

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ**

**Кваліфікаційна робота  
магістра**

на тему **МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ  
ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ**

Виконав: студент II курсу, групи 8.0512-ек  
спеціальності 051 «Економіка»  
освітньої програми «Економічна кібернетика»

Янкін Денис Миколайович

Керівник: доцент кафедри економічної кібернетики,  
к.е.н. Чеверда Сергій Сергійович

Рецензент: доцент кафедри економічної  
кібернетики, д.е.н., доцент Іванов С.М.

Запоріжжя  
2023



## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	к.е.н. Чеверда С.С.	20.09.2023	08.10.2023
Розділ 2	к.е.н. Чеверда С.С.	09.10.2023	29.10.2023
Розділ 3	к.е.н. Чеверда С.С.	30.10.2023	20.11.2023

7. Дата видачі завдання 18.09.2023 \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Формування мети та завдань кваліфікаційної роботи	18.09-23.09.2023	Виконано
2.	Складання плану роботи	25.09-30.09.2023	Виконано
3.	Підготовка I розділу	02.10-21.10.2023	Виконано
4.	Підготовка II розділу	23.10-04.11.2023	Виконано
5.	Підготовка III розділу	06.11-26.11.2023	Виконано
6.	Оформлення висновків та роботи	27.11-30.11.2023	Виконано
7.	Підготовка до захисту і нормоконтролю	28.11-01.12.2023	Виконано

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Янкін Д.М.

Керівник роботи (проєкту)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Чеверда С.С.

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

(підпис)

Макаренко О.І.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 127 с., 10 рис., 2 табл., 94 джерела.

Об'єкт дослідження – управління бізнес-процесами в проєктному офісі аутсорсингової компанії.

Предмет дослідження – математичні моделі та методи управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової компанії.

Мета роботи – розробка комплексу математичних моделей для управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової компанії, яка сприяла б підвищенню ефективності управлінських рішень.

Методи дослідження – науковий аналіз, порівняння і групування даних, узагальнення і систематизація, нечітке моделювання, гібридні методи, нейро-мережеве моделювання, VRMN нотації.

У роботі проведено аналіз стану та тенденцій розвитку ринку аутсорсингових послуг в Україні. Досліджено теоретичні підходи до моделювання бізнес-процесів проєктного офісу аутсорсингової компанії. Проаналізовано існуючі моделі оптимізації проєктних портфелів, розподілу задач в ІТ-проєктах та оцінювання ефективності працівників. На основі проведеного аналізу теоретичного підґрунтя для моделювання було розроблено моделі бізнес-процесів проєктного офісу аутсорсингової компанії на основі методів інтелектуального аналізу даних для ефективної обробки складних даних. Запропоновано модель оптимального портфеля проєктів з використанням нейро-нечіткого підходу, модель оцінювання виконання задач в ІТ-проєктах на основі нечіткої логіки та модель оцінки ефективності персоналу з використанням гібридного підходу. Розроблені моделі дозволяють формалізувати та оптимізувати ключові бізнес-процеси аутсорсингової компанії.

АУТСОРСИНГ, УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЄКТІВ, РОЗПОДІЛ ЗАДАЧ, ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ, НЕЙРО-НЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ, НЕЧІТКА ЛОГІКА, ГІБРИДНІ МОДЕЛІ.

## SUMMARY

The master's thesis contains three sections, 127 pages, 10 figures, 2 tables, 94 sources.

Subject of research: is business process management in the project office of an outsourcing company.

The subject of research is mathematical models and methods for managing the business processes of the project office of an outsourcing company.

The purpose is to develop a set of mathematical models for managing the business processes of the project office of an outsourcing company, which would increase the efficiency of management decisions.

Research methods: scientific analysis, comparison and grouping of data, generalization and systematization, fuzzy modeling, hybrid methods, neural network modeling, BPMN notation.

The paper analyzes the state and development trends of the outsourcing services market in Ukraine. The theoretical approaches to modeling the business processes of the project office of an outsourcing company are investigated. The existing models of project portfolio optimization, task distribution in IT projects and employee performance evaluation are analyzed. Based on the analysis of the theoretical basis for modeling, models of business processes of the project office of an outsourcing company were developed on the basis of data mining methods for efficient processing of complex data sets. A model of the optimal project portfolio using a neuro-fuzzy approach, a model for evaluating task performance in IT projects based on fuzzy logic, and a model for evaluating staff efficiency using a hybrid approach are proposed. The developed models allow to formalize and optimize the key business processes of an outsourcing company.

OUTSOURCING, BUSINESS PROCESS MANAGEMENT, PROJECT PORTFOLIO OPTIMIZATION, TASK ALLOCATION, PERFORMANCE EVALUATION, NEURO-FUZZY MODELING, FUZZY LOGIC, HYBRID MODELS.

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

РЕФЕРАТ

SUMMARY

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ.....	10
1.1 Стан і тенденції розвитку ринку аутсорсингових послуг в Україні.....	10
1.2 Поняття та сутнісна характеристика бізнес-процесів в контексті аутсорсингових підприємств.....	19
1.3 Наукові підходи до моделювання управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової компанії.....	29
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ.....	38
2.1 Моделі та методи формування оптимального портфеля проєктів для аутсорсингових компаній.....	38
2.2 Моделі та методи розподілу задач при управлінні ІТ-проєктам в умовах невизначеності.....	52
2.3 Моделі та методи оцінювання ефективності працівників проєктних офісів аутсорсингових ІТ-компаній.....	59
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ.....	80
3.1 Модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проєктів в аутсорсинговій компанії» на базі нейро-нечіткої моделювання включення проєктів в портфель аутсорсингової компанії.....	80
3.2 Модель бізнес-процесу управління задачами в ІТ-проєкті на базі нечіткого моделювання.....	91
3.3 Модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN на базі гібридної моделі.....	102
ВИСНОВКИ.....	117
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ТА ПОСИЛАННЯ.....	120

## ВСТУП

Ефективне управління бізнес-процесами є запорукою успішного функціонування та розвитку сучасних організацій. Це особливо важливо для аутсорсингових компаній, результативність яких безпосередньо залежить від чіткої координації та оптимізації бізнес-процесів.

Згідно з дослідженнями М. Портера, Г. Мінцберга, М. Хаммера та інших науковців, саме ефективне управління бізнес-процесами дозволяє організаціям гнучко реагувати на зміни ринкового середовища, скорочувати витрати та терміни виконання завдань. В той же час, як зазначають Е.Г. Ойхман та Е.В. Попов, саме в аутсорсингових проєктних офісах часто виникають проблеми фрагментарності, дублювання функцій та надмірної бюрократизації процесів. Ці недоліки призводять до зниження ефективності, зростання витрат часу та ресурсів. Таким чином, питання моделювання та вдосконалення бізнес-процесів проєктних офісів аутсорсингових компаній є надзвичайно актуальним. Його вирішення дозволить підвищити конкурентоспроможність таких організацій на ринку аутсорсингових послуг.

Разом з тим, незважаючи на вагомість зазначеної проблематики, вітчизняними науковцями приділено недостатньо уваги саме моделюванню та оптимізації управління бізнес-процесами в проєктних офісах ІТ аутсорсингу. Отже, дослідження в цьому напрямі є актуальними та матимуть як наукове, так і прикладне значення.

*Мета роботи:* розробка комплексу математичних моделей для управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової компанії, яка сприяла б підвищенню ефективності управлінських рішень.

Для реалізації мети поставлено та виконано такі завдання:

- проаналізувати тенденції та закономірностей розвитку галузі ІТ-аутсорсингу в Україні;
- дослідити підходи до управління бізнес-процесами проєктного офісу;

- проаналізувати існуючі моделі та методи оцінювання ефективності працівників проєктних офісів аутсорсингових ІТ-компаній;
- проаналізувати існуючі моделі та методи розподілу задач при управлінні ІТ-проєктам в умовах невизначеності;
- проаналізувати існуючі моделі та методи формування оптимального портфеля проєктів для аутсорсингових компаній;
- розробити модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проєктів в аутсорсинговій компанії» на базі нейро-нечіткої моделювання включення проєктів в портфель аутсорсингової компанії;
- розробити модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN на базі гібридної моделі;
- розробити модель бізнес-процесу управління задачами в ІТ-проєкті на базі нечіткого моделювання.

*Наукова і практична новизна кваліфікаційної роботи* полягає у розробці моделей бізнес-процесів проєктного офісу аутсорсингової компанії які базуються на інструментарії інтелектуального аналізу даних, та дозволяють ефективно та своєчасно обробляти та інтерпретувати складні набори даних для раціоналізації бізнес-процесів, підвищення задоволеності клієнтів та збільшення прибутковості аутсорсингової компанії:

- розроблена модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN на базі гібридної моделі, яка поєднує переваги методу 360 градусів, нечіткої логіки та генетичних алгоритмів;
- розроблена модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проєктів в аутсорсинговій компанії» на базі нейро-нечіткої моделі включення проєктів в портфель аутсорсингової компанії;
- розроблено модель бізнес-процесу «Управління задачами в ІТ-проєкті», на базі нечіткої моделі розподілу задач при управлінні ІТ-проєктам в умовах невизначеності.



Результати кваліфікаційної роботи були представлені:

1. Янкід Д.М., Чеверда С.С. Ідентифікація ключових показників ефективності бізнес-процесів проєктного офісу аутсорсингової компанії. Управління соціально-економічним розвитком регіонів і держави: зб. матеріалів XVII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 20–21 квіт. 2023 р.). Запоріжжя: ЗНУ, 2023. С. 210–212.

2. Янкід Д.М., Чеверда С.С. Застосування інтелектуального аналізу даних для управління бізнес-процесами проєктного офісу. Виклики та перспективи розвитку нової економіки на світовому, державному та регіональному рівнях: зб. матеріалів XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 19–20 жовт. 2023 р.). Запоріжжя: ЗНУ, 2023. С. 154–157.

3. Янкід Д.М., Чеверда С.С. Застосування нечіткого моделювання при управлінні проєктами. Економіка сьогодні: проблеми моделювання та управління: зб. матеріалів XIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 22–23 лист. 2023 р.). URL: <https://economicstoday2023.forumotion.me/t37-topic>.

4. Янкід Д.М., Чеверда С.С. Analysis of software tools for fuzzy modeling of business processes of project office of outsourcing company. Ефективність міжнародної економічної інтеграції: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 3 лист. 2023 р.). Львів-Торунь: Liha-Pres, 2023. С. 35–38.

5. Yankin D.M., Cheverda S.S. Software complexes and fuzzy modeling environments for busi-ness process management of the project office of the outsourcing company, Proceedings of the IX international scientific conference «Development of science in the XXI century» (Dortmund, Germany, October 26–27, 2023). Pp. 38–41. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10058959>.

6. Yankin D.M., Cheverda S.S. Application of fuzzy modeling for task allocation in it project management. Sciences of Europe. 2023. No.128. Pp. 8–15. URL: [10.5281/zenodo.10081860](https://doi.org/10.5281/zenodo.10081860) (Index Copernicus).

7. Yankin D.M., Cheverda S.S. Data mining and business intelligence in managing the business processes of the project office of an outsourcing company. Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки. 2023. № 4 (60) (Index Copernicus).

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ

#### 1.1 Стан і тенденції розвитку ринку аутсорсингових послуг в Україні

Аутсорсинг – це стратегічний інструмент управління, що передбачає передачу неосновних функцій і пов'язаних з ними активів підприємства в управління професійному підряднику (аутсорсеру). Це дозволяє підприємству сконцентруватися на своїх основних компетенціях та задачах, підвищити ефективність та якість своєї діяльності, а також знизити витрати на утримання внутрішньої інфраструктури [48].

Термін «аутсорсинг» був введений у 1989 році компанією Eastman Kodak для опису нової концепції управління [49]. З того часу, аутсорсинг став популярним і широко застосовується в різних галузях індустрії.

Існує декілька видів аутсорсингу, таких як Selfsourcing, Outtasking та Outsourcing. Selfsourcing передбачає незалежне обслуговування власних систем підприємством, Outtasking – передачу певного завдання сторонній організації, а Outsourcing передбачає передачу інфраструктури компанії зовнішньому менеджеру. Аутсорсинг є важливим інструментом для бізнесу, що дозволяє підприємствам бути конкурентоспроможними на ринку. Це також забезпечує зменшення витрат на управління та збільшення ефективності діяльності підприємства. Водночас, важливо пам'ятати, що вибір аутсорсингового партнера та контроль за виконанням робіт має бути належним, щоб запобігти можливим ризикам та проблемам [48].

