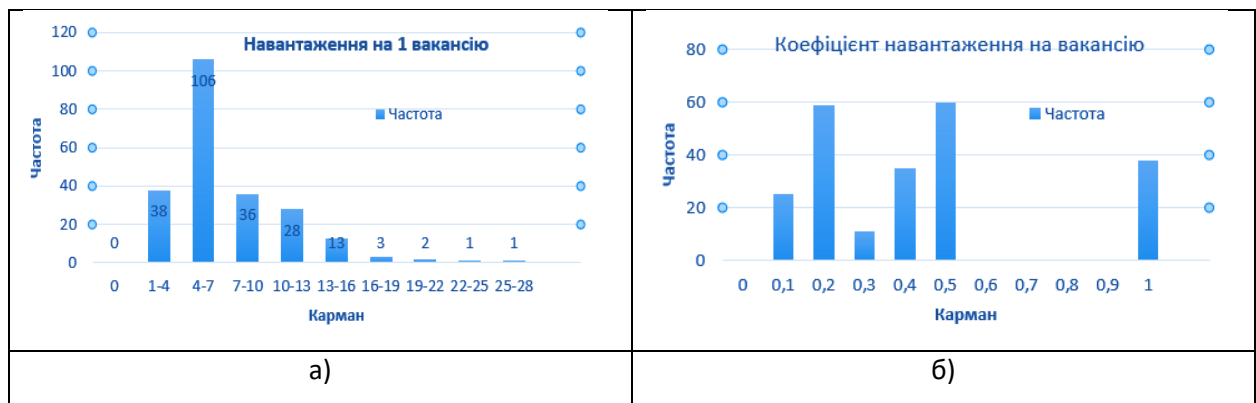


Рис. 4.5. Гістограми розподілу факторів:

а) навантаження на 1 вакансію; б) коефіцієнт навантаження на 1 вакансію

Чим нижче навантаження на одну вакансію, тим вища ймовірність працевлаштування. Згідно з діаграмою (рис. 4.5-а), висока ймовірність працевлаштування та відповідність розвитку пріоритетних галузей регіону (VN – very high) розташовані зліва. Несуперечливе агрегування даних у ієрархії можливе лише при зіставленні компонентів зі стандартним класифікатором на 01-носії, тобто рівні системи трапецоїдних функцій належності зростають зліва направо. Тому як показник використовуємо «коефіцієнт навантаження на 1 вакансію» (k_{low}), що відображає питому вагу можливості працевлаштування за певним видом економічної діяльності (рис. 4.4-б), отже, $F_{12} \equiv k_{low}$.

Гістограма (рис. 4.5-б), невиразна, зосереджена та притиснута до лівого краю інтервалу носія, а її максимум не відповідає середньому рівню параметра. За вибіркою середнє значення $\mu = 0.4$ та СКВ $\sigma = 0.3$. А отже за () з п'яти вузлових точок обираємо лише три: $\mu^1 = 0.1$, $\mu^3 = 0.4$, $\mu^5 = 1$. Інші дві визначаємо за

правилом зваженого середнього: $\mu^2 = 0.216$ та $\mu^4 = 0.5$. Таким чином, під час вибору точок μ^2 - низького (*L – low*) і μ^4 – високого (*H – high*) рівнів враховуємо профіль гістограми. Створюються функції належності класифікатора для визначених вузлових точок та інтервалів абсолютної впевненості: VL=[0, 0.13], L=[0.187, 0.262], M=[0.354, 0.425], H=[0.475, 0.625], VH=[0.875, 1] на носії 0-1 (рис. 4.5). Таким чином за цим кількісним носієм моделі здійснено лінгвістичне розпізнавання та побудовано відповідний класифікатор із п'яти рівнів (рис. 4.6).

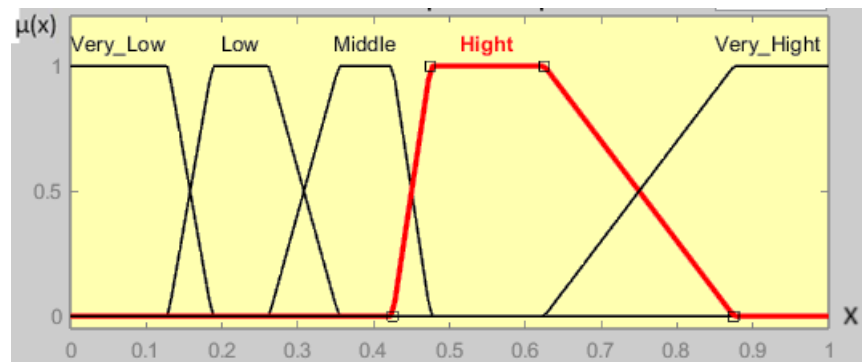


Рис. 4.6. Система функцій належності класифікатора компоненти F_{12} - «ступінь відповідності розвитку пріоритетних галузей регіону»

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

Відповідно до результатів аналітичного опрацювання третього року впровадження пілотної ініціативи «Щодо запровадження пілотно проєкту в закладах фахової передвищої та вищої освіти з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти» [26] побудовано гістограму розподілу фактору «кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО за спеціальностями» за 2021-2022 навчальний рік (рис. 4.7).

Можна зіставити гістограмі пенташкали, кожному словесному елементу якої відповідає нечітке число. для носія $X = [0, 10]$ визначаємо: $\mu = 4$, $\sigma = 2$.



Рис. 4.7. Гістограма розподілу фактору «Кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО за спеціальностями»

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 (νl), а значення «8» - дуже високим (νh). Звідси і з (9) відразу слідує, що: $t_1 = (4 - 0)/2 = (8 - 4)/2 = 2$;

2) значення «0» носія гістограми видається експертам дуже низьким (νl), а значення «8» - дуже високим (νh). Звідси і з (9) відразу слідує, що: $t_1 = (4 - 0)/2 = (8 - 4)/2 = 2$;

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

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

5) Будується пенташкала, що відповідає виділеним вузловим точкам та інтервалам абсолютної впевненості (5): $V_L=[0, 0.5], L=[1.5, 2.5], M=[3.5, 4.5], H=[5.5, 6.5], V_H=[7.5, 8.5]$ на носії 0-10

Кількість роботодавців, залучених до навчання здобувачів освіти за ДФЗО за спеціальністю «системний аналітик» - 4. Це чітка оцінка, що належить інтервалу в межах від 0 до 10. Результати виокремлення низки нечітких класів для цього інтервалу відповідно до (3.12) і нормування за (3.13) для

розпізнаного – середнього (М) - рівня прояву компоненти F₂₁ наведено в табл. 4.5. Виконано перехід від вихідного інтервалу носія до 01-інтервалу.

Таблиця 4.5. Результати класифікації компоненти
«показник працевлаштування випускників за спеціальністю»

Рівень компоненти F ₂₁ (шкала)	Відповідні вершини класифікації рівня			
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
М (0-8)	3,0	3,5	4,5	5,0
М (0-1)	0,375	0,438	0,563	0,625

Для оцінки якості підготовки фахівців зі спеціальності «Системний аналіз» та вимог роботодавців було проведено опитування з 1 по 25 травня 2024 року. Дослідження здійснено за допомогою анкети в Google. Респонденти: для дослідження не формувалась спеціальна вибірка; анкету було запропоновано роботодавцям, які працюють з випускниками освітньої програми спеціальності «Системний аналіз». На запитання «Чи забезпечує освітня програма достатні компетенції для ваших фахівців?» усі роботодавці відповіли ствердно (рис. 4.8-а). Відповіді на запитання «Як Ви оцінюєте рівень практичної підготовки за освітньою програмою Системний аналіз?» вказують на те, що більшість роботодавців високо оцінили якість практичної підготовки. «5» – 62,5 %; «4» – 25,0 %; «3» – 12,5 %; «2», «1» – 0,0 % (рис. 4.8-б).

Отже експертні оцінки якісного показника F₂₂ – 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) та внесені в таблицю 4.6.

Компонента F₃₂ оцінює якісний стан компетенцій продукту проекту ДО на основі відповідей респондентів щодо практичної підготовки у освітній програмі Системний аналіз. Цей показник відображений значенням терм-множини {L} = Високий рівень (H) і внесений у таблицю 4.6.

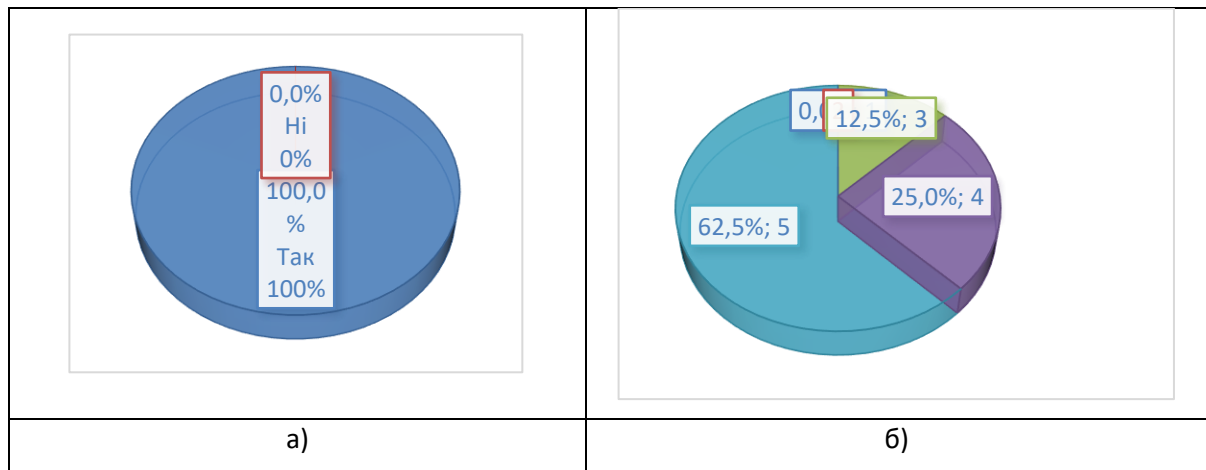


Рис. 4.8. Розподіл відповідей роботодавців на запитання:

- а) «Чи забезпечує ОП достатні компетенції для ваших фахівців?», %;
 б) «Як Ви оцінюєте рівень практичної підготовки за ОП Системний аналіз?», %.

F₄₁ характеризує показник працевлаштування в компаніях, де реалізуються елементи дуальної освіти. Експерти оцінили відповідь на запитання анкети «Чи працюють (працювали) у вашій організації фахівці, підготовлені за програмою «Системний аналіз»?» як Високий рівень (Н), оскільки 87,5% роботодавців відповіли «так», а 12,5% – «ні» (рис. 1). Значення також внесені у таблицю 4.6.

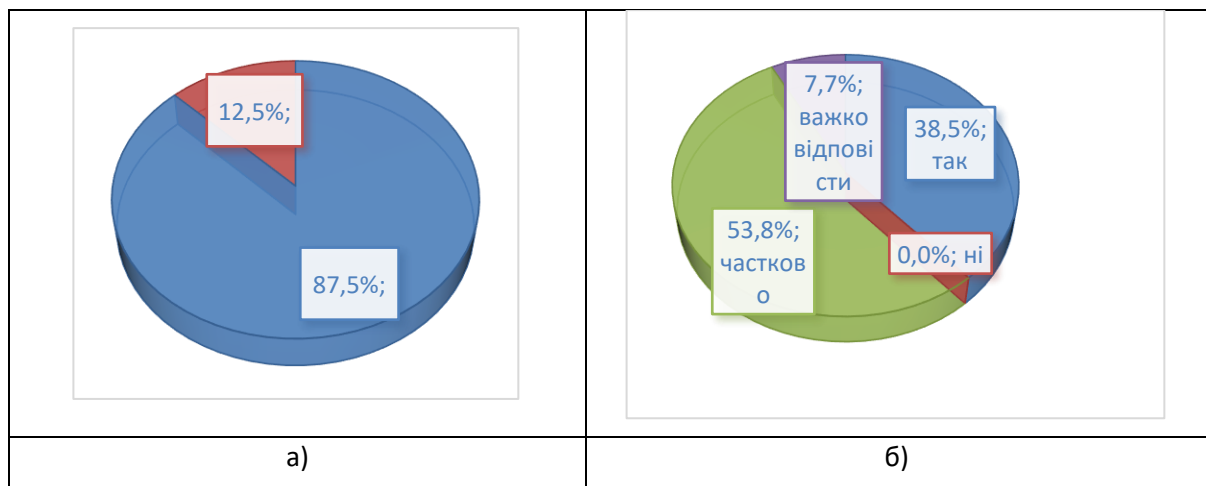


Рис. 4.9 - Розподіл відповідей:

- а) роботодавців на запитання: «Чи працюють у вашій організації фахівці, підготовлені за програмою «Системний аналіз»?», %;
 б) випускників ОП «Системний аналіз» на запитання анкети «Чи відповідає освітня програма вимогам вашої організації?», %.

Компонента F_{42} оцінює досягнення бажаного рівня якості продукту проєкту, отримавши оцінку «середній рівень» (М) в терм-множині $\{L\}$, що представлено в таблиці 4.6. Це ґрунтується на аналізі відповідей випускників на запитання: «Чи відповідає освітня програма вимогам, які висувуються до фахівців у Вашій організації?». 38,5% респондентів відповіли «Так», 53,8% - «частково», 7,7% - «Важко відповісти». Жоден респондент не вибрав варіант «Ні» (рис. 4.9-б).

Таблиця 4.6. Результати класифікації компонент:

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}	M (0-1)	0.35	0.45	0.55	0.65

В таблиці: F_{22} - «ступінь забезпечення майбутньої потреби роботодавців у затребуваних ними компетентностях працівників», F_{32} - «якісний стан компетенцій продукту проєкту ДО», F_{41} - «показник працевлаштування у компанії, де здобувалася освіта з елементами ДФЗО», F_{42} - «ступінь досягнення бажаної якості продукту проєкту»

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 проєкту ДО стратегії розвитку закладу освіти, котра є на другому рівні ієрархії, то отримали систему лише з двома рівнями.

Комплексне оцінювання рівнів прояву індикаторів цінності проєкту v_{gov} , v_{bus} , v_{univ} , v_{stud} - інтегральних оцінок цінності проєкту для держави, бізнес-структур і роботодавців регіону, закладів освіти, та здобувачів відповідно здійснюється наступним чином.

На другому рівні ієрархії містяться по 2 структурні складові першого рівня. Враховуючи визначену систему відношення переваг індикаторів цінності проєкту та їх компонент (4.1) та значення таблиці і пройшовши послідовно знизу доверху за рівнями ієрархії від 3 – го до першого та застосовуючи співвідношення (3.13-3.14) отримано функції належності рівня оцінок v_{gov} , v_{bus} , v_{univ} , v_{stud} а також лінгвістичну інтерпретацію рівнів прояву цих компонент в цінності проєкту дуальної освіти в цілому. Мірою розпізнавання рівня прийнято різновид норми Хеммінга (3.15). Оцінки зведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7. 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	$V_{project}$	високий (Н)	0,937	0,506	0,587	0,733	0,82
цінність проєкту для держави	v_{gov}	високий (Н)	0,863	0,488	0,563	0,688	0,862
цінність проєкту для роботодавців регіону	v_{bus}	високий (Н)	0,9	0,5	0,675	0,71	0,75
цінність проєкту для закладу освіти	v_{univ}	дуже високий (VН)	0,846	0,621	0,696	0,917	0,950
цінність проєкту для здобувачів освіти	v_{stud}	Середній (М)	0,933	0,417	0,517	0,617	0,717

Комплексну оцінку рівня цінності проєкту загалом отримаємо здійснивши згортку нечітких оцінок індикаторів за (3.16). В результаті отримано функцію належності рівня цінності проєкту $V_{project}$ та лінгвістичну інтерпретацію цього показника зі ступенем близькості із еталонною функцією розподілу (шкала L),

визначеною за нормою Хеммінга (3.15). Конкретно розрахований рівень цінності проекту дуальної освіти і його лінгвістична оцінка зведено в табл. 4.7.

Відтак, при тому що цінність проекту для здобувачів освіти розпізнана як середня, цінність проекту дуальної освіти ОП 124 - Системний аналіз загалом із врахуванням цінностей інших стейкхолдерів, які пов'язані із сферами їх очікувань стосовно результатів проекту, розпізнана як висока.

Крок 5. Вирішення задачі створення оптимального портфеля на основі нечітких оцінок рівнів цінності проектних альтернатив вимагає методів порівняння нечітких чисел. Дефазифікацію трапецоїдних нечітких чисел здійснюємо за допомогою модифікованого метода Чью -Парка (3.19). Обираючи ваговий коефіцієнт w , приміром $w=1$, було знайдено усереднені цінності проектів. Так, для ОП 124 - Системний аналіз :

$$\bar{v}_{project} = \bar{v}_{project}^{Chu Park} = 1,322$$

Крок 6. При цьому прийняття рішення потрібно здійснювати із урахуванням концепції прийнятного ризику, спираючись на величини, які характеризують його рівень в межах від мінімального до максимального припустимого з економічних позицій. Для кожного конкретного проекту

Ступінь близькості рівня $V_{project}$ із еталонною функцією розподілу, визначеною за нормою Хеммінга (3.11), є оціночним для ризиків недосягнення цінностей : $r_{project}^{value} = 1 - \theta$.

Для проекту ОП 124 - Системний аналіз $r_{project}^{value} = 0,063$.

Згортку нечітких оцінок індикаторів цінності проектів виконано в Microsoft Excel через його високий рівень сумісності, функціональність у моделюванні та програмуванні, а також легку інтеграцію з більшістю редакторів і баз даних.

Це спростило подальшу розробку програмного забезпечення «Інформаційна система супроводу управлінських рішень щодо портфеля проектів розвитку дуальної освіти». Нечітку модель розроблено в інтегрованій науково-технічній обчислювальній системі MATLAB, яка пропонує простий спосіб прототипування, розробки та виконання складних розрахунків.

Здійснивши дефазифікацію (3.19) нечітких оцінок рівнів цінності проєктів (3.16), отримано їх чіткі оцінки $V_{project}(x^j)$, а згідно із (3.17) оцінки ризиків $R_{project}(x^j)$ в умовах НТУ «Дніпровська політехніка» для 41 проєктної пропозиції.

Етап 3. Розроблення інтегрованої інформаційної системи супроводу прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

Крок 7. Для створення інтерактивних візуалізацій та розширеного аналізу даних за критеріями «цінність-ризик» використано потужний інструмент Microsoft Power BI Desktop. За допомогою Power Query для Power BI здійснено підключення до Excel Workbook, на основі яких створюються таблиці реляційної бази даних. Після очищення даних побудовано модель даних зі зв'язками (рис. 4.10)

База даних для системи підтримки прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти складається з основних таблиць, які відображають сутності, пов'язані з проєктами ДО, кафедрами університету, регіональними роботодавцями та лабораторіями, залученими до реалізації ДФЗО.

Таблиця фактів projects містить інформацію про події, пов'язані з проєктами дуальної освіти, включаючи спеціальність, роботодавця-партнера, обладнання та терміни реалізації. Інші таблиці вимірювань є довідниками з описовими атрибутами, що характеризують об'єкти. Зв'язки projects з таблицями pr_coordinator (університетські координатори), business (координатори від роботодавців) та equipment (лабораторії) дозволяють відстежувати співпрацю партнерів та використання університетського обладнання.

Таблиця departments містить інформацію про кафедри, залучені до проєктів дуальної освіти, а таблиця business_enterprise є довідником підприємств-партнерів університету в ДФЗО.



Рис. 4.10. Модель бази даних зі зв'язками у середовищі MS Power BI Desktop

Таблиця val реєструє рівні цінності та ризики конкретних проєктних пропозицій до портфеля розвитку ДО.

Таблиця titles містить інформацію про галузі знань, відповідні певним проєктам дуальної освіти, і допомагає визначити структуру портфеля.

Таблиця equipment_department зберігає дані про прикріплення лабораторій до підрозділів університету та терміни їх використання на різних проєктах.

Серед довідників таблиця дат Calendar створюється вже додатково в Power BI Desktop для синхронізації часу усіх таблиць.

Створено інтерактивний звіт портфеля з усіма проєктами-кандидатами, що містить перемикачі візуальних елементів, меню та синхронізовані фільтри (рис. 4.11).

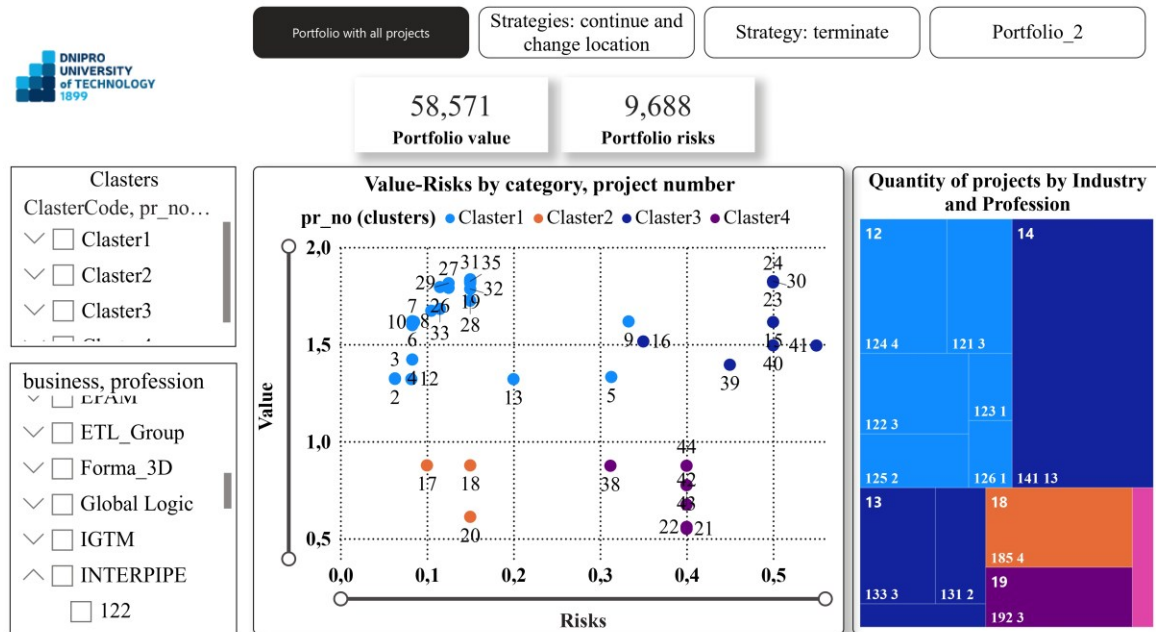


Рис 4.11. Інтерактивний звіт портфеля з усіма проєктами-кандидатами у середовищі Microsoft Power BI Desktop

В категорійному просторі Value-Risks розміщені актуальні номери проєктних пропозицій дуальної освіти. Карточки підсумовують два критерії: цінність портфеля (Portfolio value) та ризики портфеля (Portfolio risks). Якщо всі проєктні пропозиції включити до портфеля, то його цінність (3.1) та ризики (3.6) відповідатимуть показникам на карточках. Деревоподібна діаграма демонструє структуру портфеля за галузями та спеціальностями. Остаточний вибір множини ефективних розв'язків за Парето здійснює особа, що приймає рішення, на основі аналізу матриці позиціонування Value-Risks, який демонструє ціну підвищення ефективності (п.п. 2.4).

За результатами кластерного аналізу формуються правила розпізнавання стратегій щодо відбору нових проєктів та визначення переваг однієї з чотирьох можливих альтернатив подальшого розвитку актуальних проєктів портфеля ДО (продовжити, припинити, змінити роботодавця в холдингу або місце здобуття практичних навичок на спеціалізовану лабораторію, створену з роботодавцем у закладі освіти).

У Microsoft Power BI використовується DAX – мова аналітики даних. Формули DAX у Power BI визначають різні обчислення для даних, а запити DAX дозволяють швидко переглядати семантичну модель і отримувати аналітичні висновки.

Правила розпізнавання стратегій реалізовано формулою DAX:

```
Strategy = VAR ClusterCode = 'value'[pr_no (кластери)]RETURN
    IF(ClusterCode="Cluster4","Terminate",
    IF(ClusterCode=" Cluster1","Continue",
    IF(ClusterCode=" Cluster2","SearchEmployer",
    "ChangeLocation"))))
```

Застосування формули призводить до формування нового стовпця в базі даних (рис. 4.12).

pr_no	from_date	to_date	value	risks	pr_no (кластери)	Strategy
36	01.09.2024	31.08.2025	1,835	0,150	Кластер2	Continue
31	01.09.2024	31.08.2025	1,825	0,150	Кластер2	Continue
30	01.09.2024	17.02.2025	1,825	0,500	Кластер4	ChangeLocation
35	01.09.2024	31.08.2025	1,825	0,150	Кластер2	Continue
23	01.09.2024	30.06.2025	1,825	0,500	Кластер4	ChangeLocation
24	01.09.2024	31.08.2025	1,819	0,500	Кластер4	ChangeLocation
29	01.09.2024	30.06.2025	1,815	0,125	Кластер2	Continue
19	01.09.2024	31.08.2025	1,815	0,150	Кластер2	Continue

Рис. 4.12. Фрагмент таблиці БД із розпізнаними стратегіями управління проєктами-кандидатами у портфелі розвитку дуальної освіти

До кластеру *Cluster1* (рис. 4.11, рис. 4.13) потрапили як нові проєкти-претенденти так і ті, котрі вже реалізуються. Тому стратегія Continue для нових

інтерпретується як «Включити» (табл. 4.8). Цінності і ризики проєктів перераховуються на кожен новий навчальний рік.

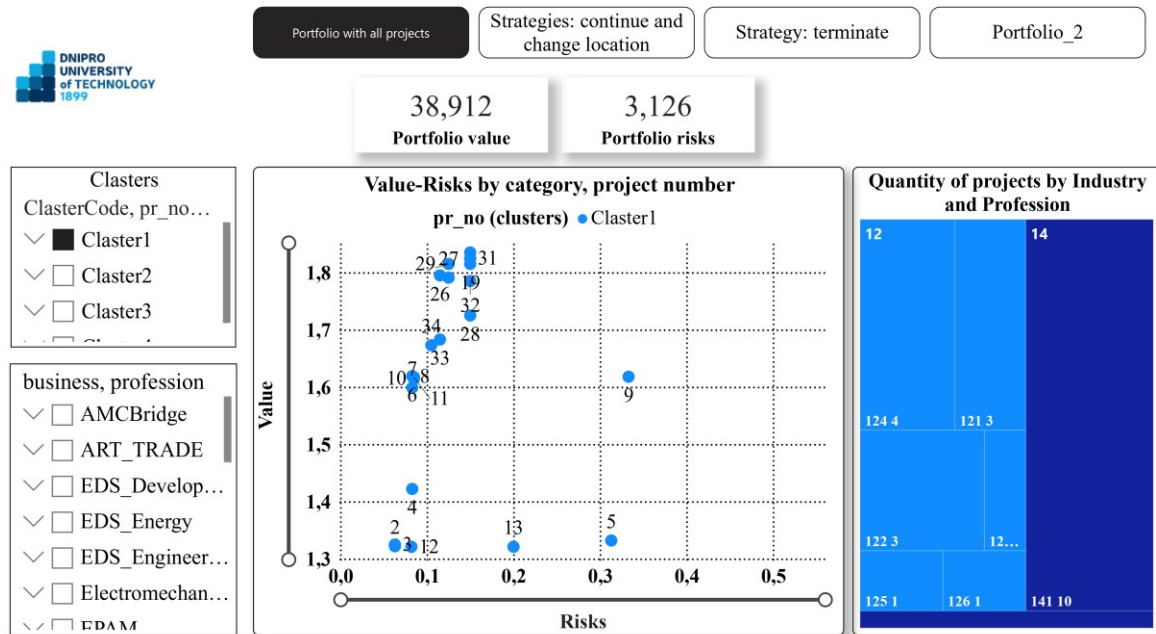


Рис.4.13. Виявлення недомінованого портфеля $Portfolio Z^1$

Для порівняльного аналізу кластеризації проєктів у Power BI розроблено Python-алгоритм на основі багатокритеріальної математичної моделі та методу групування проєктів, після чого проведено числовий експеримент. Для розв'язування задачі багатоцільової оптимізації (3.4), (3.7), тобто Multi-Objective Zero-One LP (MOZOLP) застосовуємо метод головного критерію. Цим критерієм обрано цінність портфеля (3.4), а (3.38) – (3.41) використовуються як додаткові обмеження. А отже, застосуємо евристичний алгоритм виділення і порівняння ознак ситуацій для проєктно-орієнтованого відбору щодо набору недомінованих портфелів (Рис. 3.10). Здійснюємо підключення до того ж самого Excel Workbook із 41 проєктною пропозицією зі своїми оцінками $V_{project}(x^j)$ та $R_{project}(x^j)$ та проводимо числовий експеримент. Маємо результат розподілу проєктів по портфелям Z^1, \dots, Z^4 .

Таблиця 4.8. Порівняння стратегій відбору проєктів портфеля ДО, рекомендованих Power BI, з розв'язанням задачі MOZOLP засобами Python.