Однією з ключових тенденцій розвитку аутсорсингового ринку є розширення його обсягів і зростання кількості функцій, які можуть бути передані зовнішнім підрядникам. На сьогоднішній день аутсорсинг є не тільки стратегічним рішенням, але й ефективним методом оптимізації витрат на непродуктивні процеси. Зокрема, за допомогою аутсорсингу можна передати

відділи бухгалтерії, кадрів, логістики, маркетингу, а також розробку та підтримку програмного забезпечення.

Популярні види аутсорсингу включають аутсорсинг виробництва, бізнес-процесів та географічний аутсорсинг. Останній передбачає перенесення певних частин бізнесу в країни з низькими витратами на виробництво та обслуговування. Така практика є особливо ефективною для компаній, які мають великі обсяги виробництва та високу конкурентну боротьбу на ринку.

Інформаційні технології вважаються одним з найбільш розвинених напрямків аутсорсингу. Це пов'язано з тим, що вони стали невід'ємною частиною функціонування будь-якої компанії. Аутсорсинг інформаційних технологій дозволяє компаніям знизити витрати на розробку та підтримку інфраструктури, а також підвищити рівень безпеки та надійності роботи всіх інформаційних систем.

ІТ-аутсорсинг – це стратегічне рішення для передачі компетенційних завдань у сфері інформаційних технологій на спеціалізовану компанію. Це може включати підтримку мережевої інфраструктури, розміщення баз даних на серверах, управління системами та інші обов'язки. Компанії, що вибирають ІТ-аутсорсинг, часто мають бажання зосередитися на своїй основній діяльності та знизити витрати на непрофільні функції. Це дає змогу поліпшити якість обслуговування клієнтів та забезпечити більш ефективну організацію.

ІТ-аутсорсинг є однією з найбільш динамічних і перспективних галузей в Україні, що привертає увагу багатьох дослідників.

Зокрема, тенденції та перспективи розвитку ринку ІТ-аутсорсингу в Україні досліджували І. Островський, М. Пітюлич, С. Кулицький та інші. Вони акцентують увагу на позитивних чинниках зростання цієї галузі, серед яких - наявність кваліфікованих і відносно дешевих ІТ-кадрів, сприятливі умови оподаткування, географічна близькість до країн ЄС [74, 77].

Проблеми та ризики, що стримують розвиток ІТ-аутсорсингу в Україні, досліджували Н. Краус [61], Т. Князева [59], А. Старостіна [86]. Серед них – політична та економічна нестабільність, недосконалість законодавства у сфері

захисту інтелектуальної власності, дефіцит кадрів через відтік ІТ-фахівців за кордон.

Також зарубіжні науковці R. Hirschheim, B. Nicholson [44], S. Balaji [48] аналізують ризики аутсорсингу ІТ та шляхи їх мінімізації, питання захисту даних та інтелектуальної власності.

Серед зарубіжних дослідників питаннями ІТ-аутсорсингу займалися T. Lacity, L.P. Willcocks, M.C. Lacity, D.F. Feeny [52], J.D. Rottman, O.E. Williamson та інші.

Зокрема, вони аналізували мотивацію компаній до аутсорсингу ІТ-послуг, чинники успіху та причини невдач таких проєктів, стратегії управління відносинами з ІТ-провайдерами [62].

J. Yip та J. Roos акцентували увагу на питаннях захисту інтелектуальної власності та конфіденційних даних при ІТ-аутсорсингу, а також на впливі культурних відмінностей на взаємодію закордонних компаній та аутсорсерів [93].

S. Manning розглядав переваги ІТ-аутсорсингу для малих і середніх підприємств [66]. Y. Goo та R. Huang проаналізували вплив аутсорсингу на інновації та конкурентоспроможність компаній [47].

В останні десятиліття індустрія інформаційно-комунікаційних технологій демонструє одні з найвищих темпів зростання у світовій економіці. Цей сектор істотно впливає на розвиток світового господарства. Впровадження новітніх технологій дозволяє оптимізувати бізнес-процеси, ефективніше використовувати ресурси, прискорювати обмін даними. За допомогою інформаційних технологій можна керувати та контролювати практично всіма бізнес-процесами.

В результаті, компанії стикаються з проблемою високих витрат на ІТ-обслуговування своєї діяльності. Гостро це питання постає у розвинених країнах, де конкуренція значно вища. Тому підприємства вимушені оптимізувати витрати та підвищувати ефективність усіх підрозділів, в тому числі ІТ.

Одним із інструментів вирішення цієї проблеми може стати аутсорсинг інформаційних технологій – передача ІТ-функцій зовнішнім компаніям. Щодо поняття аутсорсингу інформаційних технологій (ІТ), то це практика передачі компанії-замовником усіх або частини ІТ-функцій компанії-виконавцю. Серед найпоширеніших нині видів ІТ-аутсорсингу варто виокремити:

- передачу другорядних сервісів підтримки інфраструктури в іншу країну (ІТО – інфраструктурний ІТ-аутсорсинг);
- передачу некритичних для бізнесу процесів, що потребують значних обсягів некваліфікованої праці, в іншу країну (ВРО – аутсорсинг бізнес-процесів);
- розробку програмного забезпечення на замовлення [54].

Аутсорсинг є суперечливим процесом, котрий має переваги і недоліки як для компаній, що його застосовують, так і для країни загалом. Основні переваги для компаній включають:

- можливість зосередитися на основній діяльності;
- зниження витрат на ІТ;
- мінімізація ризиків завдяки передачі ІТ іншим компаніям;
- отримання фінансової гнучкості.

Недоліки ІТ-аутсорсингу:

- втрата повного контролю над ІТ-інфраструктурою;
- залежність від виконавця, зокрема щодо безпеки;
- зниження продуктивності власного персоналу [81].

Впровадження та управління ІТ-аутсорсингом може компенсувати його недоліки.

В Україні спостерігається позитивна динаміка розвитку галузі інформаційних технологій на відміну від інших галузей. Зараз глобальний ринок ІТ-аутсорсингу оцінюється у 300 млрд доларів США, а Україна з обсягом 5 млрд має перспективи для зростання своєї активності та присутності на цьому ринку.

Лідером на ринку ІТ-аутсорсингу є Індія та Китай, але також привабливим місцем є і Східна Європа. Україна є одним з найбільших розробників інформаційних продуктів та ІТ-аутсорсингу в регіоні. Розвиток ІТ-аутсорсингу в Україні вже дає позитивні макроекономічні ефекти та може сприяти структурним змінам економіки. Серед ефектів ІТ-аутсорсингу:

- покращення структури ринку праці;
- надходження іноземної валюти та поліпшення платіжного балансу;
- збільшення внутрішнього попиту;
- подолання розшарування населення;
- посилення фінансової безпеки держави.

Протягом останнього десятиліття відбувається зростання ринку ІТ-аутсорсингу в Україні - з 1,8 млрд доларів у 2012 р. до майже 5 млрд доларів у 2021 р. І тільки повномасштабне вторгнення Російської Федерації до України призвело до падіння цієї тенденції (рис. 1.1).

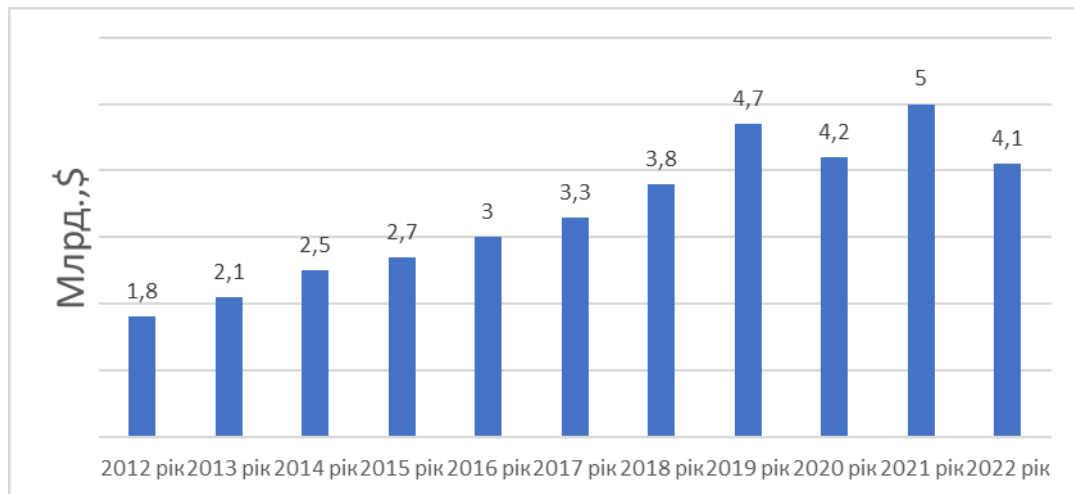


Рисунок 1.1 – Динаміки розвитку ринку аутсорсингу в Україні за період з 2012 по 2022 рік [26]

В середньому щорічне зростання обсягу ринку ІТ-аутсорсингу в Україні протягом довоєнного періоду становило 20%, що є дуже високим показником. В цей період обсяг ринку можна порівняти з українським експортом сталі та

металопродукції, під час війни цей показник знизився але темпи його падіння незначні в порівнянні з продуктовими галузями економіки.

Оцінюючи стан ІТ-аутсорсингу, слід порівняти обсяг ринку України з країнами-конкурентами в Європі. До європейських лідерів за обсягом ринку належать Польща, Румунія, Угорщина та Чехія. Україна посідала перше місце в регіоні з показником 5 млрд доларів. Водночас складно порівнювати Україну з гігантами на кшталт Індії, де обсяг ринку сягає 86 млрд доларів.

За даними Асоціації ІТ України, наша країна посідає 4 місце у світі за кількістю сертифікованих ІТ-фахівців. Також Україна входить у ТОП-30 локацій для розробки програмного забезпечення. Це свідчить про величезний потенціал зростання галузі [71].

Потенціал розвитку ІТ-аутсорсингу в Україні полягає у тому, що для збільшення обсягів не потрібні великі інвестиції в основні засоби, адже головний ресурс – людський капітал. Українські фахівці займаються розробкою інформаційних продуктів на замовлення компаній Європи та США. Поширеним є також надання послуг фрілансу.

За даними дослідження Topdev, у 2021 році Україна зберегла лідерство у Східній Європі з розробки інформаційних продуктів на умовах фрілансу, незважаючи на скорочення частки на 8%.

Україна продовжує лідирувати у Східній Європі за обсягами фрілансу в сфері ІТ, виконуючи третину відповідних замовлень у регіоні. З одного боку, поширення фрілансу може негативно позначитися на країні через втрати бюджетних надходжень. З іншого боку, це сприяє припливу валюти, підвищенню купівельної спроможності населення та формуванню середнього класу.

Висока частка фрілансу вказує на недосконалість регулювання ІТ-галузі в Україні. Наразі наша держава не повною мірою реалізувала наявний потенціал ринку ІТ-аутсорсингу, про що свідчить стійкий попит на кваліфікованих ІТ-фахівців. Зважена політика розвитку аутсорсингу може

перетворити його на потужний чинник економічного зростання. Серед головних перешкод його розвитку постають наступні:

- відсутність законодавчого врегулювання аутсорсингу;
- недостатня популяризація вітчизняного ринку;
- низький рівень англійської мови фахівців;
- високі бізнес-ризики;
- нестабільність економічної та політичної ситуації.

Отже, ІТ-аутсорсинг може стати провідним напрямком експорту України за умови подолання існуючих проблем.

На сьогодні, українські компанії, що спеціалізуються на технологічних та програмних рішеннях, активно розвиваються і набирають потужності, аби стати ключовими гравцями у сфері аутсорсингу інформаційних технологій.

Унікальність та привабливість аутсорсингу ІТ-послуг в Україні для міжнародних корпорацій полягає у наступних чинниках:

По-перше, високий рівень кваліфікації та досвіду. Український ІТ-ринок нараховує понад 166 000 експертів, займаючи четверте місце у світі за чисельністю технічних фахівців, слідуючи за США та Індією. Такі світові гранди як Microsoft, Intel, eBay, Samsung та Oracle, вже оцінили потенціал українського ІТ-простору для задоволення власних бізнес-вимог, переносячи аутсорсинг у дану країну. Місцеві спеціалісти пропонують ефективні та надійні ІТ-рішення, засновані на глибоких знаннях, відповідальному управлінні та культурній сумісності. Варто відмітити, що український ринок технологій відповідає світовим нормам, впроваджуючи інноваційні рішення в аутсорсинговій сфері. SkillValue визнає українських розробників одними з найкращих у світі.

Особливість місцевих провайдерів полягає у розробці моделей співпраці між підприємствами, заснованих на прозорості, взаємній довірі, увазі до потреб клієнта, акценті на досвіді, а не лише середніх показниках, а також оволодінні необхідними м'якими навичками, які привабливі для аутсорсерів.