Pr_No.	Profession	Business	Value	Risks	Стратегія VS розподіл проєктів по портфелям	
					Power BI	MOZOLP: Z^1, \dots, Z^4
2	124	Soft_Serve	1,322	0,063	Включити	Z^1
3	124	SIGMA Software	1,325	0,063	Продовжити	Z^1
4	124	Privatbank	1,422	0,083	Включити	Z^1
5	124	INTERPIPE	1,332	0,313	Продовжити	Z^3
6	121	Soft_Serve	1,619	0,083	Включити	Z^1
7	121	EPAM	1,599	0,083	Продовжити	Z^1
8	121	RubyGarage	1,619	0,083	Продовжити	Z^1
9	122	INTERPIPE	1,618	0,333	Продовжити	Z^3
10	122	Yalantis	1,615	0,085	Продовжити	Z^1
11	122	AMCBridge	1,617	0,085	Продовжити	Z^1
12	123	Soft_Serve	1,321	0,082	Включити	Z^1
13	126	Noosphere	1,321	0,2	Продовжити	Z^1
14	125	Global Logic	1,615	0,085	Продовжити	Z^1
15	125	Pivdenne	1,615	0,5	Змінити локацію	Z^3
16	172	DTEK	1,515	0,35	Змінити локацію	Z^3
17	131	VariUs	0,877	0,1	Пошук партнерів	Z^2
18	131	SIEMENS	0,877	0,15	Пошук партнерів	Z^2
19	132	Prosthesis_factory	1,815	0,15	Продовжити	Z^1
20	133	Forma_3D	0,612	0,15	Пошук партнерів	Z^2
21	133	IGTM	0,55	0,4	Призупинити	Z^4
22	133	Dniprovazhmash	0,56	0,4	Призупинити	Z^4
23	141	DTEK	1,825	0,5	Змінити локацію	Z^3
24	141	TZEK	1,819	0,5	Змінити локацію	Z^3
26	141	EDS_Engineering	1,795	0,115	Продовжити	Z^1
27	141	EDS_Energy	1,791	0,125	Продовжити	Z^1
28	141	EDS_Development	1,725	0,15	Продовжити	Z^1
29	141	Volta (Dnipro)	1,815	0,125	Продовжити	Z^1
30	141	INTERPIPE	1,825	0,5	Змінити локацію	Z^3
31	141	Machentech	1,825	0,15	Продовжити	Z^1
32	141	ART_TRADE	1,785	0,15	Продовжити	Z^1
33	141	Electromechanical_diagnostics	1,683	0,115	Продовжити	Z^1
34	141	RETAL_Dnipro	1,673	0,105	Продовжити	Z^1
35	141	ETL_Group	1,825	0,15	Продовжити	Z^1
36	141	Metro_dp	1,835	0,15	Продовжити	Z^1
38	185	Dniprogaz	0,875	0,312	Призупинити	Z^4
39	185	Dnipropetrovskgaz	1,395	0,45	Змінити локацію	Z^3
40	185	Control-Service_	1,495	0,5	Змінити локацію	Z^3
41	185	Technical_delivery	1,494	0,55	Змінити локацію	Z^3
42	192	Sozidatel	0,675	0,4	Призупинити	Z^4
43	192	Aska-Development	0,775	0,4	Призупинити	Z^4
44	192	Modific	0,875	0,4	Призупинити	Z^4

<p>Optimize_portfolio Z1 (22 projects)</p> <pre> +-----+-----+-----+ | Pr_No | Value | Risks | +-----+-----+-----+ | 2 | 1.322 | 0.063 | | 3 | 1.325 | 0.063 | | 4 | 1.422 | 0.083 | | 6 | 1.619 | 0.083 | | 7 | 1.599 | 0.083 | | 8 | 1.619 | 0.083 | | 10 | 1.615 | 0.085 | | 11 | 1.617 | 0.085 | | 12 | 1.321 | 0.082 | | 13 | 1.321 | 0.2 | | 14 | 1.615 | 0.085 | | 19 | 1.815 | 0.15 | | 26 | 1.795 | 0.115 | | 27 | 1.791 | 0.125 | | 28 | 1.725 | 0.15 | | 29 | 1.815 | 0.125 | | 31 | 1.825 | 0.15 | | 32 | 1.785 | 0.15 | | 33 | 1.683 | 0.115 | | 34 | 1.673 | 0.105 | | 35 | 1.825 | 0.15 | | 36 | 1.835 | 0.15 | +-----+-----+-----+ Selected 22 projects Portfolio value: 35.96 Portfolio risks: 2.48 </pre>	<p>Optimize_portfolio Z3 (10 projects)</p> <pre> +-----+-----+-----+ | Pr_No | Value | Risks | +-----+-----+-----+ | 5 | 1.332 | 0.313 | | 9 | 1.618 | 0.333 | | 15 | 1.615 | 0.5 | | 16 | 1.515 | 0.35 | | 23 | 1.825 | 0.5 | | 24 | 1.819 | 0.5 | | 30 | 1.825 | 0.5 | | 39 | 1.395 | 0.45 | | 40 | 1.495 | 0.5 | | 41 | 1.494 | 0.55 | +-----+-----+-----+ Selected 10 projects Portfolio value: 15.93 Portfolio risks: 4.50 </pre>
<p>Optimize_portfolio Z2 (3 projects)</p> <pre> +-----+-----+-----+ | pr_no | Value | Risks | +-----+-----+-----+ | 17 | 0.877 | 0.1 | | 18 | 0.877 | 0.15 | | 20 | 0.612 | 0.15 | +-----+-----+-----+ Selected 3 projects Portfolio value: 2.37 Portfolio risks: 0.40 </pre>	<p>Optimize_portfolio Z4 (6 projects)</p> <pre> +-----+-----+-----+ | pr_no | Value | Risks | +-----+-----+-----+ | 21 | 0.55 | 0.4 | | 22 | 0.56 | 0.4 | | 38 | 0.875 | 0.312 | | 42 | 0.675 | 0.4 | | 43 | 0.775 | 0.4 | | 44 | 0.875 | 0.4 | +-----+-----+-----+ Selected 6 projects Portfolio value: 4.31 Portfolio risks: 2.31 </pre>

Рис. 4.13. Результати числового експерименту розв'язання задачі

MOZOLP засобами Python

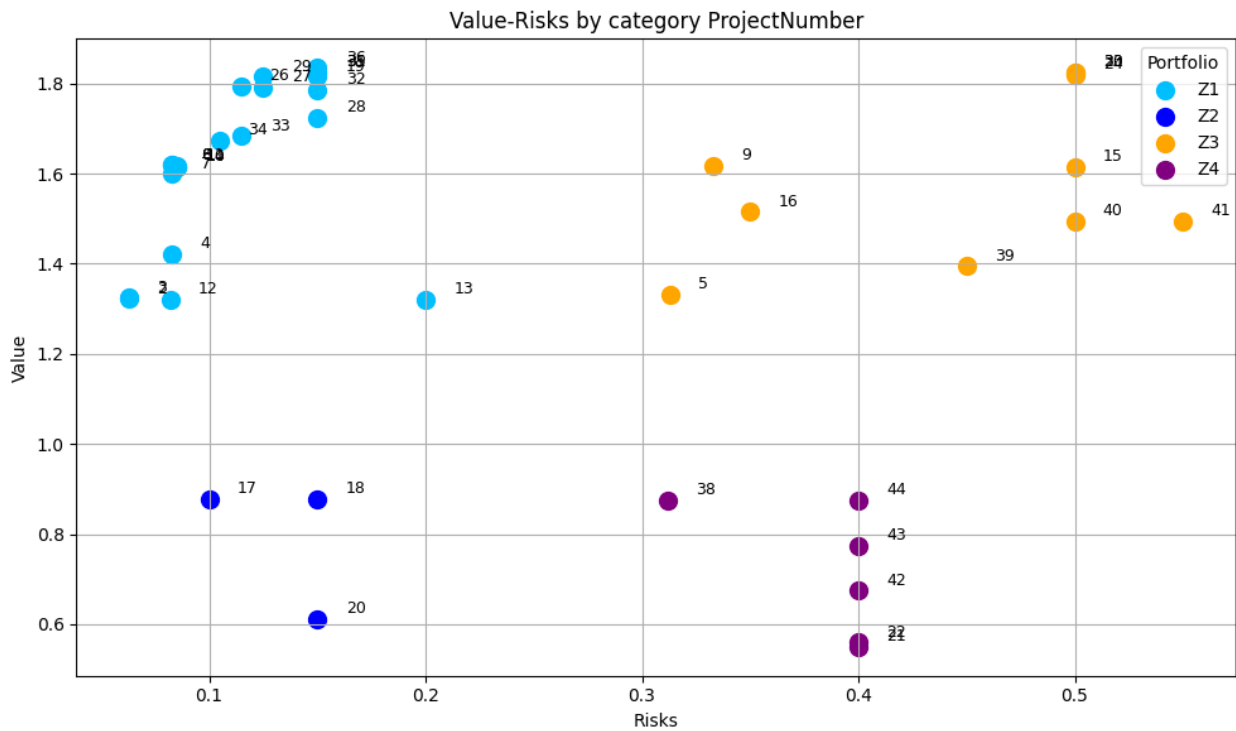


Рис. 4.14. Розподіл проєктів по портфелям, до яких рекомендовано застосовувати різні стратегії (задача MOZOLP засобами Python)

Зведені результати до табл. 4.8 та порівняння із стратегіями відбору проєктів до портфеля, рекомендованих засобами Power BI, вказують на відмінність стосовно двох проєктів pr_no 5 and pr_no 9. Напевно, розбиття на кластери засобами Power BI реалізується одним із традиційних стратегій кластеризації, включаючи К-середні, нечіткі С-середні та ймовірнісні К-середні, залежні від випадкових початкових центрів кластеризації. Однак, рис. 4.15 ілюструє важливі аналітичні відомості щодо обрання раціональних стратегій подальшого розвитку проєктів із конкретним роботодавцем-партнерами з дуальної освіти. Тут відображено механізм порівняльного аналізу індикаторів цінностей та ризиків проєктів при виборі раціональних стратегій розвитку. Корисні дані, основані на попередньому досвіді партнерства із підприємством ТОВ INTERPIPE, забезпечують групу прийняття рішень додатковою інформацією щодо корегування стратегій проєктів. Так, рис. 4.15 ілюструє, що проєкти дуальної освіти різних освітніх програм потрапили до Cluster1 та Cluster3.

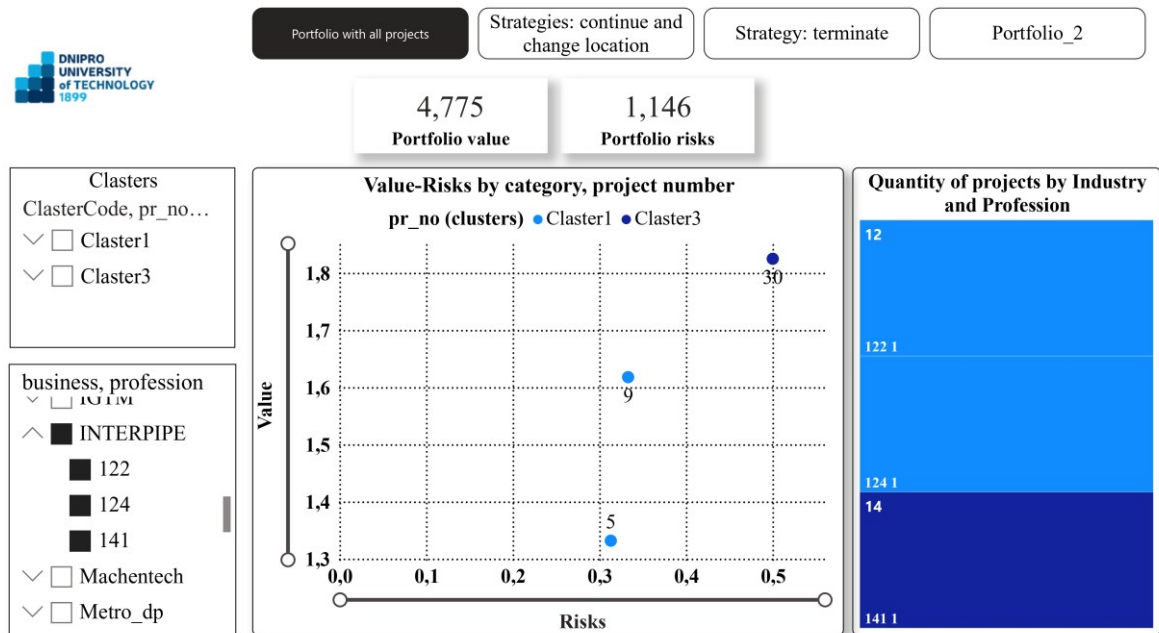


Рис. 4.15. Механізм порівняльного аналізу індикаторів цінностей та ризиків проєктів при виборі раціональних стратегій розвитку

Оскільки у закладі освіти за підтримки ТОВ INTERPIPE створено спеціалізовану лабораторію, то альтернативою подальшого розвитку всіх цих проєктів може бути стратегія «змінити місце здобуття практичних навичок на спеціалізовану лабораторію», як для проєктів із високим ступенем ризику, що зумовлено умовами військового стану в країні.

У Power BI Desktop завдяки управлінню зв'язками, створеними під час моделювання бази даних, забезпечується крос-фільтрація. Це означає, що фільтри між усіма візуальними елементами інтерактивного звіту синхронізовані: фокусування на одному елементі фільтрує дані на всіх інших, що дозволяє отримати важливі аналітичні відомості для прийняття обґрунтованих рішень (рис. 4.15).

Крок 8. Публікація звіту на порталі Power BI

Цей звіт публікується на порталі, створюється дашборд і налаштовується приладова панель для мобільного додатку. Надаються права доступу для спільної роботи з дашбордом на порталі Power BI, а також налаштовується

автоматичне оновлення даних. Таким чином, експертна група координаційного центру дуальної освіти університету отримує інструмент для співпраці у вигляді інтерактивного звіту на порталі Power BI, що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо портфелів проєктів розвитку дуальної освіти.

Етап 4. Формування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти спільно з координаційним центром університету.

Крок 9. Аналіз портфелів-кандидатів на основі сценаріїв здійснюється інтерактивною взаємодією з дашбордом. Портфелі-кандидати представлені кластерами проєктів. Ці кластери можуть розглядатись як окремі кандидати або ж об'єднуватися в більші портфелі. Налаштована крос-фільтрація дозволяє отримати важливі аналітичні відомості щодо наслідків успіху та скасування проєктів із конкретними роботодавцями-партнерами з дуальної освіти. Після певної кількості раундів аналізу формується остаточний портфель, що демонструє вибрані проєкти для максимізації цінності при дотриманні обмежень. Проте між плануванням і реалізацією можуть виникнути зміни. У таких випадках корисно мати додаткову інформацію про портфель та проєкти. Інформація про стабільність проєктів щодо змін критеріїв, а також про неоднозначні чи «прикордонні» проєкти, допомагають групі осіб, що ухвалюють рішення під час постоптимізації. Це дозволяє визначити, які проєкти можна виключити зі складу портфеля у разі скорочення бюджету, без необхідності повторного запуску моделі.

Важливо, що рекомендації щодо конкретних дій та цілі портфелі дій можуть бути створені навіть без інформації про ймовірність сценарію. У такому випадку набір недомінованих портфелів складається з оптимальних за Парето портфелів, тобто таких, які не поступаються жодній іншій альтернативі в кожному сценарії.

Розроблена модель портфеля допомагає розробити стратегію, яка є не лише надійною, оскільки добре працює з усією доступною інформацією про ймовірність, але й проактивною, оскільки вона може допомогти направити майбутнє в бажаному напрямку, спираючись на сценарії.

Проте, якщо інформацію про ймовірності сценарію отримано під час стратегічного процесу, оновлений набір недовінованих портфелів може обчислюватися миттєво, виконуючи парні перевірки домінування серед недовінованих портфелів в початковому наборі. Це дозволяє надавати інтерактивну підтримку прийняття рішень, наприклад, на семінарах.

4.4. Розв'язування задачі розподілу вибіркового дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти

Після обрання стратегічного портфеля розвитку ДО з метою управління інтеграційними процесами в портфелі розв'язується задача розподілу робіт, а саме, викладання вибіркового дисциплін між закладом освіти та роботодавцями, які залучені до освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти.

Експериментальною базою дослідження обрано кафедру системного аналізу та управління НТУ «Дніпровська політехніка», яка здійснює підготовку здобувачів за ОПП 124 – «Системний аналіз» за другим рівнем здобуття вищої освіти (бакалаврським). У бізнес-партнерів кафедри з елементами дуальної освіти є запити для формування компетентностей здобувачів спроможних виконувати функціональні обов'язки на наступних посадах відповідних проєктів:

- *Project 1* - системний аналітик відділу розробки програмного забезпечення;
- *Project 2* - бізнес-аналітик;
- *Project 3* - спеціаліст із партнерства головного управління (platform partnerships manager);
- *Project 4* - інженер зі штучного інтелекту.

Із роботодавцями на кожен із проєктів узгоджено від 8 до 11 компетентностей із ОПП 124 – «Системний аналіз». Також виявлено індивідуальні особливості здобувачів на проєктах:

- $startlevel_{nk}$ – початковий рівень k -тої компетентності на n -му проєкті;
 - $finlevel_{nk}$ – підсумковий рівень k -тої компетентності на n -му проєкті;
- якщо $a_{nk} = 0$, то $startlevel_{nk} = finlevel_{nk}$;
- a_{nk} – індикатор, який відображає відповідність компетентності проєкту, а саме: $a_{nk} = 1$, якщо k – та компетентність вимагається роботодавцем за n – им проєктом, $k = \overline{1, K}$; $n = \overline{1, N}$.

Формуються таблиці із проявленими особливостями (табл.1) , де $title_k$ – зміст k -тої компетентності. Тут для прикладу обрано: $0 \leq startlevel_{nk} \leq 5$ та $ExpectedLevel_{nk} = 5$.

Таблиця 4.9. Проявлені індивідуальні особливості здобувачів на проєктах

$title_k$	$K12$	$K13$	$K17$	$K24$	$K30$
$Project n$	1	...	k	...	K
a_{nk}	1	...	0	...	1
$startlevel_{nk}$	0.1	...	0.3	...	5
$finlevel_{nk}$	5		0		5
$ExpectedLevel_{nk}$	5	...	0	...	5

Формується перелік усіх можливих або нових (якщо потрібно підготувати) вибірових дисциплін, що викладаються s -тим учасником ($s = 1$ – університетом, $s = 2$ – роботодавцем) на 2-му, 3-му і 4-му році здобуття освіти відповідно. Із застосуванням експертних методів системного аналізу визначаються та вносяться до відповідних таблиць. Наприклад, для $Project 1$ і вибірових дисциплін, що викладаються університетом (табл. 4.10).

Задачу лінійного програмування (3.48) із обмеженнями (3.43 – 3.47) можна розв’язати із застосуванням надбудови «Пошук рішення» MS Excel та симплекс метод. В результаті розв’язування оптимізаційної задачі отримано розподіл викладання вибірових дисциплін між закладом освіти та роботодавцями. Так розподіл дисциплін, що забезпечує формування необхідних компетентностей здобувачів дуальної освіти на $Project 1$ на другому курсі представлено на рисунку 4.16.

Таблиця 4.10. Внесок m -ої дисципліни в розвиток k -тої компетенції на 2-му році здобуття освіти, що викладаються s -тим учасником на Project 1.

НТУ $s = 1$	Дисципліна	$K12$	$K13$	$K17$	$K24$	$K30$	$q_m^{s,t}$	$c_m^{s,t}$
		l	...	k	...	K		
Project 1, 2-ий рік здобуття	l	$b_{11}^{1,2}$	...	$b_{1k}^{1,2}$	...	$b_{1K}^{1,2}$	$q_1^{1,2}$	$c_1^{1,2}$

	m	$b_{m1}^{1,2}$	...	$b_{mk}^{1,2}$	...	$b_{mK}^{1,2}$	$q_m^{1,2}$	$c_m^{1,2}$

	$M^{1,2}$	$b_{M^{1,2}1}^{1,2}$	...	$b_{M^{1,2}k}^{1,2}$	...	$b_{M^{1,2}K}^{1,2}$	$q_{M^{1,2}}^{1,2}$	$c_{M^{1,2}}^{1,2}$

Тут: $b_{mk}^{s,t}$ – так званий внесок m -ої дисципліни в розвиток k -тої компетенції на t -му році; $q_m^{s,t}$ – трудомісткість відповідної дисципліни (ресурси); $c_m^{s,t}$ – витрати на підготовку дисципліни.

НТУ ДП	Дисципліна	K12	K13	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	різне	трудс	витрат	choice1	choice2	choice3	choice4
2nd year of study	Осн.аналітики в Python	0	0,2	0,1	0,7	0,1	0,8	0,5	0,1	0,8	0,5	0,7	0,15	2000	1	1	1	1
min=2	Нечітка математика	0	0,7	0,6	0,7	0,9	0,5	0,5	0	0,3	0,1	0,7	0,2	3500	1	0	1	0
max=4	Обробка і АД з викор	0,2	0,7	0	0,2	0,3	0,3	0,7	0,8	0,3	0,3	0,7	0,6	7000	0	0	0	0
	Інформаційні UML та	0,6	0,7	0,6	0	0,5	0,6	0	0,8	0,8	0,4	0	0,75	9100	0	0	0	0
	Створення та візуалізація	0	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0	0,6	0,5	0,75	50000	0	0	0	0
	WEB-технології та WEB-дизайн	0,4	0,3	0,4	0	0,5	0,5	0,1	0,6	0,3	0,8	0,1	0,12	20000	1	1	0	0
	Основи геоінформаційних систем	0	0,5	0,7	0	0,3	0,7	0,1	0,3	0	0,7	0	0,6	6000	0	0	0	0
	Нереляційні бази даних	0	0,6	0,1	0,8	0,3	0,2	0,1	0,3	0,7	0,4	0,8	0,8	8000	0	0	0	0

Бізнес	Дисципліна	K12	K13	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K14,2	трудс	витрат	choice
2 project 1	Інформаційні UML та	0	0,2	0,1	0,7	0,1	0,8	0,5	0	0,8	0,5	0,7	0,15	2000	1
	Програмування на Java	0	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0	0,3	0,1	0,7	0,2	3500	0
	Тестування програм	0,2	0,7	0	0,2	0,3	0,3	0,7	0,8	0,3	0,3	0,2	0,6	7000	0
	Технології комп'ютерних мереж	0,6	0,7	0,6	0	0,5	0,6	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0,75	9500	0
	Адміністрування баз даних	0	0,6	0,1	0,8	0,3	0,2	0,1	0,3	0,7	0,4	0,8	0,8	8000	0

Рис. 4.16. Фрагменти таблиць із результатами розв'язування задачі розподілу вибіркового дисциплін між закладом освіти та роботодавцем за Project 1 на другому курсі

Отримано наступний розв'язок (рис. 1): $choice_{m1}^{1,2} = 1$ для дисциплін $m = 1, 2, 6$ серед вибіркового, що запропоновані університетом; та $choice_{m1}^{2,2} = 1$ для

дисципліни $m = 1$, що запропонована підприємством-партнером з дуальної освіти. Конкретно обрані наступні дисципліни:

1. Основи аналітики в Python;
2. Нечітка математика;
3. WEB-технології та WEB-дизайн;
4. Інформаційні UML та GitHub технології.

Обмеження (3.44) на кількість вибірових дисциплін, які можна включити до індивідуальної програми здобуття виконується : $2 \leq 4 \leq 4$.

Аналогічні розв'язки отримано для всіх чотирьох проєктів здобуття освіти за дуальною формою та протягом всіх курсів рівня бакалавр. Накопичення рівня розвитку k -тої компетенції на n – ому проєкті протягом всього освітнього процесу (3) та досягнення бажаних рівнів компетентностей (4) представлено на рисунку 4.17.

Трудомісткість процесу підготовки та викладання дисциплін - сумарні зусилля для забезпечення набуття компетентностей за всіма проєктами – склала 26,92 балів. Виконання обмеження (3.44) на кількість вибірових дисциплін, які можна включити до індивідуальної програми здобуття для всіх 4-ох проєктів та трьох років навчання з 2-го по 4-ий курс, коли здобувачі обирають вибірові дисципліни показано на рисунку 4.18.

Отриманий розв'язок задачі розподілу включає кількість вибірових за проєктам, роками навчання та учасниками процесу. Критерієм оптимальності є найменша трудомісткість процесу підготовки та викладання дисциплін, а саме, мінімальні сумарні зусилля для забезпечення набуття компетентностей за всіма проєктами. Вивчення обраних дисциплін забезпечить досягнення випускниками бажаного рівня компетентностей, котрі вимагаються роботодавцем за n – им проєктом. Запропонована модель може бути інтегрована в освітню політику закладу вищої освіти як інструмент стратегічного планування та управління проєктами дуальної освіти, що сприяє підвищенню якості освітніх послуг, адаптації програм до потреб ринку праці та забезпеченню сталого розвитку освітнього простору.

title k	K12	K13	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K14
project 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a1k	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
startlevel	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,05	0,1
finlevel	5,25	6,5	6,8	0,3	6,7	8,35	5,2	7,9	7,41	0,05	8,7
Expectlevel	5	5	5	0	5	5	5	5	5	0	5
title k	K12	K13	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K30
project 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a2k	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
startlevel	0,1	0,2	0,5	0,7	0,1	0,1	0,5	0,7	0,11	0,4	0,1
finlevel	5,2	0,2	7	9,2	6,8	8,45	5	8,2	7,41	5	8,7
Expectlevel	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
title k	K12	K13	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K25
project 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a3k	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
startlevel	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,05	0,1
finlevel	5,75	7,1	7,5	8,4	6,7	0,1	5,2	6,4	6,61	0,05	9,2
Expectlevel	5	5	5	5	5	0	5	5	5	0	5
title k	K12	K13	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K26
project 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a4k	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
startlevel	1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,8	0,4	0,9	2	1
finlevel	7,2	5,2	6,9	7,1	5,3	0,1	5	6,2	0,9	2	7,8
Expectlevel	5	5	5	5	5	0	5	5	0	0	5

Рис. 4.17. Досягнення бажаних рівнів компетентностей випускниками дуальної освіти за кожним проектом

обмеження вибірових за роками й проектами				
рік навч	project	розв'язок	мін	макс
2	1	4	2	4
	2	4	2	4
	3	4	2	4
	4	2	2	4
3	1	5	5	7
	2	5	5	7
	3	5	5	7
	4	5	5	7
4	1	8	8	10
	2	8	8	10
	3	8	8	10
	4	8	8	10

Рис.4.18. Результати розв'язування задачі розподілу

Висновки за розділом 4

1. Виконано формалізацію методу підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

2. Розроблено алгоритм інформаційного супроводу управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти

3. В методі реалізовано послідовну інформатизацію знизу доверху.

Для формування множини Парето-оптимальних рішень за двома цілями «цінність-ризик» запропоновано використання кластеризації проєктів та створення моделей портфелів на основі отриманих кластерів..

Створено інноваційний застосунок у вигляді інтерактивного звіту та дашборду в Microsoft Power BI, що пропонує практично застосовні рекомендації для осіб, які приймають рішення в контексті аналізу портфельних рішень (PDA), забезпечує підтримку розширеного аналізу вигоди і втрат, визначаючи проєкти, на яких слід зосередити подальшу увагу.

Для випадку, коли бюджет є «м'яким обмеженням», яке можна певною мірою регулювати, обчислення всіх ефективних портфелів допомагає визначити, які проєкти є надійним вибором на будь-якому рівні бюджету.

Розглянуто, як реальна задача прийняття рішень щодо вибору портфеля дуальної освіти в технічному університеті може бути вирішена за допомогою підходів PDA.

4. Розв'язано задачу розподілу вибіркового дисциплін між учасниками освітнього процесу за дуальною формою здобуття освіти.

Основні положення розділу викладено в працях [1; 7; 8; 11; 13–16]

ВИСНОВКИ

Економічна ситуація та стан ринку праці в Україні викликали необхідність впровадження дуальної форми освіти. Тенденції розвитку світової економіки також свідчать про необхідність впровадження дуальної освіти. Одним із завдань є розроблення комплексу заходів щодо модернізації системи освіти для приведення у відповідність якості та кількості освітніх послуг із наявними та майбутніми потребами цифрової економіки. Для більш розширеного розуміння розвитку системи дуальної освіти в дисертаційній роботі обґрунтовано теоретико-методичних засад, розроблені моделі та методи управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на базі вищого освітнього закладу.