По-друге, висока якість технічної освіти та кадрових ресурсів. Традиційно, українська освіта знаменита своєю ґрунтовною підготовкою. ІТ-освіта в Україні має велику популярність та відповідає сучасним тенденціям. Крім того, наявні різноманітні освітні можливості, які включають тренінги, курси та спеціалізовані школи, що розроблені для тих, хто бажає набути практичні навички розробки програмного забезпечення або поглибити знання у передових технологіях, таких як штучний інтелект, аналіз даних, інтернет речей, робототехніка тощо.

Згідно з даними профілів розробників на LinkedIn, вони мають високу кваліфікацію у ключових технологіях, таких як Java, С, С#, JavaScript, PHP та .NET. Майже кожна мова програмування та технологія представлена на українському ринку, починаючи від Unity3D і розробки мобільних додатків до Scala та Magento.

З понад тисячею ІТ-компаній та більше ніж 2 тисячами стартапів у країні, широкий спектр ІТ-послуг доступний на всій території України, від розробки програмного забезпечення та контролю якості до науково-дослідницьких та консультативних послуг.

По-третє, сприятливе співвідношення ціни та якості. Відомо, що однією з мет аутсорсингу є підвищення ефективності витрат. Україна є одним з регіонів, де ІТ-провайдери пропонують конкурентоспроможні ціни; компанії можуть очікувати на зниження витрат на 40% - 60%, передавши аутсорсинг розробки програмного забезпечення в Україну. Все більше компаній з різних країн світу визнають інвестиційний потенціал у технологічні можливості України.

По-четверте, географічне розташування та часовий пояс. Україна розташована в Європі, що сприяє співпраці з компаніями з різних куточків світу. Часовий пояс країни дозволяє підтримувати ефективний режим роботи з клієнтами з Європи, Північної Америки та Азії. Це полегшує комунікацію між командами та дозволяє оперативно реагувати на зміни у вимогах проєкту.

Низький рівень життя в Україні сприяє розвитку іт-аутсорсингу, а високий розвиток в секторі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), актуальне законодавче середовище, регулювання охорони даних, безпеки та адаптивності забезпечують привабливість для аутсорсингових партнерів. Українські ІТ-компанії та спеціалісти з програмного забезпечення відомі на світовому ринку завдяки передовим технологіям та компетенції в галузі ІТ. Вони пропонують рішення для клієнтів різних сфер, починаючи від стартапів та закінчуючи великими корпораціями, що дозволяє їм бути лідерами у галузі ІТ-аутсорсингу.

Вітчизняні ІТ-компанії пропонують широкий спектр послуг, які включають розробку програмного забезпечення, мобільні та веб-застосунки, контроль якості, дизайн, UX/UI-аналіз, аутсорсинг бізнес-процесів (BPO), науково-дослідницькі роботи, аналітику, ІТ-консалтинг, підтримку та технічне обслуговування. Внаслідок цього, клієнти аутсорсингу можуть зосередитися на своїх основних завданнях, оптимізуючи ресурси та витрати. Українські аутсорсингові компанії дають замовникам можливість отримати комплексні рішення, зберігаючи єдину команду, що сприяє ефективній співпраці.

Україна займає лідерську позицію у сфері ІТ-аутсорсингу в Європі, із стабільним річним зростанням на рівні 20-25%. Вітчизняний експорт програмного забезпечення та ІТ-послуг продовжує різко зростати з кожним роком.

Аналіз холдингу «АНКОР» відображає успішність українського аутсорсингу, враховуючи популярність послуг різного спектру відповідно до їхньої якості. Серед українських підприємств найбільш затребуваними є ІТ-послуги (40,5%), логістичні послуги (35,1%), ресурсне забезпечення виробничих процесів (27%), маркетингові послуги (21,6%), рекрутингові послуги (18,9%), облікові послуги (13,5%) та розрахунок заробітної плати (13,5%).

Ці дані підтверджують, що український ІТ-аутсорсинговий сектор надає значний спектр високоякісних послуг, які відповідають потребам міжнародних клієнтів. Завдяки цьому, Україна стала привабливим місцем для підприємців з усього світу, які прагнуть ефективно та економічно оптимізувати свою діяльність. Вітчизняні ІТ-компанії продовжують розширювати свої послуги та покращувати якість, щоб задовольнити зростаючі потреби світового ринку і зміцнити свої позиції на арені ІТ-аутсорсингу.

## 1.2 Поняття та сутнісна характеристика бізнес-процесів в контексті аутсорсингових підприємств

Бізнес-процеси є важливою частиною діяльності будь-якої організації, оскільки саме вони забезпечують створення цінності для клієнтів та досягнення цілей компанії. Для проєктних офісів, які спеціалізуються на реалізації різноманітних проєктів, ефективність бізнес-процесів є запорукою успішного функціонування.

До бізнес-процесів проєктного офісу, можна віднести процеси підготовки та реалізації проєктів, процеси залучення та управління ресурсами, процеси адміністрування та звітності тощо.

У науковій літературі існує безліч визначень поняття «бізнес-процес», розглянемо підходи та трактування до цієї дефініції.

Проаналізуємо відомі нам визначення поняття бізнес-процесу. Наприклад, бізнес-процес є:

«Сукупністю різних видів діяльності, в рамках якої «на вході» використовуються один або декілька видів ресурсів, і в результаті цієї діяльності на «виході» створюється продукт, що становить цінність для споживача» [40] (М. Хаммер, Дж. Чампі);

«Будь-якими видами діяльності в роботі організації» [43] (Е. Демінг);

«Сукупністю взаємопов'язаних ресурсів та діяльності, яка перетворює вхідні елементи у вихідні» [6];

«Стійкою, цілеспрямованою сукупністю взаємопов'язаних видів діяльності, яка за певною технологією перетворює входи на виходи за визначеними правилами за допомогою певних механізмів» [7] (ISO/IEC, 2008).

«Множиною внутрішніх кроків (видів) діяльності, що починаються з одного і більше входів та закінчуються створенням продукції, необхідної клієнту (просто клієнт або процес, що протікає у зовнішньому середовищі компанії) та задовольняє його за вартістю, довговічністю, сервісом і якістю» [31];

«Набором логічно взаємопов'язаних дій, виконуваних для досягнення певного результату бізнес-діяльності» [40] (Т. Давенпорт, Дж. Шорт);

«Набором динамічно скоординованих, виконуваних спільно, транзакційних дій, які забезпечують цінність для клієнтів» [85] (Х. Сміт і П. Фінгар).

«Структурованою кінцевою множиною дій, спроектованих для виробництва специфічної послуги для конкретного споживача чи ринку» [41] (Т. Давенпорт);

«Специфічно впорядкованою сукупністю робіт, завдань у часі та просторі, з зазначенням початку і кінця, точним визначенням входів і виходів» [38] (Т. Давенпорт);

«Структурованим, вимірюваним набором дій, створеним, щоб виробити певний результат для конкретного клієнта чи ринку» [39] (Т. Давенпорт);

«Сутністю, визначеною через точки входу і виходу, інтерфейси та організаційні пристрої, частково включно з пристроями споживача послуг/товарів, в якій відбувається нарощування вартості виробленої послуги/товару» [78] (М. Портер);

«Логічною серією взаємозалежних дій, які використовують ресурси підприємства для створення або отримання в оглядовому чи вимірювано

передбачуваному майбутньому корисного для замовника результату, такого як продукт чи послуга» [10] (Є.З. Зіндер);

«Дією, що переводить вхід системного об'єкта у вихід» [21] (С.П. Ніканоров, 1969);

«Горизонтальною ієрархією внутрішніх та взаємозалежних між собою функціональних дій, кінцевою метою яких є випуск продукції або окремих її компонентів» [16];

«Систематизованою послідовністю виконання функціональних операцій, які приносять специфічний результат» [56] (TeleManagement Forum).

Звернемо увагу, що деякі автори визначають поняття бізнес-процес через термін діяльність, а інші - через терміни робота чи дія. Наприклад, визначення 13 оперує терміном діяльність, визначення 4 – 5 використовують обидва, нарешті, визначення 5 – 14 спираються на термін дія. Констатуємо, що більшість визначень не розрізняють поняття діяльність і робота; під стійкістю розуміють повторюваність дій, говорять про трансформацію входів у виходи (хоча не кожна робота процесу пов'язана з перетворенням); згадують створювану цінність для споживача (хоча допоміжні процеси цінності для замовника не створюють). Це зумовлює необхідність по-новому визначити цей термін.

Поняття «процес» і «діяльність» лексично ідентичні, що призводить до плутанини та рекурсивних визначень. Порівняємо визначення Е. Демінга – «процес є будь-якими видами діяльності в роботі організації» [1] і визначення терміну «діяльність — процес активної взаємодії суб'єкта зі світом, під час якого суб'єкт задовольняє якісь свої потреби» [5]. Має місце рекурсія – термін «процес» визначається через поняття «діяльність», а термін діяльність – через процес.

Звернемо увагу, що термін бізнес у широкому сенсі трактується як «діяльність взагалі, причому не лише економічна, це і ділове життя, і ділові кола, і підприємництво» [84].

У процесному управлінні вид діяльності характеризує напрямок бізнесу, в якому працює підприємство. Наприклад, яку діяльність здійснює банк? Якщо кредитну, то він комерційний, а якщо надає послуги з торгівлі фінансовими інструментами – інвестиційний. Процес є одним із способів здійснення діяльності, він завжди пов'язаний з обробкою певного матеріального чи інформаційного об'єкта, який подається на вході і після перетворення утворює вихід.

Бізнес-процес є технологією досягнення запланованого результату. Технологією в широкому сенсі називають сукупність методів, процесів, засобів та матеріалів, які використовуються в будь-якій галузі діяльності, а також науковий опис способів технічного виробництва. Технологія «в вузькому сенсі – це комплекс організаційних заходів, операцій та прийомів, спрямованих на виготовлення, обслуговування, ремонт та/або експлуатацію виробу з номінальною якістю та оптимальними витратами, і обумовлених поточним рівнем розвитку науки, техніки та суспільства в цілому» [1].

Для цього технологія пропонує розкласти роботу на елементарні складові, зафіксувати і регламентувати їх. Таким чином, вимога відтворюваності результату зумовлює повторюваність виконуваних працівниками дій, а не навпаки. Повторюваність робіт є необхідною, але недостатньою умовою. Неправильно трактувати процес як послідовність повторюваних робіт, оскільки це не гарантує отримання відтвореного результату.

Бізнес-процес є технологією (в вузькому сенсі) виробництва товарів та послуг, останні, на відміну від матеріального виробництва, не завжди мають матеріальне втілення. Вважатимемо, що відтворюваність результату є найважливішим критерієм, який дозволяє виділити бізнес-процеси з інших видів діяльності.

Під терміном бізнес-процес розумітимемо сукупність взаємопов'язаних операцій, спрямованих на отримання відтвореного та повторюваного результату. У цьому визначенні робиться наголос на повторюваності

властивостей продукту процесу, а не показників процесу. Це означає, що кожен екземпляр результату може бути однозначно ідентифікований, а кількість продуктів або послуг, отриманих за певний інтервал часу, може бути порахована [84].

Стандарт ISO 21500 визначає проєкт як унікальний набір процесів, що складаються зі скоординованих і керованих завдань з початковою і кінцевою датами, вжитих для досягнення мети [55].

Проєкт – це сукупність робіт, пов'язаних з досягненням запланованої мети, яка має унікальний характер [29]. Унікальність мети означає, що суб'єкт може спочатку мати нечітке уявлення про передбачуваний результат і спосіб його досягнення. Тому потрібне попереднє ретельне планування. Якщо спосіб виконання робіт, включених у проєкт, показав свою ефективність, організація може спробувати повторити ці дії, щоб почати відтворювати результат. Проєкт плавно перетворюється на процес, а не навпаки.

Отже, змішувати поняття проєкт і процес неприпустимо. Запропоноване визначення дозволяє чітко розмежувати проєкт і процес, використовуючи як критерій відтворюваність результату.

Існує суттєва подібність між технологічними та бізнес-процесами, обидва описують послідовність операцій, що перетворюють вхід на результат із заданими характеристиками. Тому компанії непромислової сфери, а саме до таких відносяться аутсорсингові компанії, які впроваджують у себе методи організації діяльності, характерні для промисловості, можуть розраховувати на досягнення високих показників продуктивності й ефективності праці. Разом з тим, бізнес-процеси мають низку особливостей, які слід враховувати при переході до процесного управління.

Порядок виконання операцій бізнес-процесу не є лінійним, в ньому присутня складна логіка передачі управління, що включає повернення назад для повторної обробки чи випереджувальні переходи вперед, оминаючи деякі операції.

Логіка прийняття рішення в бізнес-процесі складно формалізована, оскільки містить, найчастіше, суперечливі критерії, включає обробку винятків та нестандартних ситуацій.

Бізнес-процес за природою крос-функціональний, він описує взаємодію декількох структурних підрозділів або команд і спрямований на подолання роз'єднаності їх роботи. Технологічний процес, зазвичай, характеризує діяльність одного, хоч і великого виробничого підрозділу, він більшою мірою орієнтований на ритмічність роботи.

Опис технологічного процесу фіксує послідовність виконуваних учасниками операційних дій, що трансформують вхід у вихід. Опис бізнес-процесу включає крім того організаційні дії, які маршрутизують завдання.

У технологічному процесі відсутня складна організаційна взаємодія, спрямована на координацію зусиль учасників. У бізнес-процесі організаційна взаємодія враховує організаційні практики, що використовуються на підприємстві.

Технологічні процеси зазвичай значно краще формалізовані, ніж бізнес-процеси. Формалізація бізнес-процесу не означає, що всі завдання будуть оброблятися за одним технологічним процесом, як на конвеєрі, але для кожного можливого продукту сценарій обробки заздалегідь добре відомий і формалізований.

Бізнес-процес часто змінюється услід за зміною умов ведення бізнесу, тоді як зміни технологічного процесу трапляються набагато рідше.

Технологічні процеси зазвичай класифікуються за ознакою технології, що в них використовується. Бізнес-процеси мають розвинену систему класифікації, яку слід розглянути детальніше.

Крім перелічених відмінностей, бізнес-процеси характеризуються розгалуженою системою класифікації, яку слід враховувати при виборі процесу для моделювання

Бізнес-процеси компанії можна систематизувати за різними класифікаційними ознаками:



- внутрішньо- та міжорганізаційні процеси;
- основні, допоміжні та забезпечувальні процеси;
- наскрізні процеси;
- добре і погано формалізовані процеси;
- автоматизовані та автоматичні процеси.

У сфері послуг основні процеси є обслуговуючими, вони автоматизуються за допомогою засобів інформаційних технологій, в яких використовуються спеціалізовані корпоративні ІТ-системи. У сфері послуг впровадження ІТ відбувається, найчастіше, в основних, бізнес-процесах (обслуговування, консалтинг, проєктування), які містять специфічне ноу-хау, тому компанії обережніше ставляться до запозичення чужих практик. Навпаки, у виробничій сфері часто автоматизуються допоміжні процеси, тому питання копіювання чужих практик вирішуються простіше.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що між технологічними і бізнес-процесами є певні відмінності, так що компанії сфери послуг, які прагнуть запровадити у себе методи організації виробництва, характерні для промисловості, мають враховувати ці особливості.

Бізнес-процеси мають складнішу логіку виконання, що обов'язково позначиться на витратах на виявлення, моделювання та регламентацію цих процесів.

Технологічні процеси меншою мірою орієнтовані на опис взаємодії учасників виконання. Навпаки, організаційна взаємодія учасників бізнес-процесу є найважливішим компонентом досягнення синергетичного ефекту від узгодженості їхньої роботи. Це ставить завдання пошуку нових методів виявлення і опису організаційної взаємодії учасників бізнес-процесу.

Бізнес-процеси значно частіше змінюються вслід за зміною умов ведення бізнесу, ніж технологічні процеси. Якщо кожна зміна призводитиме до необхідності модифікації моделей, витрати на їх актуалізацію виявляться занадто великими. Виникає питання про створення моделей, які виявляться інваріантними хоча б до частини змін зовнішнього середовища.

Бізнес-процеси мають більш розвинену систему класифікації, проте основним фактором, що справляє істотний вплив на вибір засобів автоматизації, є ступінь формалізації бізнес-процесу. В результаті аналізу запропоновано набір критеріїв, які дозволяють визначити ступінь формалізації моделі бізнес-процесу, допомагають обрати найбільш доречний інструмент моделювання. Виділено клас кросфункціональних, внутрішньо-організаційних бізнес-процесів, для яких застосування систем управління бізнес-процесами найбільш перспективне.

Бізнес-процес починається з деякого вхідного впливу, що ініціює початок обробки. Бізнес-процес завершується, коли на виході з'явиться товар або надана послуга. Вважатимемо придатними такий результат у якому показники видимі користувачеві, знаходяться в нормі. Можемо визначити показник результативності бізнес-процесів як відношення кількості запущених за деякий інтервал часу бізнес-процесів до кількості успішно завершених, це безрозмірна величина, яка визначається за формулою (1.1):

$$K_{rezyt.BP} = \frac{\text{Загальна кількість бізнес-процесів}}{\text{Успішно реалізовані бізнес-процеси}} \quad (1.1)$$

Ефективністю прийнято називати показник, який характеризує витрати ресурсів на випуск одиниці продукції чи створення послуги. Залежно від способу вимірювання входів і виходів бізнес-процесу ми можемо класифікувати ефективність як технічну, де всі показники обчислюються в натуральному еквіваленті, техніко-економічну, якщо частина показників обчислюється в грошовій формі, економічну, коли всі показники мають грошовий вираз.

Технічна (технологічна) ефективність характеризує витрати ресурсів у натуральному вираженні на випуск одиниці продукції або створення однієї послуги, наприклад, середній час виконання бізнес-процесу. Окремим випадком технічної ефективності є продуктивність праці, вона може

вимірюватися кількістю виконаних задач одним працівником компанії, період роботи, наприклад, за годину та розраховується формула (1.2):

$$E_{TECHN} = \frac{\text{Результат бізнес-процесу (кількісна оцінка)}}{\text{Витрати ресурсу (кількісна оцінка)}} \quad (1.2)$$

Техніко-економічна ефективність відрізняється тим, що один параметр вимірюється в натуральному вираженні, а інший у грошовому, вона характеризує грошові витрати на створення одиниці товару або послуги, та розраховується за формулою (1.3):

$$E_{TECHN.ECON} = \frac{\text{Результат бізнес-процесу (кількісна оцінка)}}{\text{Витрати ресурсу (грошова оцінка)}} \quad (1.3)$$

Нарешті, економічна ефективність характеризує витрати ресурсів у грошовому вираженні на отримання економічного результату, вимірюваного, також у грошовому вираженні, це безрозмірна величина, яка розраховується за формулою (1.4):

$$E_{ECON} = \frac{\text{Економічний ефект (грошова оцінка)}}{\text{Витрати ресурсу (грошова оцінка)}} \quad (1.4)$$

Слід мати на увазі, що економічний ефект діяльності може проявлятися в результаті виконання всього ланцюжка бізнес-процесів, його виявиться неможливо виміряти після завершення одного з бізнес-процесів. Таким чином, показник економічної ефективності використовується для інтегральної оцінки всього напрямку діяльності, утвореного ланцюжком взаємодіючих бізнес-процесів. Тобто, використовуючи термін ефективність у процесному управлінні слід завжди уточнювати, про який показник йдеться.

Для того щоб задовольнити клієнта та отримати економічний ефект аутсорсинговій компанії треба якісно працювати не тільки в ході виконання

бізнес-процесу, а ще на етапі проєктування, коли селс-менеджери, проджект-менеджери, аналітики визначають властивості майбутнього продукту чи послуги, які, як вони вважають, виявляться корисними для клієнта [29].

На першому селс-менеджери намагаються з'ясувати уявлення замовників про продукт або послугу, який буде користуватися успіхом у клієнта. На підставі цієї оцінки створюється технічний опис майбутнього продукту (товару), в яке закладається відповідний набір властивостей. Коли товаром є послуга, то ці умови фіксуються в документі під назвою «угода про рівень якості послуги», який містить опис послуги, права та обов'язки сторін, узгоджений рівень якості надання даної послуги [13].

Якщо селс-менеджери вгадали з характеристиками продукту чи послугою, то він/вона вважатиметься цінними і користуватимуться успіхом на ринку, але якщо вони помилилися, продукт чи послуг будуть незатребуваними. Таким чином, на етапі попереднього аналізу проєкту закладається його базова цінність.

Потім менеджери проєкту розробляють технічне завдання, визначають порядок виконання операцій, фіксують характеристики продукту або послуги після виконання кожного етапу розробки, нормативи і допуски показників бізнес-процесу, в тому числі планову собівартість, остання визначає нормативну ефективність. Відмінний продукт або послуга, що володіє високою базовою цінністю, але випускається за поганою технологією, коли задачі часто повертаються для повторного доопрацювання з метою виправлення помилок або неправильно встановлені нормативи виконання завдань, матиме високу собівартість. На цьому етапі закладається економічна ефективність діяльності.

Слідом за тим, згідно з розробленим технічним завданням працівники розробляють продукт. Якщо показники продукту бізнес-процесу відповідають вимогам до них, і, крім того, показники бізнес-процесу, видимі користувачеві, знаходяться в межах заданого діапазону, то ми кажемо, що продукт або послуга є якісним, в іншому випадку вважаємо, що допущено помилки.

Отже, ми розглянули сутність та особливості бізнес-процесів в контексті аутсорсингових компаній. Бачимо, що ефективні бізнес-процеси є запорукою успішного функціонування таких компаній.

Для подальшого підвищення ефективності діяльності аутсорсингових компаній необхідно приділити увагу моделюванню та вдосконаленню бізнес-процесів. Розглянемо наукові підходи до моделювання управління бізнес-процесами саме проєктного офісу аутсорсингової компанії.

### 1.3 Наукові підходи до моделювання управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової компанії

Аутсорсингові компанії зацікавлені у відтворюваності виготовлюваних продуктів та послуг, для цього вони намагаються записати послідовність робіт, називає це технологією створення інформаційних продуктів. Але було б неправильно зводити модель бізнес-процесу до опису лише послідовності робіт, що описується за допомогою діаграми потоків робіт.

Модель бізнес-процесу є складним інтегрованим уявленням, яке об'єднує декілька приватних моделей, кожна з яких описує його структурні властивості, а всі разом вони описують динаміку його виконання.

Розрізнятимемо абстрактні описові та прагматичні дієві моделі. Перші мають на меті зрозуміти, як працює організація, для цього досить обмежитися укрупненим описом порядку виконання робіт, включених у найбільш ймовірні сценарії виконання, цю модель можна позиціонувати як абстрактну, яка відображає лише найзагальніші, якісні характеристики модельованого об'єкта чи явища. Однак управління бізнес-процесами ставить за мету виконання процесу, що породжує потребу більш глибокого опису деталей і зв'язків між компонентами, що утворюють модель, точного і повного виявлення маршрутів і сценаріїв, віднесемо цю модель до прагматичних. Вимоги, що висуваються до абстрактних і прагматичних моделей, розрізняються, що ставить завдання формалізувати ці відмінності.

Аналітичні моделі зазвичай мають обмежену глибину деталізації, визначаючи загальний порядок слідування робіт, але не описуючи деталей виконання.

Дієва модель повинна реалізовувати повний і точний алгоритм роботи системи, для цього вона має показувати всі можливі маршрути виконання процесу, інакше робота відповідної системи виявиться неможливою. Розробляючи дієві моделі бізнес-процесу, аналітик повинен описати процес значно детальніше, спускаючись на рівень елементарних дій.

Для розробки дієвих моделей прийнято застосовувати нотацію моделювання BPMN 2.0. Ця нотація має низку важливих переваг порівняно з іншими мовами та нотаціями моделювання бізнес-процесів.

Вважається, що складність є невід'ємною властивістю дієвих моделей бізнес-процесу. Заплутаність схеми є наслідком відсутності методики моделювання. Однак сьогодні термін «методологія моделювання» розуміється занадто широко, часто підміняється нотацією. Це ставить завдання сформулювати набір критеріїв, які в сукупності утворюють методологію моделювання бізнес-процесу.

Будемо розрізнити терміни модель бізнес-процесу і діаграма бізнес-процесу. Перший з них позначатиме інтегроване уявлення, утворене з декількох приватних перспектив. Друга є описом однієї з перспектив моделі бізнес-процесу. На жаль, у технічній літературі часто виникає плутанина між цими двома термінами, в результаті моделлю процесу називають лише діаграму робіт. Наприклад, діаграми EPC або workflow зображують послідовність робіт, проте в назві буде написано, що це є моделі процесу.

Розрізнитимемо такі цілі моделювання бізнес-процесу:

- описати об'єкт, пояснити суть перетворення входів у виходи;
- виділити межі об'єкта, показати його місце в ряді інших подібних об'єктів;
- описати склад об'єкта;

- пояснити об'єкт, чому виходить саме такий результат, як працює об'єкт;
- передбачити результат при зміні зовнішніх впливів;
- управляти об'єктом.