У ході досліджень отримані наступні основні наукові теоретичні та практичні результати:

1. Проведено аналіз проблеми інформаційно-аналітичного супроводу управлінських рішень у розвитку дуальної освіти в ЗВО. Визначено проблеми управління в умовах глобалізації та обґрунтовано потребу в теоретичних моделях і методах для вдосконалення рішень щодо освітніх проєктів. Задачі оптимізації портфеля проєктів рекомендовано вирішувати за допомогою методів багатокритеріального аналізу рішень, які забезпечують побудову аналітичної процедури прийняття рішень, здатної підвищити їх якість порівняно зі стандартними підходами. Підтверджено ефективність сценарного планування як еволюційного методу для формування стратегічного портфеля в умовах складного і динамічного середовища. Виявлено відсутність інтегральної моделі взаємодії учасників дуальної освіти та системи оцінювання цінності проєктів через нестачу достовірної інформації про потреби роботодавців. Запропоновано проєктно-орієнтований підхід як ефективний інструмент змін у системі освіти.

2. Уперше розроблено математичну модель двоетапного вибору портфеля проєктів, яка, на відміну від існуючих аналогів, забезпечує формування раціонального портфеля на основі двох інтегрованих критеріїв - цінності та ризику. Інтегральна оцінка цінності проєкту має ієрархічну структуру, що

дозволяє враховувати особливості компетентнісного підходу та стратегічні пріоритети всіх зацікавлених сторін. Такий підхід забезпечує більш обґрунтоване прийняття рішень у процесі управління портфелем проєктів, особливо в умовах багатокритеріальності та невизначеності.

У процесі дослідження процедур комплексного оцінювання рівня цінності проєктів встановлено, що ефективна фазифікація кількісних показників у системах підтримки прийняття рішень потребує обов'язкового врахування профілю гістограми розподілу факторів. За умов унімодального розподілу з ознаками нормальності доцільно застосовувати стандартну п'ятиступеневу шкалу, вузлові точки якої визначаються на основі середнього значення та середньоквадратичного відхилення. У випадках, коли максимум гістограми зміщений до країв носія, класифікатор модифікується шляхом коригування вузлових точок, що дозволяє точніше ідентифікувати рівень фактору. Такий підхід забезпечує гнучке перетворення кількісних даних у якісні оцінки, що є критично важливим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень в умовах невизначеності.

3. Запропоновано новий підхід до формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача дуальної форми здобуття освіти. Вперше розроблено математичну модель розподілу вибіркового освітніх компонентів між закладом вищої освіти та роботодавцями в умовах дуальної форми здобуття освіти, з урахуванням досягнення визначених рівнів сформованості компетентностей здобувачів протягом освітньої програми бакалаврату. Модель орієнтована на управління освітніми процесами на рівні робіт у межах стратегічного портфеля проєктів дуальної освіти. .

4. Удосконалено метод визначення пріоритетного портфеля в умовах багатоцільової оптимізації, що, на відміну від існуючих підходів, дозволяє ідентифікувати недоміновані рішення шляхом застосування евристичного методу класифікації. Розроблено алгоритм виділення та порівняння ознак ситуацій, який забезпечує не лише ефективний відбір проєктів до портфеля, а й класифікацію проєктів-кандидатів за групами з метою застосування

диференційованих стратегій управління комбінованим портфелем, що охоплює різні напрями діяльності. Інтеграція цього методу до складу інформаційної технології підтримки прийняття рішень сприяє адаптації до різноманітних обмежень та підвищенню якості остаточного вибору портфеля.

5. Запропоновано підхід до розв'язання задачі нечіткого багатокритеріального групового прийняття рішень, який базується на використанні інтерактивного дашборду як інструменту колективної взаємодії та реалізації еволюційного методу сценарного планування. Такий підхід забезпечує ефективну комунікацію між членами експертної групи координаційного центру закладу вищої освіти та сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень щодо формування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

6. Запропоновано і експериментально досліджено методику підготовки інформації для прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти.

Застосування запропонованої методики підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо коригування портфеля проєктів розвитку дуальної освіти дозволяє прогнозувати потребу у освітніх ресурсах, підвищує ефективність та якість управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти у складних сценаріях, враховує інтереси зацікавлених сторін та невизначеність. Вона є ключовим інструментом стратегічного управління розвитком дуальної освіти. Вона поєднує підходи збору, аналізу та використання даних, забезпечуючи їх перетворення у практичні рекомендації для коригування портфеля проєктів.

У дисертаційному дослідженні виконано всі поставлені завдання, розроблено моделі та методи підтримки управлінського вибору в інформаційних процесах дуальної освіти. Отримані результати підтверджують перспективність застосування запропонованої методики підготовки інформації для супроводу прийняття управлінських рішень щодо портфеля проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційного методу сценарного планування для ефективного планування та керування розвитком дуальної освіти у ЗВО.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козир С. Модель формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача в умовах дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2025, № 3. DOI:10.32782/IT/2025-3.
2. Козир С. В. Нечіткий підхід у формуванні портфеля розвитку дуальної освіти / «Наукова весна» 2023: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 1–3 березня 2023 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2023: С.179 -180.
3. Козир С.В. Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з використанням експертних методів на основі принципу Парето // *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь: наука та інновації»*. - Дніпро, 11.2023. С.19-20.
4. Kozyr S.V. Open and dual education for sustainable national development /I(VII) Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «інформаційні технології: теорія і практика»./ Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Свідлер А.Л., 2024-03. С. 452-453.
5. Козир С. В. Проектний підхід до управління розвитком української дуальної освіти / XXI міжнародна конференція «Управління проєктами у розвитку суспільства». Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / Київ: КНУБА, 2024. – С. 128-132.
6. Kozyr S. V. The system approach to the management of a portfolio of dual education development projects / Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами», Коблево, 9-13 вересня 2024 р. Збірник праць. - Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 29-33.
7. Козир С. В. Модель формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів розвитку дуальної освіти / Інформаційні технології: теорія і практика: Тези VIII (II) Міжнародної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Запоріжжя-Харків-Дніпро, 2-4 квітня 2025 р.) С.58-62.

8. Kozyr S. V., Molokanova V. M. Application of fuzzy evolutionary methods for the development of dual-education projects. *Herald of Advanced Information Technology*. Вип. 5, № 4. С. 325–341. DOI:10.15276/hait.05.2022.24.

9. Kozyr S. V., Molokanova V. M. Project portfolio modeling for the regional dual education development. *Information systems and technology*. Вип. 6, 10.04.2023. С. 28–42. DOI:10.15276/aait.

10. Козир С., Молоканова В. Системний аналіз управління інтеграцією проєктів в портфелях розвитку дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2023, № 1. С. 40–49. DOI:10.32782/IT/2023-1-6.

11. Козир С. В., Молоканова В. М. Формування комплексної оцінки рівня цінності проєктів дуальної освіти. *Управління розвитком складних систем*. 2024, Вип. 57. С. 83–95. DOI:10.32347/2412-9933.2024.57.83-95.

12. Kozyr S., Sliesariiev V. Algorithm for Selecting and Comparing of Situations Features of Intelligent Decision-Making Support System. *2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. (Deggendorf, Germany, 15.09.2021). Deggendorf, Germany : IEEE, 2021. DOI:10.1109/ACIT52158.2021.9548528. С. 657–661.

13. Козир С. В., Молоканова В.М. Адаптація моделі MCKINSEY для управління стратегічним портфелем закладів освіти / *Інформаційні технології: теорія і практика: Тези доповідей VI-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 2023 р.* Харків : ХНУМГ імені О.М.Бекетова, 2023: с. 54-58.

14. Molokanova V., Kozyr S. Integrating decision support techniques into Agile project management. *Decision support systems in project and program management, [Text]: Collective monograph edited by I. Linde*. European University Press. Riga: ISMA, 2024. DOI:10.30837/MMP.2024.129.

15. Kozyr S., Molokanova V. Value-oriented portfolio management of dual education development. *Proceedings of the International Workshop “Chatbot, Gaming*

& AI Techniques Applied in Student Digital Education”(12.05.2025). Uzhhorod, Ukraine : Uzhhorod National University, 2025. P. 19–24.

16. Molokanova V., Kozyr S. Methods of introducing Digital transformation into the organizations development. *Innovative technologies for project and program management, [Text]: Collective monograph edited by I. Linde*. European University Press. Riga: ISMA, 2025. ISBN 978-9984-891-33-0.

17. За ред. Bureau international du travail. Global employment trends for youth 2020: technology and the future of jobs. Geneva : International labour office, 2020. [331.083]. ISBN 978-92-2-133505-4.

18. Про схвалення Концепції підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти. *Офіційний вебпортал парламенту України*. Розпорядження Кабінету Міністрів України; Концепція від 19.09.2018 № 660-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/660-2018-%D1%80> (дата звернення: 18.04.2025).

19. Про освіту. *Офіційний вебпортал парламенту України*. Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2145-19> (дата звернення: 18.04.2025).

20. Про вищу освіту. *Офіційний вебпортал парламенту України*. Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18> (дата звернення: 18.04.2025).

21. Kravchenko O. Some aspects of the historical development of dual education in Europe. *Young Scientist*. Vol. 8, Issue 84. DOI:10.32839/2304-5809/2020-8-84-6.

22. Chatzichristou S., Ulicna D., Murphy I. та ін. Dual education - a bridge over troubled waters? *Directorate-general for internal policies*. 06.2014.

23. Rayter G., Davlikanova O. Introduction of Dual Education in Ukrainian Higher Educational Establishments and Approaches to Estimation of its Economic Benefits. *Business Ethics and Leadership*. 2017, Vol. 1, Issue 4. P. 93–101. DOI:10.21272/bel.1(4).93-101.2017.

24. Davlikanova O., Hofstetter H. The «Duales Studium» Adaptation as an Innovation in Ukrainian Tertiary Education: Management Aspects and Results.

Marketing and Management of Innovations. 2020, № 3. С. 208–221. DOI:10.21272/mmi.2020.3-15.

25. Щодо запровадження пілотного проекту у закладах фахової передвищої та вищої освіти з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти | Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/npa/shodo-zaprovadzhennya-pilotnogo-proektu-u-zakladah-fahovoyi-peredvishoyi-ta-vishoyi-osviti-z-pidgotovki-fahivciv-za-dualnoyu-formoyu-zdobuttya-osviti> (accessed 18/04/2025).

26. Бучинська О., Давліканова О., Іщенко Т. та ін. Аналітичний звіт 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». Київ: ТОВ «Вістка», 2022.

27. Бучинська О., Давліканова О., Дудін В. та ін. Аналітичний звіт за результатами четвертого року пілотного проекту, що реалізується відповідно до Наказу МОН від 15.10.2019 № 1296 «Щодо запровадження пілотного проекту в закладах фахової передвищої та вищої освіти з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти»/за ред. Лилик І. Київ: ТОВ «Вістка», 2023. С. 190.

28. Бугайчук В., Бучинська О., Давліканова О. та ін. Методичні рекомендації щодо впровадження дуальної форми здобуття освіти / за заг. ред. М. Романова. Проект USAID «Економічна підтримка України». Київ : ТОВ «Вістка», 2023. 281 с.

29. Про затвердження Положення про дуальну форму здобуття фахової передвищої та вищої освіти. *Офіційний вебпортал парламенту України*. Наказ; МОН України від 13.04.2023 № 426. 2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0929-23> (дата звернення: 18.04.2025).

30. Курок, В., Гребеник А. Дуальна освіта як інноваційна форма підготовки фахівців у закладах вищої освіти. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2020, Вип. 1. С. 239–248.

31. Довгенко Я., Яременко Л., Яременко Ю. Впровадження дуальної освіти у виші: переваги та ризики. *Економіка та суспільство*. 2021, Вип. 28. DOI:10.32782/2524-0072/2021-28-29.

32. Кравченко О. Дуальна освіта в Україні: від концепції до практики. *Молодий вчений*. 2021, Вип. 2 (90). С. 64–69. DOI:10.32839/2304-5809/2021-2-90-12.

33. Gren L., Panfilov Y., Karlyuk S. Directions in dual form of training introduction at National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»: state-managerial aspect. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія*. 2019, Вип. 1. С. 66–80.

34. Красицька Л. В., Лапко А. Г. Застосування елементів дуальної форми здобуття вищої освіти під час підготовки правників. *New Ukrainian Law*. 2022, Вип. 3. С. 128–134. DOI:10.51989/NUL.2022.3.19.

35. SoftServe Academy Дуальна освіта - від ідеї до диплома. 2025. URL: https://www.youtube.com/watch?v=XR_i4LRh-4c (accessed 01/02/2025).

36. Курыченко О. Implementation of a program-project approach to enterprise development management in modern conditions. *«Scientific notes of the University»KROK*". 2021. P. 120–128. DOI:10.31732/2663-2209-2021-64-120-128.

37. Бушуев С. Д., Криворучко О. В., Цюцюра М. І. Застосування моделі «Нова Башта P2M» в управлінні проектами розвитку освіти. *Управління розвитком складних систем*. 2014, Vol. 17. С. 5–11.

38. Бушуева Н. С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития: монографія. Київ: Науковий світ, 2007. 199 с.

39. Бушуев С. Д. Руководство по управлению инновационными проектами и программами. Київ : Київ: Науковий світ, 2009. 173 с.

40. Bushuyev S., Bushuieva V., Bushuyeva N. та ін. Value-oriented strategic management in agile transformation. *Управління проектами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проектами в умовах пандемії COVID-19»: тези доповідей XVIII Міжнародної конференції*. Київ : КНУБА, 2021. С. 10–15.

41. Цюцюра М. І., Цюцюра С. В., Криворучко О. В. та ін. Управління проектами розвитку змісту освіти як управління успішними проектами за методологією MSP. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. пр. 2014, № 18. С. 102–105.

42. Тесленко П. О. Портфельне управління еволюційним розвитком вищих навчальних закладів. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. пр. 2014, № 17. С. 76–80.

43. Пітерська В. М., Руденко С. В., Шахов А. В. Механізм проектно-орієнтованого управління закладами вищої освіти на основі системи цільових показників ефективності. *Управління проектами у розвитку суспільства: Управління проектами в умовах пандемії COVID-19: матеріали наукової конференції*(Київ, 2021). Київ : КНУБА, 2021. С. 247–251.

44. Shakhov O., Lohinov L., Lohinova L. The Method of Human Resources Management of Educational Projects of Institution of Higher Education. *2020 IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*(Zbarazh, Ukraine, 2020). Zbarazh, Ukraine : IEEE, 2020. P. 123–126.

45. Белощицкий А. А. Структура методології проектно-векторного управління освітніми середовищами. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. пр. 2011, № 7. С. 121–125.

46. Белощицкий А. А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными средами. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. пр. 2012, № 9. С. 104–107.

47. Белощицкий А. А., Белощицька С. В. Векторний підхід до адміністрування проектів освітніх середовищ. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. пр. 2012, № 10. С. 125–130.