Модель, що є абстракцією реального світу, виконує три функції: відображення реальності, редукції властивостей реальності, що передаються, збереження важливих властивостей реальності. Останнє визначає набір властивостей моделі важливі для моделювання. Моделювання процесів здійснюють з метою зрозуміти, як виконується процес, регламентувати діяльність або провести реінжиніринг, щоб управляти бізнес-процесом. Відповідно розрізнятимемо абстрактні описові моделі бізнес-процесів і прагматичні дієві моделі бізнес-процесу.

Аналітичне моделювання має на меті зрозуміти, як працює організація, для цього досить обмежитися укрупненим описом порядку виконання робіт, включених у найбільш ймовірні сценарії виконання. Цю модель можна класифікувати як абстрактну, яка відображає лише найзагальніші, якісні характеристики модельованого об'єкта або явища. В реінжинірингу опис бізнес-процесів проводиться з метою подальшої реорганізації. Для цього необхідно зрозуміти, як виконується процес, тому досить обмежитися його укрупненим описом. Чим він детальніший, тим складніше стає для сприйняття і розуміння. Тому багато аналітиків воліють опускати деталі, часто досить важливі, обмежуються показом лише найбільш ймовірних сценаріїв, не показують дрібні деталі виконання. В результаті аналітичні моделі здаються простими і зрозумілими. Однак простота оманлива, розробникам моделей доводиться повторно збирати пропущені відомості, причому їх уявлення про бізнес-процес може істотно відрізнятися від поглядів аналітика. Виникає небезпечна ситуація, модель не в повній мірі описує процес, деталі не фіксуються явно, а існують в уяві розробника, що є однією з причин, чому модель процесу на папері не відповідає очікуваній логіці її роботи. Моделювання часто розглядається лише як засіб документування процесів.

Часто, виявивши невідповідність моделі бізнес-процесу окремій конкретній задачі розробники вносять відповідні зміни. Внаслідок цього моделі швидко втрачають свою актуальність. Виникає питання чи потрібні високі витрати на одноразове моделювання бізнес-процесів підприємства, якщо отримані моделі так швидко втрачають свою актуальність. Як зазначають А. Джеміно і Я. Ванд, багато моделей бізнес-процесів передають те, що треба зробити, але не повідомляють, як це треба зробити. Управління бізнес-процесами ставить за мету виконання бізнес-процесу, що породжує потребу більш глибокого опису деталей і зв'язків між компонентами, що утворюють модель, точного і повного виявлення маршрутів і сценаріїв. Такі моделі відносяться до прагматичних, що розглядаються як засіб організації практичних дій, реалізації цілей системи, для її управління. Дієві моделі повинні показувати всі можливі маршрути виконання процесу, інакше робота відповідної системи виявиться неможливою. Управління бізнес-процесами породжує потребу глибокого опису всіх найдрібніших деталей, без яких наступне виконання виявиться неможливим. Якщо в ході тестування з'ясується, що модель реалізує поведінку, яка не повною мірою відповідає очікуваному користувачем, то відповідні зміни вносяться в саму модель. Як наслідок, модель не втрачає своєї актуальності. Виконуючи розробку дієвих моделей бізнес-процесу, підприємство здійснює довгострокові інвестиції в підвищення ефективності свого бізнесу.

Визначимо дієву модель бізнес-процесу як опис учасників процесу: людей і машин, а також порядку і часу виконуваних ними операцій і дій, яке може бути використане для автоматизації взаємодії учасників один з одним і машинами без додаткового кодування і програмування.

Дієва модель бізнес-процесу повинна реалізовувати повний і точний алгоритм роботи системи, в математичному сенсі цього слова. Для цього вона зобов'язана показувати всі можливі маршрути виконання процесу, інакше робота відповідної системи виявиться неможливою. Управління бізнес-процесами породжує потребу глибокого опису всіх найдрібніших деталей



виконання, без яких подальше виконання виявиться неможливим. Вважається, що складність є властивістю дієвих моделей, але це невірно. Заплутаність схеми є наслідком відсутності методики моделювання. Щоб зробити схему процесу читабельною і зрозумілою, слід створювати ієрархічну модель, де верхній рівень дає найзагальніше уявлення про хід виконання бізнес-процесу, а всі деталі виконання «заховані» на нижніх рівнях. Якщо в ході тестування з'ясується, що поведінка системи не повною мірою відповідає очікуванням користувача, то відповідні зміни вносяться в цю модель. Як наслідок, остання не втрачає своєї актуальності. Виконуючи розробку дієвих моделей бізнес-процесу, підприємство здійснює довгострокові інвестиції у підвищення ефективності свого бізнесу.

На відміну від аналітичної моделі, що показує лише деякі маршрути, за якими виконується найбільше число процесів, дієва модель повинна описувати всі сценарії виконання, включаючи уповільнюючі переходи назад для повторної обробки та прискорюючі вперед, в обхід операцій, особливі та виняткові ситуації, наприклад, відмова клієнта від свого замовлення, недоступність потрібної інформації чи ресурсу. Мають враховуватися нестандартні ситуації, коли за прямою вказівкою менеджменту процес виконуватиметься в обхід існуючих правил та обмежень в режимі ручного управління та винятку, що описують реакцію системи на нештатну або помилкову ситуацію. Аналітична модель процесу має право на існування, коли планується розробити функціональну інформаційну систему, де людина визначає порядок виконання операцій. При побудові процесно-орієнтованої системи управління проектом офісом аутсорсингової компанії, де порядок операцій визначається системою, отже, модель повинна охоплювати всі можливі сценарії виконання, інакше робота виявиться неможливою.

Аналітичні моделі часто мають обмежену глибину деталізації, визначаючи загальний порядок слідування робіт, але не описують деталей виконання. Такий підхід обґрунтований, якщо припустити, що виконавець добре знає склад дій, що утворюють операцію. Однак, в більшості випадків,

фахівці схильні варіювати свої дії відповідно до індивідуального досвіду, отриманого в компаніях з відмінною організацією процесу чи рівнем автоматизації. Розробляючи дієву модель бізнес-процесу, аналітик повинен описати бізнес-процес значно детальніше, опускаючись на рівень елементарних дій. Існуюча рекомендація аналітикам обмежуватися 5-7 рівнями декомпозиції [17]. Дієва модель повинна мати глибину декомпозиції до рівня елементарних дій виконавця, а число рівнів визначається архітектурою процесу.

Існує багато способів опису бізнес-процесів, для цих цілей використовуються різні мови та нотації, але, на жаль, більшість мов і нотацій не дозволяють описувати одночасно внутрішньо- та міжорганізаційні процеси. Розглянемо деякі з них:

BPEL – мова виконання бізнес-процесів (Business Process Execution Language, BPEL) – індустріальний стандарт опису виконуваних орієнтованих на інтеграцію моделей процесів [90]. Виконання бізнес-функцій здійснюється шляхом виклику відповідних веб-сервісів. Нотація не підтримує візуальне моделювання бізнес-процесів. Перша версія стандарту, опублікована в 2002 році, була спільною розробкою IBM, ORACLE, SAP і Microsoft. Поточна версія BPEL 2.0, опублікована в 2007 році. Підтримується організацією OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards, [www.oasis-open.org](http://www.oasis-open.org)).

BPMN – графічна нотація та модель бізнес-процесів (Business Process Model & Notation) – міжнародний стандарт візуального опису виконуваних моделей процесів, орієнтованих на інтерактивну взаємодію з учасниками [33]. Використовується в більшості систем управління бізнес процесами як основний засіб графічного моделювання, має технічну реалізацію, так що BPMN модель може бути інтерпретована у виконуваний програмний код. Права належать робочій групі (консорціуму) OMG (Object Management Group, [www.omg.org](http://www.omg.org)), що займається розробкою та просуванням об'єктно-орієнтованих технологій і стандартів. Поточна версія BPMN 2.0 опублікована

в 2011 р. У 2013 р. BPMN 2.0 отримав статус міжнародного стандарту ISO/IEC 19510:2013.

EPC – орієнтований на події ланцюжок процесів (Event-driven Process Chains) – графічна нотація для моделювання бізнес-процесів. Широко використовується для документування робочих процесів. Правовласником є Software AG ([www.softwareag.com](http://www.softwareag.com)).

UML – уніфікована мова моделювання (Unified Modeling Language) – мова графічного опису для об'єктного моделювання в області розробки програмного забезпечення [88]. UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, що використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи. UML не є мовою програмування, але на основі UML-моделей можлива генерація програмного коду. Права належать робочій групі (консорціуму) OMG (Object Management Group, [www.omg.org](http://www.omg.org)). Специфікація версії UML 2.0 опублікована в 2005 р. Остання версія UML 2.4.1 опублікована в 2011 р. UML 1.4.2 прийнята як стандарт ISO/IEC 1950.

WSDL – мова опису веб-сервісів та доступу до них, заснована на мові XML (Web Services Description Language) [91]. Слугує для опису інтерфейсів веб-сервісів, використовується для моделювання доступних операцій, включаючи адреси їх виклику. Права належать всесвітньому інтернет консорціуму W3C (World Wide Web Consortium, [www.w3.org/Consortium](http://www.w3.org/Consortium)). Остання офіційна версія 2.0 опублікована в 2007 р.

XPDL – формат опису процесу на основі XML (XML Process Definition Language) [92]. Є технічним стандартом, що використовується для зберігання, виконання та перенесення моделей бізнес-процесів між різними засобами СУБП. Права належать WfMC (Workflow Management Coalition, [www.wfmc.org](http://www.wfmc.org)). Поточна версія 2.2 опублікована в 2012 р.

XSD – мова опису структури XML-документа (XML Schema Definition), стандарт опису даних, якими користуються і обмінюються бізнес-процеси та веб-сервіси [89]. Специфікація XML Schema є рекомендацією W3C. Версія 1.0 була схвалена як рекомендація в 2001 р.

Нотація BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation) є одночасно засобом графічного візуального моделювання бізнес-процесів та мовою створення виконуваної моделі бізнес-процесу [28]. Основна перевага даної нотації в тому, що вона орієнтована на широке коло фахівців, залучених в опис та автоматизацію бізнес-процесів: починаючи з аналітиків та розробників, закінчуючи експертами предметної області.

Нотація дозволяє створювати діаграми процесів на різних рівнях абстракції: від концептуальних моделей взаємодії учасників процесів (в тому числі контрагентів) до технічних схем, які містять всю необхідну інформацію про те, як виконується процес.

Нотація BPMN є стандартом ISO [28]. Вона одночасно конкурує і взаємно доповнює мову опису бізнес-процесів WS-BPEL. Спочатку обидва стандарти призначалися для вирішення одного завдання – описати роботу учасників процесу. Мова WS-BPEL розглядає операцію, що виконується співробітником, як сервіс, а весь процес, як послідовність викликів сервісів (веб-сервісів). Такий спосіб опису зручний для реалізації добре формалізованих процесів, в яких не беруть участь люди. Наприклад, при виставленні рахунку клієнту аутсорсинговій компанії необхідно налагодити взаємодію між лічильником, який зберігає реальну тривалість робіт, та системою, яка повинна підрахувати загальну вартість робіт. Взаємодія двох систем відбувається з використанням веб-сервісів, інтерактивна взаємодія з учасниками не потрібна, тому цей процес може бути легко описаний на WS-BPEL. Але якщо в ході процесу необхідне рішення людини, такий спосіб опису стає менш зручним для моделювання. Останнім часом намітилася тенденція інтеграції обох специфікацій, зокрема, модель, створена в нотації BPMN, може бути перетворена для подальшого виконання у формат мови WS-BPEL. Таке перетворення стало частиною специфікації BPMN 2.0.

Нотація BPMN призначена для опису:

- порядку виконання робіт, що утворюють бізнес-процес;
- потоків даних між операціями процесу;

- потоків повідомлень між процесами;
- зв'язку оброблюваних об'єктів даних з операціями процесу.

Моделювання здійснюється за допомогою візуальних діаграм, що дозволяє учасникам швидше зрозуміти логіку виконання. Нотація BPMN не дозволяє моделювати такі аспекти моделі бізнес-процесу:

- функціональну (структурну) декомпозицію робіт;
- організаційну структуру підприємства;
- модель даних;
- бізнес правила;
- бізнес стратегію компанії.

Оскільки інтегрована модель бізнес-процесу включає не лише поведінкову перспективу, але також інші аспекти, що описуються переліченими моделями, специфікація BPMN приділяє підвищену увагу питанням інтеграції моделей.

## РОЗДІЛ 2

### МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ

#### 2.1 Моделі та методи формування оптимального портфеля проєктів для аутсорсингових компаній

Ефективне управління портфелем проєктів є однією з ключових передумов успішного функціонування та розвитку сучасних компаній, діяльність яких базується на реалізації множини проєктів, зокрема й аутсорсингових. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває чітке визначення сутності поняття «портфель проєктів» та розуміння його ролі в управлінні організацією.

В економічній літературі існують різні тлумачення цього терміну. Загалом під портфелем проєктів розуміють сукупність проєктів компанії, об'єднаних за певними ознаками. Так, Р. Макфарлан визначає портфель проєктів як набір програм та проєктів, об'єднаних з метою ефективного управління для досягнення стратегічних цілей компанії [68]. На думку М.Я. Великого, портфель проєктів – це систематизована за визначеними критеріями сукупність проєктів компанії, між якими розподіляються обмежені ресурси [4].

Отже, портфель проєктів по суті являє собою сукупність взаємопов'язаних проєктів організації, відібраних на основі певних критеріїв для спільного ефективного управління та оптимального розподілу ресурсів з метою максимізації вартості цього портфеля і досягнення стратегічних цілей компанії.

При формуванні портфеля проєктів аутсорсингової компанії доцільно враховувати такі його характерні ознаки:

- наявність спільної мети всіх проєктів портфеля;
- обмеженість ресурсів для реалізації проєктів;

- взаємозв'язок і взаємовплив проєктів;
- багатокритеріальність оцінки проєктів;
- необхідність відбору оптимального складу портфеля.

Ефективне управління портфелем проєктів в аутсорсинговій компанії передбачає реалізацію таких основних процесів:

- ідентифікація та відбір проєктів;
- оцінка та пріоритезація проєктів за обраними критеріями;
- балансування портфеля за параметрами вартості, ризику, термінів;
- оптимізація розподілу ресурсів між проєктами;
- моніторинг та контроль реалізації портфеля.

Головною метою такого управління є формування оптимального за визначеними критеріями портфеля, здатного максимізувати цінність для аутсорсингової компанії.

Ефективне формування та управління портфелем проєктів аутсорсингової компанії потребує застосування відповідних аналітичних моделей. Існує низка класичних моделей оптимізації портфеля проєктів, які набули широкого застосування на практиці. Розглянемо основні з них.

Однією з найвідоміших є модель Марковіца, запропонована американським економістом Г. Марковіцем [67]. Її суть полягає в оптимізації співвідношення між очікуваною прибутковістю портфеля проєктів та його ризикованістю. Модель дозволяє обрати такий набір проєктів, який забезпечує максимальну прибутковість за прийняттого рівня ризику. Переваги моделі в тому, що вона враховує взаємозв'язки між проєктами портфеля.

Хоча ця модель була розроблена для ринку цінних паперів, її принципи можуть бути застосовані і в управлінні портфелем проєктів, зокрема в аутсорсингових компаніях, де кожен проєкт може розглядатися як інвестиція з певним ризиком та потенційною віддачою. Основні компоненти моделі Марковіца:

Очікувана дохідність портфеля – це середньозважена сума очікуваних доходів від кожного активу (проекту), які входять до портфеля. Вона визначається за формулою (2.1):

$$E(R_p) = \sum(w_i \cdot E(R_i)) \quad (2.1)$$

де  $E(R_p)$  – очікувана дохідність портфеля,

$w_i$  – вага інвестиції в актив  $i$  у портфелі,

$E(R_i)$  – очікувана дохідність активу  $i$ .

Ризик портфеля визначається як стандартне відхилення дохідності портфеля або як його волатильність. В математичному виразі це дисперсія дохідності портфеля, яка розраховується як (2.2):

$$\sigma_p^2 = \sum \sum (w_i \cdot w_j \cdot cov(R_i, R_j)) \quad (2.2)$$

де  $\sigma_p^2$  – дисперсія портфеля,

$cov(R_i, R_j)$  – коваріація дохідностей активів  $i$  та  $j$ .

Спрощено, модель Марковіца допомагає визначити оптимальний баланс між ризиком та доходом, виходячи з кореляції доходів окремих проектів. Згідно з моделлю, інвестор має розподілити свої інвестиції між проектами таким чином, щоб досягти найвищої дохідності для заданого рівня ризику або найменшого ризику для очікуваного рівня дохідності.

Для аутсорсингових компаній, управління портфелем проектів за допомогою моделі Марковіца включає оцінку потенційного доходу та ризиків, пов'язаних з кожним із проектів. Наприклад, проект з розробки програмного забезпечення для стартапу може мати високий потенційний дохід, але й високий ризик, оскільки успіх стартапу є непевним. Натомість проект з



технічної підтримки для великої корпорації може мати нижчу дохідність, але й менший ризик через більш стабільний попит та довгостроковий контракт.

Основою ефективного управління портфелем є диверсифікація, тобто поширення інвестицій між різноманітними проєктами для зниження загального ризику. У моделі Марковіца це досягається шляхом створення такого комбінованого портфеля, в якому проєкти мають низьку або негативну кореляцію один з одним. Таким чином, коли один проєкт зазнає збитків, інший може приносити прибуток, що компенсує збитки і стабілізує загальний фінансовий стан портфеля.

Для аутсорсингової компанії це означає, що вона повинна збалансувати свій портфель між великими та малими проєктами, між тими, що спрямовані на новітні технології та традиційні напрямки, а також між проєктами з різних географічних ринків і секторів економіки. Застосування моделі Марковіца вимагає ретельного аналізу й оцінки ризиків кожного проєкту, включно з можливими затримками у виконанні, невизначеністю вимог клієнтів, валютними коливаннями, політичною нестабільністю тощо. Застосування цієї моделі також передбачає, що компанія повинна мати відповідні процеси для збору та аналізу даних про дохідність та ризики своїх проєктів. Це включає в себе фінансовий облік, управління проєктами, оцінку клієнтської бази та здатність до прогнозування майбутніх тенденцій на ринку ІТ-послуг.

Однак для аутсорсингових компаній придатність цієї моделі обмежена, адже вони не можуть вільно формувати портфель, а змушені обирати з наявних проєктів.

Ще одна широковідома модель – Бостонська матриця або модель БКГ, розроблена Бостонською консалтинговою групою [87]. В її основі аналіз проєктів за двома критеріями: темпи зростання ринку та відносна частка проєкту на ринку. У результаті проєкти класифікуються як «зірки», «дійні корови», «знаки питання» «собаки» :

– зірки (Stars): проєкти або бізнес-одиниці, що мають високу ринкову частку в швидкозростаючих галузях. Вони потребують значних інвестицій для

підтримки своєї позиції, але також мають потенціал стати генераторами грошового потоку, коли ринок зростання сповільниться;

– дійні корови (Cash Cows): проекти або бізнес-одиниці з високою ринковою часткою в зрілих, повільно зростаючих галузях. Вони генерують більше грошового потоку, ніж потрібно для їх підтримки, що робить їх джерелом коштів для інших проектів;

– знаки питання (Question Marks): проекти або бізнес-одиниці з низькою ринковою часткою в швидкозростаючих галузях. Вони вимагають багато інвестицій для збільшення частки ринку, але їхнє майбутнє є невизначеним.

– собаки (Dogs): проекти або бізнес-одиниці з низькою ринковою часткою в повільно зростаючих галузях. Зазвичай вони не генерують значного прибутку або грошового потоку і можуть бути кандидатами на продаж або ліквідацію.

Аутсорсингова компанія може використовувати Бостонську матрицю для класифікації та аналізу своїх проектів, з метою прийняття стратегічних рішень щодо розподілу ресурсів. Наприклад, компанія може виявити, що деякі з її проектів є «Зірками», які потребують додаткових інвестицій для підтримки свого зростання та конкурентоспроможності, в той час як інші проекти є «Грошовими коровами» та можуть фінансувати розширення «Зірок» або розвиток «Знаки питання».

«Знаки питання» потребують ретельного аналізу: чи можуть вони стати «Зірками», якщо отримають достатньо інвестицій, або ж їм слід відмовити в ресурсах, щоб вони не перетворилися на «Собак». Останні, у свою чергу, часто розглядаються як не вигідні проекти, що вимагають рішень про зниження витрат або виведення з бізнесу.

Однак, попри загальну корисність Бостонської матриці, вона має певні обмеження. Оскільки матриця ґрунтується в основному на двох параметрах – ринковій частці та темпах зростання ринку – вона може ігнорувати інші важливі аспекти, такі як конкурентне середовище, зміни у споживацьких

уподобаннях, технологічні зміни, а також внутрішні можливості та обмеження компанії.

Управління портфелем проєктів аутсорсингової компанії за допомогою Бостонської матриці включає в себе не тільки класифікацію існуючих проєктів, але й стратегічне планування та прогнозування. Компанія повинна регулярно переглядати свій портфель, оцінюючи ефективність інвестицій та здійснюючи корекцію стратегій для забезпечення відповідності до змін у бізнес-середовищі.

Крім того, аутсорсингова компанія може інтегрувати Бостонську матрицю з іншими інструментами стратегічного аналізу, такими як SWOT-аналіз (аналіз сильних та слабких сторін, можливостей та загроз), PEST-аналіз (аналіз політичних, економічних, соціальних та технологічних факторів) та портерівська модель п'яти сил для глибшого розуміння зовнішніх та внутрішніх чинників, які можуть вплинути на успіх проєктів.

Для аутсорсингової компанії, яка часто працює з багатьма клієнтами та на різних ринках, важливо також звертати увагу на ризики, пов'язані з кожним проєктом. Ризики можуть бути різноманітними: від фінансових та оперативних до репутаційних та стратегічних. Бостонська матриця може допомогти ідентифікувати проєкти, які потенційно несуть найвищі ризики через невизначеність щодо можливості зайняти більшу частку ринку або через їхню позицію на спадаючих ринках.

Робота з матрицею вимагає збору та аналізу великої кількості даних. Для кожного проєкту потрібно визначити ринкову частку і темпи зростання ринку. Ці дані можуть надходити з різних джерел, включаючи внутрішні звіти компанії, галузеві звіти, аналітичні дослідження тощо. Однак, дуже важливо враховувати якість та актуальність цих даних, щоб уникнути помилок у стратегічному плануванні.

Після визначення позиції проєктів у кожному квадранті матриці, керівництво компанії може виробляти стратегії для кожної категорії. Для "Зірок" може бути розроблено стратегії інтенсивного інвестування, для

«Грошових корів» – стратегії максимізації грошових потоків і оптимізації витрат, для «Знаків питання» – стратегії інвестування або дивестування залежно від потенціалу проєктів, а для «Собак» – стратегії дивестування або реструктуризації.

Застосування Бостонської матриці в управлінні портфелем проєктів може допомогти аутсорсинговій компанії у визначенні балансу між проєктами з високим та низьким потенціалом зростання, а також між проєктами, які вимагають інвестицій і тими, що генерують кошти. Зрештою, це допомагає компанії досягти більшої стабільності і підвищити загальну ефективність портфеля проєктів.

При використанні Бостонської матриці важливо також враховувати стратегічну гнучкість, оскільки зовнішнє середовище непередбачуване і змінюється швидко. Компанії потрібно бути готовими до швидкого перегляду своїх стратегій та адаптації до нових умов. Стратегічне планування повинно включати сценарії, що враховують різні можливості розвитку подій.

Крім того, аутсорсингові компанії часто мають унікальну змогу перерозподілу ресурсів та компетенцій між різними проєктами і клієнтами. Це може допомогти в оптимізації портфеля проєктів і в більш ефективному використанні «Грошових корів» для підтримки «Знаків питання», які можуть стати «Зірками», або для поступового виведення «Собак» з портфеля.

Управління портфелем в аутсорсинговій компанії за допомогою Бостонської матриці також має включати розгляд людського фактору. Працівники, які безпосередньо працюють над проєктами, є ключовими ресурсами, і їх мотивація та залученість можуть істотно вплинути на успіх або невдачу проєкту. Тому, розробляючи стратегії для різних категорій проєктів, важливо також враховувати можливість навчання, кар'єрного зростання та задоволення працівників.

Бостонська матриця – це інструмент, який може значно поліпшити стратегічне бачення аутсорсингової компанії, допомагаючи їй краще розуміти свій портфель проєктів і ефективніше приймати управлінські рішення. З її

допомогою можна ідентифікувати ключові сфери для інвестування та розробити більш цілеспрямовані та гнучкі стратегії. Однак, важливо не спиратися лише на один аналітичний інструмент і завжди підкріплювати свої стратегії детальним аналізом, включаючи ретельний огляд зовнішніх і внутрішніх чинників, що можуть вплинути на портфель проєктів.

На відміну від БКГ, матриця Мак-Кінзі, або GE/McKinsey оцінює бізнес-одиниці на основі двох основних вимірів: привабливість ринку та конкурентної позиції (сили бізнес-одиниці на цьому ринку) [69]. Обидва ці виміри поділяються на три рівні: високий, середній та низький. В результаті отримуємо матрицю 3x3, де кожна клітинка відповідає певній стратегії інвестування чи розвитку.