48. Борзенко-Мірошніченко А. Ю. Платформа моделювання процесу розвитку регіональної освіти. *Управління проектами та розвиток виробництва* : зб. наук. пр. 2008, 4 (28). С. 53–60.

49. Борзенко-Мірошніченко А. Ю. Управління регіональною освітою відповідно до парадигми публічного адміністрування: проектно-орієнтований

підхід. *Управління проектами та розвиток виробництва* : зб. наук. пр. 2008, 3 (27). С. 87–92.

50. Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С., Ачкасов І. А. та ін. Принципи переходу до циркулярної економіки. *Управління проектами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проектами в умовах пандемії COVID-19»: тези доповідей*(Київ, 2021). Київ : КНУБА, 2021. С. 120–125.

51. Вайс К. Оцінювання: методи дослідження програм та політик. пер. пер з англ. Київ : Основи, 2000. 671 с.

52. За ред. Project Management Institute. Настанова до Зводу знань з управління проектами (Настанова РМВОК) - Сьоме видання. Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2021. 370 с.

53. Рач В. А., Борзенко-Мірошніченко А. Ю. Формування якості продукту освітніх проектів. *Управління проектами та розвиток виробництва: Збірник наукових праць*. 2003, 3(7). С. 55–60.

54. Гусєва Ю. Ю., Сидоренко М. В., Чумаченко І. В. Управління зацікавленими сторонами освітніх проектів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2016, № 2. С. 8–12.

55. Придатко О. В. Освітні проекти та програми як об'єкт проектного менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. 2015, № 24. С. 42–48.

56. Давліканова О. Б. Розвиток менеджменту дуальної вищої освіти в Україні : Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент» (07 «Управління та адміністрування»). Суми : Сумський державний університет, 2021.

57. Тесленко П. О. Дифференціальна модель создания ценности в проекте. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2011, 1/6 (49). С. 46–48.

58. Тесленко П. О. Еволюційна теорія і синергетика в управлінні проектами. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2010, 4(36). С. 38–44.

59. Молоканова М. В. Упровадження ціннісно-орієнтованого проектного менеджменту в сфері державного управління. *Аспекти публічного управління*. 2017, Вип. 5, № 11. С. 5–18.
60. Project Management Institute A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Sixth Edition. USA : PMI, 2017. 537 p.
61. Turley F. PRINCE2® Foundation, Online Course and Exam. URL: <https://mplaza.training/online-courses/prince2-foundation-v7/> (дата звернення: 31.07.2025).
62. Dawis E. P., Dawis J. F., Wei Pin Koo Architecture of computer-based systems using dualistic Petri nets. *2001 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. e-Systems and e-Man for Cybernetics in Cyberspace (Cat.No.01CH37236)* Tucson, AZ, USA : IEEE, 2001. Vol. 3. P. 1554–1558. DOI:10.1109/ICSMC.2001.973505.
63. Elton L. New ways of learning in higher education: Managing the change. *Tertiary Education and Management*. 1999, Вип. 5, № 3. С. 207–225. DOI:10.1080/13583883.1999.9966992.
64. Jackson N. C. Managing for competency with innovation change in higher education: Examining the pitfalls and pivots of digital transformation. *Business Horizons*. 2019, Вип. 62, № 6. С. 761–772. DOI:10.1016/j.bushor.2019.08.002.
65. Meyer H. The new managerialism in education management: corporatization or organizational learning? *Journal of Educational Administration*. 2002, Вип. 40, № 6. С. 534–551. DOI:10.1108/09578230210446027.
66. Silver H. Managing to Innovate in Higher Education. *British Journal of Educational Studies*. 1999, Вип. 47, № 2. С. 145–156. DOI:10.1111/1467-8527.00108.
67. Крижко В. В. Теорія та практика менеджменту в освіті : навч. посіб. Київ : Освіта України, 2005. 256 с.
68. Calvo-Mora A., Leal A., Roldán J. L. Using enablers of the EFQM model to manage institutions of higher education. *Quality Assurance in Education*. 2006, Вип. 14, № 2. С. 99–122. DOI:10.1108/09684880610662006.

69. Shoba Z. Managing quality in higher education: A stakeholder perspective : Thesis. University of Leicester, 2007. [Online]. URL: <https://hdl.handle.net/2381/4385>
70. Мельниченко О. І., Лебідь І. Г., Ткаченко В. А. Системний аналіз управління комунікаціями в освітніх проєктах. *Управління розвитком складних систем*. 2020, № 41. С. 28–34.
71. Dawkins R. The Selfish Gene. Oxford : Oxford University Press, 1978. 218 p.
72. За ред. Ярошенко, Ф. О. Р2М. Керівництво з управління інноваційними проєктами і програмами організацій: Монографія. Київ : Новий друк, 2010. 160 с.
73. Changes to the PMBOK Guide® – Seventh Edition. (2023). Project Management Institute, 2023. URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/standard-for-project-management-exposure-draft/changes-to-the-pmbok-guide-seventh-edition-2023>.
74. Husieva Y., Chumachenko I. Conceptual approach to decision support for requirements and value management in projects. *Management of Development of Complex Systems*. 2020, Vol. 0, Issue 41. P. 21–27. DOI:10.32347/2412-9933.2020.41.21-27.
75. Рач В. А., Россошанська О. В., Медведєва О. М. Управління проєктами: практичні аспекти реалізації стратегій регіонального розвитку. ред. В. А. Рач. (Київ, 2010). Київ : К.І.С., 2010. 276 с.
76. Рач В. А., Гладка О. М. Ціннісно-орієнтовані стратегічні вихові рішення в проєктах девелопменту нерухомості. *Управління проєктами та розвиток виробництва*. 2009, Вип. 3, № 31. С. 161–168.
77. Fiala P. New trends in project portfolio management. *Trendy v podnikání*. 2020, Vol. 10, Issue 3. P. 4–11. DOI:10.24132/jbt.2020.10.3.4_11.
78. Kononenko I., Kpodjedo M. Approach selection method for project portfolio management and its application. *Bulletin of NTU «KhPI». Series: Strategic management, portfolio, program and project management*. 2022, 1(5). С. 29–38. DOI:10.20998/2413-3000.2022.5.3.
79. The standard provides guidance on the accepted best practices. The Standard for Portfolio Management – Fourth Edition | Project Management Institute. Portfolio

management is integral to implementation of an organization's strategic plan. The standard provides guidance on the accepted best practices. URL: <https://www.pmi.org/standards/for-portfolio-management> (дата звернення: 31.07.2025).

80. Молоканова В. М. Портфельне управління розвитком організації на основі ціннісно-орієнтованого підходу. *Управління розвитком складних систем*. 2012, № 12. С. 67–74.

81. Рач В. А., Коляда О. П., Антонян О. А. Метод інваріантних показників опису стратегій розвитку як інструмент формування портфеля проектів. *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2009, 2(30). С. 91–101.

82. Мазелис Л. С., Солодухин К. С. Модели оптимизации портфеля проектов университета с учетом рисков и корпоративной социальной ответственности. *Университетское управление*. 2012, № 4. С. 53–56.

83. Molokanova V. M., Kuznetsov V., Kuznetsov V. et al. Implementation of value-oriented project portfolio management for the development of complex system. *Journal of Modern Science*. 2024, Vol. 55, Issue 1. P. 405–429. DOI:10.13166/jms/186050.

84. Jelena Z., Dejan B. Developing an MCDA Model for Choosing Criteria Using for Project Ranking. *Economic computation and economic cybernetics studies and research*. 2022, Vol. 56, Issue 3. P. 219–233. DOI:10.24818/18423264/56.3.22.14.

85. Morton A., Keisler J. M., Salo A. Multicriteria Portfolio Decision Analysis for Project Selection. *Multiple Criteria Decision Analysis*. ред. Salvatore Greco, Matthias Ehrgott, José Rui Figueira. New York, NY : Springer New York, 2016. С. 1269–1298. DOI:10.1007/978-1-4939-3094-4_28.

86. Varshney S., Sandhu R., Gupta P. K. Multicriteria decision-making in health informatics using IoT. *IoT-Based Data Analytics for the Healthcare Industry*. Elsevier, 2021. С. 105–121. DOI:10.1016/B978-0-12-821472-5.00014-4.

87. Бойко Є. Г., Забродська О. О. Методологія компетентнісно-орієнтованого ощадливого виробництва в управлінні проектами розвитку закладу освіти. *Управління проектами у розвитку суспільства. Тема:*

«Управління проектами в умовах пандемії COVID-19»: тези доповідей. Київ : КНУБА, 2021. С. 104–110.

88. Khodikova I., Onyshchenko S., Shaposhnikov D. et al. Project value assessment taking into account multiaspects and multilevelness. *Development of Management and Entrepreneurship Methods on Transport (ONMU)*. 2024, Vol. 87, Issue 2. P. 203–217. DOI:10.31375/2226-1915-2024-2-203-217.

89. Nkatha L. M., Gitonga A. K. Drivers of project portfolio management practices influencing performance of county projects: A case of Isiolo County, Kenya. *International Academic Journal of Information Sciences and Project Management*. 2018, Vol. 3, Issue 2. P. 255–271.

90. Liubchenko N. Technologies of strategic planning and project management in management of united area committee and support schools. *«Bulletin of Postgraduate Education» (Series «Social and behavioural sciences»)*. 2020, Issue 39. P. 36–59. DOI:10.32405/2522-9931/2522-9958-36-59.

91. Горбатенко В. Метод «Делфі» та специфіка його застосування у прогностичних розробках. Інститут держави і права ім. В. Корецького НАН України, Technical Report, 2008.

92. Ramírez R., Wilkinson A. Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach. Oxford University Press, 2016.

93. Varum C. A., Melo C. Directions in scenario planning literature – A review of the past decades. *Futures*. 2010, Вып. 42, № 4. С. 355–369. DOI:10.1016/j.futures.2009.11.021.

94. Healey M. P., Hodgkinson G. P. Overcoming strategic persistence: Effects of multiple scenario analysis on strategic reorientation. *Strategic Management Journal*. 2024, Вып. 45, № 8. С. 1423–1445. DOI:10.1002/smj.3589.

95. Zhao D., Tang Z., He D. A systematic literature review of weak signal identification and evolution for corporate foresight. *Kybernetes*. 2024, Вып. 53, № 10. С. 3160–3188. DOI:10.1108/K-03-2023-0343.

96. Vilkkumaa E., Liesiö J., Salo A. та ін. Scenario-based portfolio model for building robust and proactive strategies. *European Journal of Operational Research*. 2018, Вип. 266, № 1. С. 205–220. DOI:10.1016/j.ejor.2017.09.012.
97. Evans S. K. Connecting adaptation and strategy: The role of evolutionary theory in scenario planning. *Futures*. 2011, Вип. 43, № 4. С. 460–468. DOI:10.1016/j.futures.2010.12.003.
98. Bradfield R., Wright G., Burt G. та ін. The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures*. 2005, Вип. 37, № 8. С. 795–812. DOI:10.1016/j.futures.2005.01.003.
99. Stanton M. C. B., Roelich K. Decision making under deep uncertainties: A review of the applicability of methods in practice. *Technological Forecasting and Social Change*. Вип. 171, 10.2021. С. 120939. DOI:10.1016/j.techfore.2021.120939.
100. Lempert R. J., Lawrence J., Kopp R. E. et al. The use of decision making under deep uncertainty in the IPCC. *Frontiers in Climate*. Vol. 6, 06.2024. P. 1380054. DOI:10.3389/fclim.2024.1380054.
101. Rohrbeck R., Kum M. E. Corporate foresight and its impact on firm performance: A longitudinal analysis. *Technological Forecasting and Social Change*. Вип. 129, 04.2018. С. 105–116. DOI:10.1016/j.techfore.2017.12.013.
102. Rohrbeck R., Battistella C., Huizingh E. Corporate foresight: An emerging field with a rich tradition. *Technological Forecasting and Social Change*. Вип. 101, 12.2015. С. 1–9. DOI:10.1016/j.techfore.2015.11.002.
103. Rohrbeck R. Harnessing a network of experts for competitive advantage: technology scouting in the ICT industry. *R&D Management*. 2010, Вип. 40, № 2. С. 169–180. DOI:10.1111/j.1467-9310.2010.00601.x.
104. Rohrbeck R., Thom N., Arnold H. IT tools for foresight: The integrated insight and response system of Deutsche Telekom Innovation Laboratories. *Technological Forecasting and Social Change*. Вип. 97, 08.2015. С. 115–126. DOI:10.1016/j.techfore.2013.09.015.

105. Vasilieva T., Davlikanova O. Scenario planning of perspective development of the domestic pattern of dual studies management. *Visnik Sums'kogo derzavnogo universitetu*. 2020, № 2. С. 203–212. DOI:10.21272/1817-9215.2020.2-25.

106. Molokanova V., Hordieieva I. System approach to project management in condition of behavioral economy. *Management of Development of Complex Systems*. 2021, № 45. С. 43–49. DOI:10.32347/2412-9933.2021.45.43-49.

107. Станкевич І. В. Управління діяльністю освітньої організації на засадах багатовимірного оцінювання якості. Одеса : Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, 2018. 467 с.

108. Яблочников С. Л. Системно-кібернетичний підхід до управління в освіті: автореф. дис. д-ра пед. наук: [спец.] 13.00.10 «Інформ.-комунікац. технології в освіті». Луганськ : ДЗ «Луган. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка», 2012. 44 с.

109. Pesämaa O., Bourne Mike, Bosch-Rekveltd та ін. Call for papers: Performance Measurement in Project Management. *International Journal of Project Management*. 2020, Вип. 38, № 8. С. 559–560. DOI:10.1016/j.ijproman.2020.11.001.

110. Davis K. An empirical investigation into different stakeholder groups perception of project success. *International Journal of Project Management*. 2017, Вип. 35, № 4. С. 604–617. DOI:10.1016/j.ijproman.2017.02.004.

111. Jeffrey Pinto, Kate Davis, Lavagnon Ika та ін. Call for Papers: Special Issue on Project Success. *International Journal of Project Management*. 2021, Вип. 39, № 2. С. 213–215. DOI:10.1016/j.ijproman.2021.01.007.

112. Bushuyev S. D., Bushuev D. A., Bushuyeva N. S. et al. Інформаційні технології розвитку компетенцій менеджерів з управління проектами на основі глобальних трендів. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018, Vol. 68, Issue 6. P. 218. DOI:10.33407/itlt.v68i6.2684.

113. Melnychenko O., Lebid I., Tkachenko V. System analysis of communication management in education projects. *Management of Development of Complex Systems*. 2020, № 41. С. 28–34. DOI:10.32347/2412-9933.2020.41.28-34.

114. Чайковська І. Економіко-математична модель формування комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві. *Modeling the development of the economic systems*. 2022, Issue 1. P. 92–107. DOI:10.31891/mdes/2022-3-12.