Привабливість ринку може включати такі фактори, як розмір ринку, його зростання, рентабельність, стабільність, структуру витрат, інтенсивність конкуренції, технологічні можливості, а також соціальні, економічні та політичні ризики.

Конкурентна позиція вимірюється за такими параметрами, як частка ринку, якість продукції чи послуг, бренд, маркетинг, розподільчі канали, виробничі можливості, інновації та досвід на ринку.

На перетині привабливості ринку та конкурентної позиції виникають різні стратегічні зони. Наприклад:

- бізнес-одиниці в клітинках з високою привабливістю ринку та сильною конкурентною позицією є «лідерами» і є пріоритетними для інвестицій;

- бізнес-одиниці, що знаходяться в клітинках з високою привабливістю ринку, але слабкою конкурентною позицією, потребують або інвестицій для підвищення конкурентоспроможності, або виходу з ринку;

- бізнес-одиниці в клітинках з низькою привабливістю ринку і слабкою конкурентною позицією, як правило, є кандидатами на продаж або ліквідацію.

Застосування моделі GE/McKinsey в управлінні портфелем проєктів аутсорсингової компанії допомагає визначити, на які проєкти варто

зосередитися, а від яких можливо варто відмовитися. Для аутсорсингових компаній, які зазвичай працюють на декількох ринках із різними послугами, цей інструмент може стати ключовим у прийнятті рішень про розподіл ресурсів.

На практиці, для використання матриці Мак-Кінзі аутсорсингові компанії повинні провести глибокий аналіз своїх проєктів. Це означає оцінку кожного проєкту за множинними параметрами, які впливають на привабливість ринку і конкурентну позицію. Виходячи з цього аналізу, компанія може побудувати матрицю та визначити положення кожного проєкту в ній.

Важливим аспектом використання цієї матриці є також здатність до прогнозування. Аутсорсингові компанії мають бути в змозі передбачати зміни в привабливості ринку і свою власну конкурентну позицію в майбутньому. Це дозволить їм не лише реагувати на поточні умови, а й адаптуватися до майбутніх змін в умовах ринку.

Ще один варіант використання матриці Мак-Кінзі, це розробка стратегій для кожної з бізнес-одиниць згідно їх положення в матриці. Наприклад, для проєктів, які потрапляють в категорію «інвестувати/зростати», компанія має зосередити зусилля на збільшенні інвестицій і посиленні ринкової позиції. Для проєктів з категорії «вибіркові стратегії», необхідно аналізувати, яким чином можна покращити їх показники або чи варто їх продати. Ті проєкти, які потрапляють у зону «ліквідувати/відмовитися», можуть бути відібрані для продажу або припинення діяльності, якщо вони не приносять достатньо прибутку чи не мають стратегічного значення для компанії.

Управління портфелем проєктів з використанням матриці GE/McKinsey дозволяє аутсорсинговим компаніям оптимізувати свої інвестиції та стратегічне планування. Це відбувається шляхом вибору найбільш перспективних напрямків для розвитку та відмови від тих сегментів ринку, які не приносять очікуваної вартості. Передбачення змін у сфері аутсорсингу та

гнучкість у прийнятті стратегічних рішень стають критично важливими для підтримання конкурентоспроможності компанії.

Щоб використовувати матрицю Мак-Кінзі ефективно, аутсорсингові компанії мають забезпечити збір надійної інформації та її оновлення у відповідності до змін у ринкових умовах. Оцінювання привабливості ринку та конкурентної позиції повинне включати кількісні (наприклад, частка ринку, прибутковість) і якісні (наприклад, клієнтські відгуки, репутація) показники. Врахування широкого спектра факторів допомагає компанії у формуванні повного і точного розуміння свого бізнесу та ринку.

Іншим аспектом управління портфелем є вміння не лише реагувати на поточні умови, але й адаптуватися до швидких змін ринкового середовища, що є дуже актуальним для динамічної аутсорсингової індустрії. Стратегічна гнучкість та оперативність рішень забезпечують фірмі перевагу у постійній боротьбі за лідерство.

Матриця Мак-Кінзі може бути важливою складовою стратегічного управління в аутсорсингових компаніях. Вона допомагає у структуруванні портфеля проєктів, забезпечує чітке розуміння стратегічних напрямів розвитку і сприяє прийняттю обґрунтованих інвестиційних рішень. Використання матриці дозволяє компанії визначити ключові зони для розвитку та ідентифікувати проєкти з низьким потенціалом, що дозволяє зосередити ресурси на найбільш прибуткових та перспективних напрямках.

Крім того, управління портфелем з використанням матриці GE/McKinsey дозволяє краще розуміти ризики і можливості, що асоціюються з кожним проєктом. Аутсорсингові компанії, які займаються проєктами різної складності та з різним рівнем взаємодії з клієнтом, можуть використовувати цю модель для визначення, які проєкти найбільше сприяють зміцненню відносин з клієнтами та розширенню бізнесу. Застосування матриці також сприяє посиленню стратегічного діалогу всередині компанії. Воно надає керівництву ясну картину стану портфеля проєктів і може сприяти кращій взаємодії між різними підрозділами компанії, які працюють над різними

проектами. Це також сприяє розвитку внутрішньої культури оцінки та управління ризиками.

Інтеграція матриці Мак-Кінзі в управління портфелем може зміцнити стратегічне планування та виконання компанії. Вона допомагає встановити взаємозв'язок між стратегічними цілями компанії і тактичними рішеннями на рівні проекту. Це сприяє створенню збалансованого портфеля, який враховує як поточні потреби компанії, так і довгострокові стратегічні цілі.

Ще одним підходом є модель оцінки проектів за критеріями, розроблена консалтинговою компанією Arthur D. Little. Вона пропонує аналіз за чотирма критеріями: фінансова привабливість, вплив на конкурентні позиції, відповідність стратегічним цілям, можливість реалізації. Перевага – універсальність, можливість адаптації для різних компаній.

З-поміж інших класичних моделей варто назвати матрицю Ансоффа [32], модель Hofer/Schendel [83], методику функціонально-вартісного аналізу та ін. Всі вони базуються на багатокритеріальній оцінці проектів та дозволяють обґрунтовано підійти до оптимізації портфеля. Проте їх універсальний характер вимагає адаптації саме під потреби та особливості аутсорсингових компаній.

Таким чином, класичні моделі оптимізації портфелю проектів надають цінний інструментарій для прийняття виважених рішень. Втім для ефективного застосування в аутсорсингу вони потребують деякої адаптації з урахуванням специфіки діяльності таких компаній. Зокрема, доцільно зосередитися на ключових аспектах, враховувати обмеженість вибору проектів, стратегічну спрямованість на довгострокові відносини з клієнтами. Це дозволить сформувати оптимальний збалансований портфель, що максимізує цінність для бізнесу аутсорсингової компанії.

Поряд з класичними моделями, в сучасних умовах все більшої популярності набуває застосування новітніх підходів до оптимізації портфелю проектів, зокрема на основі методів штучного інтелекту [46, 64].



Завдяки можливостям обробки великих масивів даних та моделювання складних багатofакторних систем, технології штучного інтелекту дозволяють побудувати ефективні моделі для вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації портфеля проєктів аутсорсингової компанії. Сучасні методи штучного інтелекту надають нові можливості для її ефективного розв'язання. Розглянемо підхід на основі нечіткої логіки та генетичних алгоритмів.

По-перше, експерти оцінюють кожен проєкт за обраними критеріями (фінансовими, ресурсними, ризиковими тощо) у лінгвістичних термінах (низька/середня/висока рентабельність; незначний/помірний/істотний ризик; велика/середня/мала потреба в ресурсах).

Далі лінгвістичні оцінки формалізуються за допомогою нечітких чисел. Наприклад:

Низька рентабельність – (0; 0,2; 0,4)

Середня рентабельність – (0,2; 0,5; 0,8)

Висока рентабельність – (0,6; 0,9; 1)

Нечіткі оцінки агрегуються для отримання інтегрального показника привабливості кожного проєкту (2.3):

$$A_j = w_1R_j + w_2F_j + \dots + w_nSn_j \quad (2.3)$$

де  $A_j$  – привабливість  $j$ -го проєкту;

$w_i$  – вага  $i$ -го критерію;

$R_j \dots Sn_j$  – нечіткі оцінки проєкту за критеріями.

Далі за допомогою генетичного алгоритму знаходиться набір проєктів, що максимізує сумарну привабливість портфеля з урахуванням обмежень (бюджет, ресурси тощо). Генетичний алгоритм імітує процес природного добору для пошуку оптимального рішення.

Переваги цього підходу:

– врахування невизначеності вхідної інформації;

- можливість оптимізації за багатьма критеріями;
- пошук близького до оптимального розв'язку складної задачі.

Ще одним перспективним підходом є використання штучних нейронних мереж для вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації портфеля проєктів. Нейронні мережі здатні моделювати складні нелінійні залежності між вхідними даними та бажаними результатами.

Спочатку формується навчальна вибірка на основі даних про попередні проєкти та рішення щодо їх включення в портфель. Далі будується багатосарова нейронна мережа та навчається на цій вибірці.

Після навчання, на вхід мережі подаються характеристики нових проєктів, а на виході отримуємо рекомендації щодо включення кожного проєкту в портфель для максимізації його ефективності.

На практиці застосування нейронних мереж для вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації портфеля проєктів проходить таким чином:

1) Формуємо навчальну вибірку на основі даних за останні 2-3 роки щодо реалізованих проєктів компанії та рішення щодо їх включення в портфель (1 - включено, 0 - не включено). Розмір вибірки має бути достатнім для ефективного навчання мережі - близько 100-300 проєктів. Опис кожного проєкту містить такі характеристики:

- очікувана рентабельність (число від 0 до 1)
- рівень ризику (число від 0 до 1)
- складність реалізації (число від 0 до 1)
- відповідність стратегії (число від 0 до 1)
- потреба в ресурсах (число від 0 до 1)

Вхідні характеристики проєктів можуть також включати: терміни виконання, вартість, кількість задіяного персоналу, рівень інноваційності, складність взаємодії із замовником тощо.

2) Будуємо багатосарову нейронну мережу з одним прихованим шаром і навчаємо її на підготовленій вибірці. Архітектура нейромережі визначає кількість шарів та нейронів в них. Для складних даних використовуються

глибинні мережі з декількома прихованими шарами, що дозволяє моделювати нелінійні залежності. Але занадто велика кількість шарів призводить до перенавчання, тому архітектуру обирають емпірично, тестуючи різні варіанти.

Для навчання нейронної мережі використовуються алгоритми зворотного поширення помилки (backpropagation). Вони дозволяють мінімізувати помилку прогнозування шляхом послідовного коригування вагових коефіцієнтів мережі. Найбільш ефективними є адаптивні оптимізатори, такі як Adam або RMSprop, котрі автоматично налаштовують швидкість навчання окремо для кожного параметру. Це прискорює навчання та покращує якість моделі.

Таким чином нейронні мережі дозволяють врахувати багато факторів, автоматизувати та підвищити обґрунтованість процесу формування оптимального портфеля проєктів на основі аналізу багатьох характеристик проєктів та історичних даних.

Переваги нейромережевого підходу до модулювання наступні:

- можливість виявлення прихованих залежностей в даних;
- здатність до узагальнення та прогнозування;
- висока швидкість обробки даних.

Застосування методів штучного інтелекту відкриває нові можливості для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації портфеля проєктів аутсорсингової компанії з урахуванням її специфіки. Це дозволяє не лише формалізувати процес прийняття рішень, але й знайти наближене до оптимального рішення, максимізуючи показники ефективності портфеля.

Отже, поєднання класичних підходів та сучасних методів штучного інтелекту відкриває широкі можливості для побудови ефективних моделей формування оптимального портфеля проєктів саме для аутсорсингових компаній з урахуванням їх специфіки та стратегічних цілей. Це є важливим напрямком подальших досліджень у сфері управління проєктами.

Висновки та пропозиції. Ефективне управління портфелем проєктів є запорукою успішного функціонування аутсорсингового бізнесу. Проте

побудова оптимального портфеля для аутсорсингової компанії має певні особливості, що вимагають застосування адаптованих підходів.

У роботі проаналізовано широкий спектр теоретичних моделей оптимізації проєктних портфелів: від класичних (Марковіца, БКГ, Мак-Кінзі) до сучасних багатокритеріальних. Визначено, що безпосереднє застосування універсальних моделей в аутсорсингу є недостатньо ефективним.