115. PMBOK_Guide5th_Russian.pdf.

116. Ontologi.book-6.03.23.pdf.

117. Pitagorsky, George Managing project management knowledge. *PMI® Global Congress 2008*. North America, Denver, CO. Newtown Square : PA: Project Management Institute, 2008.

118. The standard for program management. Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2017. 179 с. [HD69.P75 S737 2017].

119. Wanner, Markus F. Integrated change management. *PMI® Global Congress 2013*. North America, New Orleans, LA. Newtown Square : PA: Project Management Institute., 2013.

120. Бойко, Є. Г., Забродська О.О. Методологія компетентнісно-орієнтованого ощадливого виробництва в управлінні проєктами розвитку закладу освіти. *Управління проєктами у розвитку суспільства*. Київ: КНУБА, 2021. С. 104–110.

121. Червак-Смерічко О.Ю. Математичне моделювання в економіці: моделювання і системний аналіз. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2015, Вип.1. С. 81- 88

122. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Fifth Edition. (Перша редакція 2013).

123. Husieva Y., Chumachenko I. Conceptual approach to decision support for requirements and value management in projects. *Management of Development of Complex Systems*. 2020, № 41. С. 21–27. DOI:10.32347/2412-9933.2020.41.21-27.

124. Georg Gemünden H. From the Editor: Project Management as a Behavioral Discipline and as Driver of Productivity and Innovations. *Project Management Journal*. 2014, Вип. 45, № 6. С. 2–6. DOI:10.1002/pmj.21466.

125. The standard for portfolio management – fourth edition. (2017). Project Management Institute, 2017.

126. Martinsuo M., Geraldi J. Management of project portfolios: Relationships of project portfolios with their contexts. *International Journal of Project Management*. 2020, Вып. 38, № 7. С. 441–453. DOI:10.1016/j.ijproman.2020.02.002.

127. Liesiö J., Salo A., Keisler J. M. та ін. Portfolio decision analysis: Recent developments and future prospects. *European Journal of Operational Research*. 2021, Вып. 293, № 3. С. 811–825. DOI:10.1016/j.ejor.2020.12.015.

128. Stephenson P. J. The Holy Grail of biodiversity conservation management: Monitoring impact in projects and project portfolios. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2019, Вып. 17, № 4. С. 182–192. DOI:10.1016/j.peson.2019.11.003.

129. Козир, С. В., Слесарев, В. В., Ус, С. А., & Хом'як, Т. В. *Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: підручн.* Дніпро: НТУ “ДП” 2022. Retrieved from <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/160245>.

130. Zhang Z., Gao J., Gao Y. та ін. Two-sided matching decision making with multi-granular hesitant fuzzy linguistic term sets and incomplete criteria weight information. *Expert Systems with Applications*. Вып. 168, 04.2021. С. 114311. DOI:10.1016/j.eswa.2020.114311.

131. Liu Y., Li Y., Liang H. та ін. Strategic experts' weight manipulation in 2-rank consensus reaching in group decision making. *Expert Systems with Applications*. Вып. 216, 04.2023. С. 119432. DOI:10.1016/j.eswa.2022.119432.

132. Liesiö J., Salo A., Keisler J. M. та ін. Portfolio decision analysis: Recent developments and future prospects. *European Journal of Operational Research*. 2021, Вып. 293, № 3. С. 811–825. DOI:10.1016/j.ejor.2020.12.015.

133. Sarkar D., Modak J. M. Pareto-optimal solutions for multi-objective optimization of fed-batch bioreactors using nondominated sorting genetic algorithm. *Chemical Engineering Science*. 2005, Вып. 60, № 2. С. 481–492. DOI:10.1016/j.ces.2004.07.130.

134. Творошенко І. С. Технології прийняття рішень в інформаційних системах: навч. посібник. Kharkiv, Ukraine : Press of the Kharkiv National University of Radioelectronics, 2021. DOI:10.30837/978-966-659-294-4.

135. Baumann T., Doyen M., Swanger A. та ін. Complexity Twice: Multi-project Environment in Education and Shareholders with Dynamic Agendas - Achieving Mature Decisions and Project/ Portfolio Success. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Вип. 226, 07.2016. С. 470–477. DOI:10.1016/j.sbspro.2016.06.213.

136. Pitera V., Lohinov O., Lohinova L. Portfolio method of scientific activity management of higher education institutions. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2019, Vol. 0, Issue 2 (8). P. 86–96. DOI:10.30837/2522-9818.2019.8.086.

137. Salo A., Keisler J., Morton A. (Eds) Portfolio decision analysis: improved methods for resource allocation. New York : Springer, 2011, Вип. 162. P. 3–4.

138. Дубровін В. І., Льовкін В. М. Прийняття рішень у процесі управління ризиками проектів : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. 196 с.

139. Новожилова М. В., Чуб О. І. Методи та засоби прийняття рішень : навч. посіб. Харків. нац. ун-т міськ. гос-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 115 р.

140. Roy B. Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE). 1968.

141. Roy B. Decision-aid and decision-making. *European Journal of Operational Research*. 1990, Вип. 45, № 2–3. С. 324–331. DOI:10.1016/0377-2217(90)90196-I.

142. Pereira F. D. C., Costa H. G., Pereira V. Patent filings versus articles published: A review of the literature in the context of Multicriteria Decision Aid. *World Patent Information*. Вип. 50, 09.2017. С. 17–26. DOI:10.1016/j.wpi.2017.07.003.

143. Gil N. A. Cracking the megaproject puzzle: A stakeholder perspective? *International Journal of Project Management*. 2023, Вип. 41, № 3. С. 102455. DOI:10.1016/j.ijproman.2023.102455.

144. Jourdan J., Kivleniece I., McGahan A. M. Towards a Stakeholder-Oriented Framework on Value Creation and Allocation. (2021). University of Toronto, Toronto, Working paper, 2021.

145. McGahan A. M. The New Stakeholder Theory on Organizational Purpose. *Strategy Science*. 2023, Вип. 8, № 2. С. 245–255. DOI:10.1287/stsc.2023.0184.

146. Vaez-Alaei M., Deniaud I., Marmier F. та ін. 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, Вип. 42, № 1. С. 102557. DOI:10.1016/j.ijproman.2023.102557.

147. Bushuiev S. D., Molokanova V. M. Формалізація методу врахування ціннісних мемів у портфелях розвитку організацій та ікт-інструменти його реалізації. *Information Technologies and Learning Tools*. 2017, Vol. 62, Issue 6. P. 1. DOI:10.33407/itlt.v62i6.1956.

148. Зайченко Ю. П. Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах. Київ: Видавничий дім «Слово», 2008. 344 с.

149. 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. С. 92–107. DOI:10.31891/mdes/2022-3-12.

150. Гриценко К. Г. Комплексне оцінювання рівня життєздатності страхової компанії на основі нечіткої ієрархічної моделі. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2012, вип. 10. С. 92–98.

151. Novozhylova M. V., Karpenko M. Yu. Solution of a multicriteria assignment problem using a categorical efficiency criterion. *Radio Electronics, Computer Science, Control*. 2024, Issue 4. P. 75–84. DOI:10.15588/1607-3274-2024-4-7.

152. Желдак Т. А., Коряшкіна Л. С., Ус С. А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / за редакцією С.А. Ус. Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 387 с.

153. Batyrshin I., Wagenknecht M. On a Linguistic Description of Dependencies in Data. *Neural Networks and Soft Computing*. ed. L. Rutkowski., J. Kasprzyk. Heidelberg : Physica-Verlag HD, 2003. P. 286–291. DOI:10.1007/978-3-7908-1902-1_41.
154. Снитюк В. Є. Эволюционные технологии принятия решений в условиях неопределенности. Київ : МП Леся, 2015. 347 с.
155. Snytyuk V. Evolutionary modelling and programming Life cycle of the technical systems in deterministic conditions. *Artificial intellect*. Vol. 4, 2006. P. 10–15.
156. Snytyuk V. Programming of the complex system life cycle in conditions of uncertainty. *Artificial Intelligence*. 2007, Issue 4. P. 562–567.
157. AbouOmar M. S., Su Y., Zhang H. та ін. Observer-based interval type-2 fuzzy PID controller for PEMFC air feeding system using novel hybrid neural network algorithm-differential evolution optimizer. *Alexandria Engineering Journal*. 2022, Вып. 61, № 9. С. 7353–7375. DOI:10.1016/j.aej.2021.12.072.
158. Shukla P. K., Tripathi S. P. A new approach for tuning interval type-2 fuzzy knowledge bases using genetic algorithms. *Journal of Uncertainty Analysis and Applications*. 2014, Вып. 2, № 1. С. 4. DOI:10.1186/2195-5468-2-4.
159. Snytyuk V., Govorukhin S. Technology of fuzzy forecasting of characteristics of complex objects and systems. *Artificial Intelligence and Decision Making, Supplement to International Journal «Information Technologies and Knowledge»*. 2008, Vol. 2, Issue 7. P. 117–122.
160. Amatulli C., Caputo T., Guido G. Strategic Analysis through the General Electric/McKinsey Matrix: An Application to the Italian Fashion Industry. *International Journal of Business and Management*. 2011, Vol. 6, Issue 5. P. p61. DOI:10.5539/ijbm.v6n5p61.
161. Shen L., Zhou J., Skitmore M. та ін. Application of a hybrid Entropy–McKinsey Matrix method in evaluating sustainable urbanization: A China case study. *Cities*. Вып. 42, 02.2015. С. 186–194. DOI:10.1016/j.cities.2014.06.006.

162. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators. [1992 Proceedings] *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*). San Diego, CA, USA : IEEE, 1992. DOI:10.1109/FUZZY.1992.258720. P. 1153–1162.
163. Kaufmann A., Gupta M. M. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. New York : Van Nostrand Reinhold, 1985.
164. Olorunju Mogbojuri A., Olanrewaju O. Development of Decision Support Tool for Project Portfolio Management. *The Art of Decision Making - Applying AHP in Practice [Working Title]*. IntechOpen, 2024. DOI:10.5772/intechopen.1006934.
165. Pinto J. Project Management: Achieving Competitive Advantage. 2nd ed. Saddle River, New York: Pearson Education : Inc. Prentice Hall, 2010. pp. 1-30 p.
166. Archer N., Ghasemzadeh F. Project Portfolio Selection and Management The Wiley guide to managing projects. Massachusetts. 2007, T. 34. P. 237–255.
167. Varum C. A., Melo C. Directions in scenario planning literature—A review of the past decades. *Futures*. 2010, Vol. 42, Issue 4. P. 355–369.
168. Liesiö J., Mild P., Salo A. Robust portfolio modeling with incomplete cost information and project interdependencies. *European Journal of Operational Research*. 2008, Вып. 190, № 3. С. 679–695. DOI:10.1016/j.ejor.2007.06.049.
169. Mavrotas G., Makryvelios E. R&D project portfolio selection using the Iterative Trichotomic Approach in order to study how subjectivity of the weights is reflected in the selected projects of the final portfolio. *Operational Research*. 2023, Вып. 23, № 3. С. 50. DOI:10.1007/s12351-023-00785-7.
170. Трифонова О. В., Тимошенко Л. В., Ус С. А. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку. Дніпро : НТУ «ДП» : НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. 240 с.
171. Clemen R. T., Smith J. E. On the choice of baselines in multiattribute portfolio analysis: a cautionary note. *Decision Analysis*. 2009, Vol. 6, Issue 4. P. 256–262.
172. Liesiö J. Measurable Multiattribute Value Functions for Portfolio Decision Analysis. *Decision Analysis*. 2014, Вып. 11, № 1. С. 1–20. DOI:10.1287/deca.2013.0287.

173. Nowak M. Project Portfolio Selection Using Interactive Approach. *Procedia Engineering*. Вип. 57, 2013. С. 814–822. DOI:10.1016/j.proeng.2013.04.103.

174. Vilkkumaa E., Salo A., Liesiö J. Multicriteria Portfolio Modeling for the Development of Shared Action Agendas. *Group Decision and Negotiation*. 2014, Вип. 23, № 1. С. 49–70. DOI:10.1007/s10726-012-9328-0.

175. Us S. A., Koriashkina L. S., Zuyenok I. I. Models and methods of making decisions: a coursebook. Dnipro : Dniprotech : Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro politechnic, 2019. 304 p.

176. Sharma P., Mehlawat M. K., Gupta P. та ін. Selecting a health emergency strategy through large-scale multi-criteria decision-making based on intuitionistic fuzzy self-confidence data. *Applied Soft Computing*. Вип. 176, 05.2025. С. 113085. DOI:10.1016/j.asoc.2025.113085.

177. Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. 706 с.

178. Arratia-Martinez N. M., Hernandez-Gonzalez N. M., Lopez-Irarragorri F. Project Portfolio Selection and Scheduling with Resource Allocation, Synergies, and Project Divisibility. *Mathematical Problems in Engineering*. ред. Harish Garg. Вип. 2021, 12.2021. С. 1–14. DOI:10.1155/2021/4163287.

179. Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень : підручник. Харків : Право, 2019. 368 с.

180. Рач В. А., Ігнатова О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: навчальний посібник. Луганськ : вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. 210 р.

181. Формування шляхів удосконалення взаємодії університету з ринком праці у межах моделі дуальної освіти. <https://www.nmu.org.ua/ua/de/poll.php>. 2022. (дата звернення: 13.12.2024).

ДОДАТОК А.
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку фахових видань, затвердженого МОН України:

1. 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), p. 325–341. URL: <https://doi.org/10.15276/hait.05.2022.24>

2. Kozyr, S. V., & Molokanova, V. M. Project portfolio modeling for the regional dual education development. *Information Systems and Technology*. 2023, 6, p. 28–42. URL: <https://doi.org/10.15276/aait>

3. Козир, С., Молоканова, В. (2023). Системний аналіз управління інтеграцією проектів в портфелях розвитку дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2023, 1, с. 40–49. URL: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-6>

4. Козир, С. В., Молоканова, В. М. (2024). Формування комплексної оцінки рівня цінності проектів дуальної освіти. *Управління розвитком складних систем*. 2024, (57), с. 83–95. URL: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.83-95>

5. Козир С. (2025). Модель формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача в умовах дуальної освіти. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2025, 3. URL: <https://doi.org/10.32782/IT/2025-3>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Kozyr S., Sliesariiev V. Algorithm for Selecting and Comparing of Situations Features of Intelligent Decision-Making Support System // *2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Deggendorf, Germany, September 15 - 17, 2021*. – P. 657-661. URL: <https://doi.org/10.1109/ACIT52158.2021.9548528> (Scopus)

7. Козир С.В., Нечіткий підхід у формуванні портфеля розвитку дуальної освіти / *«Наукова весна» 2023: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 1–3 березня 2023 року* / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2023: с.179 -180.

8. Козир С.В., Молоканова В.М. Адаптація моделі MCKINSEY для управління стратегічним портфелем закладів освіти / *Інформаційні технології: теорія і практика: Тези доповідей VI-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 2023 р., м. Харків [Електронний ресурс]* / – Харків : ХНУМГ імені О.М.Бекетова, 2023: с. 54-58.

9. Козир С.В. Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти з використанням експертних методів на основі принципу Парето/ *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь: наука та інновації»*, 22-24 листопада 2023 р.- с.19-20.

10. Kozyr S.V. Open and dual education for sustainable national development / *I(VII) Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «інформаційні технології: теорія і практика» 20 – 22 березня 2024 р (Дніпро - Україна)*/ Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Свідлер А.Л., 2024-03. С. 452-453.

11. Козир С.В. Проєктний підхід до управління розвитком української дуальної освіти / *XXI міжнародна конференція «Управління проєктами у розвитку суспільства». Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей* / Київ: КНУБА, 2024. – С. 128-132.

12. Kozyr S.V. The system approach to the management of a portfolio of dual education development projects / *Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами»*, Коблево, 9-13 вересня 2024 р. Збірник праць. - Харків: ХНУРЕ, 2024. с. 29-33.

13. Molokanova, V., Kozyr, S. Integrating decision support techniques into Agile project management. In *Decision support systems in project and program*

management, [Text]: Collective monograph edited by I. Linde. European University Press. Riga: ISMA. 2024. P. 129-139. <https://doi.org/10.30837/MMP.2024.129>.

14. Козир С.В. Модель формування ціннісно-орієнтованого портфеля проєктів розвитку дуальної освіти/Інформаційні технології: теорія і практика: Тези VIII (II) Міжнародної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (Запоріжжя-Харків-Дніпро, 2-4 квітня 2025 р.) с.58-62.

15. Kozyr Svitlana, Molokanova Valentyna Value-oriented portfolio management of dual education development / *Proceedings of the International Workshop “Chatbot, Gaming & AI Techniques Applied in Student Digital Education” (May, 12-13, 2025, Uzhhorod, Ukraine)* / Uzhhorod: Uzhhorod National University, 2025. p. 19 – 24.

16. Molokanova, V., Kozyr, S. (2025). Methods of introducing Digital transformation into the organizations development. *Innovative technologies for project and program management: Collective monograph edited by I. Linde. European University Press. Riga: ISMA. 2025.*

ДОДАТОК Б. PYTHON-АЛГОРИТМ МЕТОДУ ГРУПУВАННЯ ПРОЄКТІВ

```

import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.optimize import linprog
import matplotlib.pyplot as plt
from prettytable import PrettyTable

# === Accessing the database===
df = pd.read_excel("project_value_risks.xlsx")
df = df[['pr_no', 'value', 'risks']]

# === Identifying the characteristics of situations ===
def classify_project(row):
    v, r = row['value'], row['risks']
    if 1 <= v <= 2 and 0.3 <= r <= 0.6:
        return 'Z3'
    elif 1 <= v <= 2 and r < 0.3:
        return 'Z1'
    elif v < 1 and 0.3 <= r <= 0.6:
        return 'Z4'
    elif v < 1 and r < 0.3:
        return 'Z2'
    return 'Excluded'

df['portfolio'] = df.apply(classify_project, axis=1)

# === MOZOLP ===
def optimize_portfolio(sub_df, label):
    print(f"\nOptimize_portfolio {label} ({len(sub_df)} projects)")

    if sub_df.empty:
        print("There are no projects for optimisation.")
        return pd.DataFrame()

    c = -sub_df['value'].to_numpy()
    A = [np.full(len(c), 57)]
    b = [2337]
    bounds = [(0, 1) for _ in range(len(c))]

    res = linprog(c, A_ub=A, b_ub=b, bounds=bounds, method='highs')

    if res.success:
        z = np.round(res.x)
        selected = sub_df[z == 1].copy()
        total_value = selected['value'].sum()
        total_risk = selected['risks'].sum()

    # === output table ===
    table = PrettyTable()

```

```

table.field_names = ["pr_no", "Value", "Risks"]
for _, row in selected.iterrows():
    table.add_row([int(row['pr_no']), row['value'], row['risks']])
print(table)

print(f"Selected {len(selected)} projects")
print(f"Portfolio value: {total_value:.2f}")
print(f"Portfolio risks: {total_risk:.2f}")
return selected
else:
    print("Optimisation unsuccessful.")
    return pd.DataFrame()

# === Clustering ===
portfolios = {}
colors = {'Z1': 'deepskyblue', 'Z2': 'blue', 'Z3': 'orange', 'Z4': 'purple'}

for label in ['Z1', 'Z2', 'Z3', 'Z4']:
    sub_df = df[df['portfolio'] == label].reset_index(drop=True)
    portfolios[label] = optimize_portfolio(sub_df, label)

# === Graphics ===
plt.figure(figsize=(10, 6))

for label, data in portfolios.items():
    if not data.empty:
        x = data['risks']
        y = data['value']
        prno = data['pr_no']
        plt.scatter(x, y, color=colors[label], label=label, s=100)

        for xi, yi, txt in zip(x, y, prno):
            plt.text(xi + 0.013, yi + 0.013, str(int(txt)),
                    fontsize=9, color='black')

plt.title("Value-Risks by category ProjectNumber")
plt.xlabel("Risks")
plt.ylabel("Value")
plt.grid(True)
plt.legend(title="Portfolio")
plt.tight_layout()
plt.show()

# === Saving results ===
for label, data in portfolios.items():
    if not data.empty:
        data.to_excel(f"portfolio_{label}.xlsx", index=False)
        print(f" portfolio_{label}.xlsx")

```

ДОДАТОК В.
ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ БАКАЛАВРА З СИСТЕМНОГО
АНАЛІЗУ

Шифр	Компетентності
K12	Здатність працювати в команді
K13	Здатність працювати в міжнародному контексті
K14	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
K17	Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем
K18	Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів
K19	Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів
K20	Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, виокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формулювати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними
K21	Здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування
K22	Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних
K23	Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань
K24	Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення
K25	Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії усно і в письмовій формі
K26	Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них
K29	Здатність до інтелектуального багатовимірного аналізу даних та їхньої оперативної аналітичної обробки з візуалізацією результатів аналізу в процесі розв'язання прикладних задач у різних галузях

ДОДАТОК Г

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Проректор з науково-педагогічної
роботи Національного технічного
університету «Дніпровська політехніка»



_____ Артем ПАВЛИЧЕНКО

«2» Вересня 2025р.

АКТ

**про впровадження результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня
доктора філософії в навчальний процес Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»**

Результати дисертаційної роботи Козир Світлани Василівни «Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційних методів» використовується у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» в навчальному процесі підготовки студентів за спеціальністю 124 «Системний аналіз» при викладанні наступних дисциплін:

- Проєктний аналіз - теми: «Аналіз соціально-економічних проєктів», «Аналіз ризиків проєктів»;
- Управління проєктам - теми : «Управління портфелем проєктів», «Ціннісно-орієнтоване управління проєктами»;
- Розвиток складних систем через портфелі проєктів - теми: «Сучасні концепції управління розвитком систем», «Проєкти та програми як тактичні засоби реалізації стратегій».

На основі дисертаційних досліджень підготовлено лекційні матеріали та розроблені завдання до індивідуальних практичних завдань.

Декан факультету інформаційних
технологій, к.т.н., доцент

Ірина УДОВИК

Зав. кафедрою Системного аналізу та
управління, к.т.н., доцент

Тімур ЖЕЛДАК

ДОДАТОК Д

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР

49005, м. Дніпро, а/с 484

Телефон/факс: +38 (067) 257-50-44
e-mail: office.psc@nas.gov.ua; <http://www.nas.gov.ua/pnc>

код ОКПО 01209713

вих. № 25 / 40 від 25.08.2025 р.

на № _____ від _____

АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи «Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційних методів» на здобуття наукового ступеня доктора філософії Козир Світлани Василівни

Сучасний етап розвитку вищої освіти в Україні характеризується впровадженням компетентнісного підходу, який передбачає орієнтацію освітнього процесу на формування у здобувачів не лише теоретичних знань, але й практичних умінь та навичок, які необхідні для ефективного здійснення професійної діяльності. Структура й зміст освітніх програм визначаються результатами навчання та набором компетентностей, адаптованих до сучасних викликів ринку праці та професійного середовища.

У дисертаційному дослідженні С.В. Козир запропоновано математичну модель формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувача в умовах дуальної підготовки, що базується на критеріях зменшення трудомісткості організації та викладання вибіркокових дисциплін учасниками навчального процесу. Застосування моделі забезпечує: оптимальний розподіл навчального навантаження між закладом вищої освіти та роботодавцями протягом усього періоду навчання; досягнення здобувачами цільового рівня компетентностей відповідно до вимог конкретного проєкту дуальної освіти; інтеграцію інтересів усіх зацікавлених сторін у процес формування змісту підготовки фахівців; гнучке коригування освітніх програм відповідно до актуальних потреб ринку праці та запитів роботодавців.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у роботу Придніпровського наукового центру НАН України і МОН України з метою використання їх у процесі рецензування та оцінювання актуальності, конкурентоспроможності й перспективності освітніх програм за дуальною формою здобуття освіти, а також у системах підтримки прийняття рішень щодо індивідуалізації освітніх траєкторій.

Акт впровадження результатів дисертаційних досліджень надано для представлення у спеціалізовану вчену раду.

Т.в.о. директора Придніпровського наукового
центру НАН України і МОН України
д-р техн. наук, с.п.с.



Сергій ДЗЮБА

ДОДАТОК Е

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ



УКРАЇНА
 МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ
 ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЇ
ДЕРЖАВНИЙ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДНІПРОВСЬКИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ
 51000, Дніпропетровська область, Дніпровський район,
 селище Царичанка, вулиця Соборна, 47
 тел. +380986334811
 e-mail: dnepnvc@ukr.net www.dnvcpprmgz.org.ua, код ЄДРПОУ 02541409

18.08.25 № 1615
 від _____

Щодо впровадження результатів
Дисертаційного дослідження

АКТ
 про впровадження результатів дослідження дисертації
 на здобуття наукового ступеня доктора філософії
 Козир Світлани Василівни

Цим актом засвідчується, що результати дисертаційного дослідження аспірантки кафедри системного аналізу та управління НТУ «Дніпровська політехніка» Козир С.В. на тему: «Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційних методів» прийнято до впровадження в інформаційно-аналітичні процеси ДПТНЗ «Дніпровський центр професійно-технічної освіти» (ДЦПТО).

В межах впровадження було застосовано розроблений авторкою метод комплексного оцінювання рівня цінності проєктів дуальної освіти, за допомогою якого визначено рівень цінності реалізації дуальної форми здобуття освіти (ДФЗО) за спеціальністю «Токар» (на базі 11 класів). Методика враховує унікальні компоненти проєктів, що формують цінність для ключових стейкхолдерів системи дуальної освіти: держави, роботодавців, закладів освіти та здобувачів освіти. Результати оцінювання представлені у вигляді функцій належності інтегральних оцінок та лінгвістичної інтерпретації рівнів прояву ціннісних компонентів.

ДЦПТО має досвід реалізації дуальних освітніх проєктів з 2018 року та веде статистику працевлаштування випускників. Згідно з аналітичними даними, впровадження ДФЗО сприяло зростанню частки випускників, які отримали третій (найвищий) робочий розряд, у середньому на 4,17%. Застосування методу дозволило визначити рівень цінності проєкту як «Високий», що підтверджується результатами експертного оцінювання, раніше проведеного адміністрацією закладу.

Таким чином, розроблений метод є ефективним інструментом для:

- оцінювання рівнів цінності проектів дуальної освіти;
- моніторингу змін очікувань стейкхолдерів;
- прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо впровадження та масштабування освітніх ініціатив.

Директор центру

Олександр СТРИЛЕЦЬ

Виконавець: Світлана ДИВОТОВА
067-280-1140



ДОДАТОК Ж

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ



УКРАЇНА
 МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ
 ОБЛДЕРЖАДМІНІСТРАЦІЇ
ДЕРЖАВНИЙ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДНІПРОВСЬКИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ
 51000, Дніпропетровська область, Дніпровський район,
 селище Царичанка, вулиця Соборна, 47
 тел. +380986334811
 e-mail: dneprnvc@ukr.net www.dnvcpprmgz.org.ua, код ЄДРПОУ 02541409

12.08.25 № 1601
 від _____

Щодо впровадження результатів
дисертаційного дослідження

АКТ
 про впровадження результатів дослідження дисертації
 на здобуття наукового ступеня доктора філософії
 Козир Світлани Василівни

Цим актом засвідчується, що результати дисертаційного дослідження аспірантки кафедри системного аналізу та управління НТУ «Дніпровська політехніка» Козир С.В. на тему: «Управління портфелем проєктів розвитку дуальної освіти на основі еволюційних методів» прийнято до впровадження в інформаційно-аналітичні процеси ДПТНЗ «Дніпровський центр професійно-технічної освіти» (ДЦПТО).

У межах впровадження було реалізовано авторський метод управління кейсами спеціальностей на основі моделей еволюції систем, який дозволив вирішити задачу ранжування спеціальностей на етапі ініціювання навчання за дуальною формою здобуття освіти (ДФЗО).

Методика передбачає використання нечітких інтелектуальних систем для визначення оптимальної стратегії управління системою дуальної освіти. З метою її реалізації було модифіковано класичну аналітичну модель McKinsey шляхом інтеграції тренду еволюції спеціальності до ключових критеріїв моделі - привабливості ринку праці та конкурентного статусу закладу освіти. На відміну від традиційного підходу, де конкурентний статус визначається лише на поточний момент часу, запропонована модель дозволяє прогнозувати його динаміку протягом стратегічного періоду, а також формувати відповідну стратегію управління освітнім проєктом.

У результаті застосування методу було здійснено ранжування спеціальностей - кандидатів до портфеля проектів дуальної освіти. На основі отриманих даних прийнято рішення про запровадження навчання за спеціальністю «Майстер з монтажу та обслуговування систем відновлювальної енергетики» (на базі 9 класів), з подальшим впровадженням ДФЗО з третього року навчання.

Також підтверджено доцільність продовження реалізації проекту дуальної освіти за спеціальністю «Токар», як такого, що демонструє стабільну конкурентоспроможність.

Директор центру



Олександр СТРИЛЕЦЬ

Виконавець: Світлана ЖИВОТОВА

067-280-21-03