З огляду на специфіку діяльності аутсорсингових компаній обґрунтовано необхідність адаптації існуючих моделей та підходів. Зокрема, ключовими є такі аспекти:

- обмеженість вибору проєктів, що залежить від замовлень клієнтів;
- пріоритет довгострокових відносин з клієнтами перед прибутковістю окремих проєктів;
- вища невизначеність та ризиковість аутсорсингових проєктів;
- обмеженість ключових ресурсів аутсорсера, насамперед кваліфікованих кадрів.

Особливу увагу приділено аналізу сучасних гнучких адаптивних підходів та методів штучного інтелекту, що надають нові можливості оптимізації портфеля проєктів аутсорсингової компанії.

Отримані результати є важливою теоретичною та методологічною основою для подальшої розробки удосконалених моделей формування оптимального портфеля проєктів, адаптованих під завдання та специфіку аутсорсингового бізнесу. Це матиме вагоме практичне значення для підвищення ефективності управління діяльністю аутсорсингових компаній.

## 2.2 Моделі та методи розподілу задач при управлінні ІТ-проєктам в умовах невизначеності

Управління ІТ-проєктами є важливою сферою в сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій. Ефективна реалізація таких проєктів потребує ретельного планування та розподілу задач між

виконавцями. Проте ІТ-галузь характеризується високим ступенем невизначеності через швидкі зміни технологій, вимог клієнтів, ресурсних обмежень тощо. Це ускладнює застосування традиційних методів управління проєктами.

Дослідження моделей і методів розподілу задач за умов невизначеності є актуальним питанням в контексті підвищення ефективності ІТ-проєктів. Більшість робіт у цій галузі присвячені вдосконаленню окремих аспектів, зокрема оптимізації витрат, скороченню термінів виконання робіт, підвищенню адаптивності до змін.

Однією з найбільш поширених моделей розподілу задач в управлінні ІТ-проєктами є модель оптимізації за критерієм мінімальної вартості. Вона базується на методах лінійного програмування і дозволяє мінімізувати сумарні витрати на реалізацію проєкту за рахунок оптимального розподілу завдань між виконавцями [51].

Математично задача формулюється у вигляді цільової функції, яку потрібно мінімізувати за певних обмежень [18]. Цільова функція визначає загальну вартість виконання усіх завдань на основі вартості кожного завдання та трудовитрат на його реалізацію певним виконавцем. Обмеження ж накладаються у вигляді ресурсних, часових та інших вимог до проєкту.

Для формалізації задачі здійснюється її декомпозиція на окремі складові у вигляді робіт, операцій, завдань [75]. Кожному елементу ставиться у відповідність оцінка ймовірної тривалості та вартості виконання, яка може залежати від конкретного виконавця.

Перевагами даного підходу є можливість врахування великої кількості змінних та обмежень, а також гнучкість моделі щодо змін у проєкті [8]. Водночас складність полягає у необхідності правильно оцінити параметри моделі, зокрема вартість виконання окремих операцій, що в умовах невизначеності може бути досить складним завданням [34].

Для врахування невизначеностей модель може бути модифікована шляхом використання стохастичних змінних замість детермінованих, що дає

змогу оцінювати розподіл ймовірностей можливої вартості завдань [23]. Також можливе застосування методів імітаційного моделювання для аналізу різних сценаріїв реалізації проєкту.

Отже, модель оптимізації за мінімальною вартістю дозволяє ефективно розподіляти задачі в ІТ-проєктах з урахуванням багатьох факторів. За умов невизначеності доцільним є використання стохастичних методів та імітаційного моделювання для підвищення адаптивності даного підходу.

Основними перевагами моделі оптимізації розподілу задач в ІТ-проєктах за критерієм мінімальної вартості є:

- можливість врахування великої кількості змінних та обмежень, що дозволяє детально формалізувати поставлену задачу і знайти оптимальне рішення за обраним критерієм;

- зручність використання для великих за обсягом проєктів завдяки можливості розбиття проєкту на окремі завдання, операції;

- гнучкість моделі щодо врахування змін в проєкті та вимогах замовника, що дозволяє легко адаптувати її під конкретні умови;

- можливість ефективної оптимізації розподілу завдань між виконавцями для досягнення мінімальної вартості і тривалості проєкту.

Втім, моделі оптимізації за мінімальною вартістю мають і певні обмеження:

- висока обчислювальна складність для великих проєктів з наявністю багатьох змінних і залежностей;

- складність оцінки вхідних даних, зокрема вартості окремих операцій та залежностей між ними, потреба у залученні експертів;

- відсутність урахування невизначеності в параметрах завдань, робіт, що знижує адекватність моделі в реальних умовах;

- недостатня оцінка якості та ризиків. концентрація лише на вартісних показниках.

Отже, незважаючи на ряд обмежень, даний підхід залишається достатньо ефективним інструментом розподілу ресурсів в управлінні ІТ-проєктами.

Мережеві моделі, зокрема PERT (Program Evaluation and Review Technique) та СРМ (Critical Path Method), є ефективним інструментом для візуалізації та оптимізації процесу виконання робіт в ІТ-проєктах.

Суть цих методів полягає у побудові орієнтованого графа, вершини якого відповідають окремим роботам проєкту, а ребра - логічним зв'язкам між ними [57]. Кожній роботі ставиться у відповідність оцінка її тривалості та потреби в ресурсах. На основі побудованої мережевої моделі розраховується критичний шлях - послідовність робіт, яка визначає загальну тривалість проєкту [9].

Таким чином досягається наочне подання структури та взаємозв'язків комплексу робіт, полегшується їх планування, контроль та оптимізація термінів реалізації проєкту [63].

Перевагами мережевого підходу є:

- наочність і простота моделі, що полегшує її сприйняття та використання;
- можливість врахування складних логічних взаємозв'язків між роботами;
- зручність оновлення моделі в разі змін в проєкті, додавання нових операцій;
- вбудовані механізми контролю виконання робіт та оптимізації термінів за критерієм часу.

Однак мережеві графіки мають певні недоліки:

- обмежена можливість врахування невизначеності тривалості окремих робіт;
- складність побудови та аналізу моделі для великих проєктів через її громіздкість;

– обмежені можливості щодо врахування ресурсних обмежень та вартості робіт [35].

Для розв’язання цих недоліків використовують удосконалені мережеві моделі, зокрема GERT (Graphical Evaluation and Review Technique), яка дозволяє задавати ймовірнісні оцінки тривалості робіт [65]. Також розроблено різноманітні програмні інструменти для автоматизованого аналізу складних мережевих графіків [80].

Отже, мережеве планування є простим та інтуїтивно зрозумілим підходом структуризації та оптимізації IT-проектів за критерієм часу. Поєднання його з іншими методами дозволяє комплексно врахувати різні аспекти управління проектами.

Моделі розподілу задач в управлінні IT-проектами на основі теорії обмежень дозволяють врахувати ресурсні обмеження при плануванні та реалізації проектів.

В основі цього підходу лежить формалізоване подання задачі розподілу ресурсів у вигляді множини обмежень та цільової функції, яку потрібно оптимізувати [27].

Обмеження задаються у формі нерівностей чи рівнянь і відображають ресурсні, часові, технологічні та інші вимоги до виконання робіт проекту [53]. Наприклад, обмеження за кількістю працівників певної спеціальності, термінами завершення етапів розробки, залежностями між задачами тощо. Цільова функція визначає критерій оптимальності - загальну тривалість чи вартість проекту, продуктивність команди тощо.

Перевагами моделей з обмеженнями є:

- можливість детально врахувати ресурсні обмеження, що властиві іт-проектам;
- гнучкість щодо вимог та цілей проекту - різноманітні цільові функції та обмеження;
- ефективні методи розв’язання оптимізаційних задач з обмеженнями.

Недоліками даного підходу є:



- складність формалізації для великих проєктів через комбінаторну складність задачі;

- трудомісткість збору вихідних даних та верифікації моделі;

- обмежене моделювання невизначеностей та ймовірнісних факторів.

Для подолання цих обмежень пропонуються різноманітні модифікації базових моделей з обмеженнями, наприклад, із застосуванням методів нечіткої логіки чи імовірнісного моделювання [76].

Отже, теорія обмежень надає формальний базис для побудови адекватних моделей управління ІТ-проєктами з урахуванням ресурсних та інших вимог. Поєднання цього підходу з методами машинного навчання та штучного інтелекту відкриває перспективи для подальшого вдосконалення моделей розподілу задач.

Мультиагентні системи – це підхід до побудови комп'ютерних систем і програмного забезпечення, який базується на використанні штучного інтелекту та автономних компонентів-агентів для розв'язання прикладних задач.

У контексті управління ІТ-проєктами мультиагентна система складається з набору інтелектуальних програмних агентів, кожен з яких:

- має свої цілі, набір можливих дій, механізми сприйняття інформації та прийняття рішень;

- здатний до автономної поведінки і взаємодії з іншими агентами;

- виконує певну роль в процесі планування та розподілу задач в ІТ-проєктах.

Наприклад, окремі агенти можуть представляти різних членів команди проєкту, відповідати за планування окремих фаз розробки, здійснювати пошук оптимальних варіантів розподілу завдань або контролювати дотримання термінів і ресурсних обмежень.

Переваги мультиагентних систем:

- адаптивність до змін в проєктах та вимогах;

- масштабованість системи шляхом додавання нових агентів;

– можливість для самонавчання та покращення якості розподілу задач.

Недоліки та обмеження:

– складність реалізації, потреба у висококваліфікованих кадрах;

– значні витрати обчислювальних ресурсів;

– ймовірність виникнення несподіваної чи хаотичної поведінки системи [42].

Отже, мультиагентні системи є перспективним напрямом автоматизації управління IT-проєктами та підвищення адаптивності розподілу задач до змін в умовах невизначеності. Проте їх розробка та практичне застосування потребують подолання ряду технологічних викликів. Поєднання з методами оптимізації, нечіткої логіки та імітаційного моделювання відкриває можливості для створення ефективних гібридних інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень з управління IT-проєктами.

Управління IT-проєктами в сучасних умовах потребує застосування ефективних моделей та методів розподілу задач, що враховують високий ступінь невизначеності в галузі інформаційних технологій.

Модель оптимізації за критерієм мінімальної вартості дає змогу на основі лінійного програмування знайти оптимальне рішення розподілу робіт між виконавцями для мінімізації бюджету проєкту. Проте на практиці складно оцінити необхідні вхідні дані, а статичний характер моделі обмежує її гнучкість.

Мережеві графіки типу PERT та CPM добре підходять для візуалізації та структуризації комплексу взаємозалежних задач, проте є занадто громіздкими при масштабуванні та також обмежено враховують динамічні зміни.

Моделі з використанням теорії обмежень формалізують задачу розподілу через систему нерівностей та рівнянь. Вони ефективно враховують вимоги та ресурси, але потребують складної попередньої обробки даних.

Найбільш гнучким та перспективним підходом є мультиагентні системи, здатні до машинного навчання та автоматизації процесів планування і розподілу задач. Їх інтеграція з методами оптимізації, нечіткої логіки та

імітаційного моделювання відкриває можливості для побудови адаптивних гібридних систем підтримки прийняття рішень з управління ІТ-проєктами в умовах невизначеності.

### 2.3 Моделі та методи оцінювання ефективності працівників проєктних офісів аутсорсингових ІТ-компаній

Ефективність діяльності персоналу є визначальним чинником успішності будь-якої організації. В умовах сучасного динамічного бізнес-середовища особливо гостро постає питання оцінювання продуктивності праці співробітників. Це пов'язано з тим, що саме компетентність, залученість та мотивація персоналу забезпечують конкурентоспроможність компанії. Отже, розробка ефективних методів вимірювання та підвищення ефективності роботи працівників є ключовим завданням в сучасному менеджменті.

Особливо гостро ця проблема постає в ІТ-галузі, де успіх компанії безпосередньо залежить від професіоналізму та продуктивності фахівців. Саме тому питання розробки та впровадження дієвих моделей і методів оцінки ефективності ІТ-персоналу є надзвичайно актуальним.

З-поміж ІТ-компаній найбільшої уваги потребують аутсорсингові організації, оскільки саме їх співробітники безпосередньо виконують замовлення зовнішніх клієнтів. Від ефективності роботи команд проєктних офісів таких компаній залежить задоволеність і лояльність клієнтів, а отже - прибутковість та конкурентоспроможність бізнесу.

Одним з найбільш поширених підходів в оцінці персоналу ІТ-компаній є використання ключових показників ефективності (КРІ). Як зазначає І.І. Іванов [11], КРІ дозволяють оцінювати внесок кожного працівника в досягнення цілей компанії. Для проєктних офісів аутсорсингових компаній ключовими є показники вчасності та якості виконання проєктів, задоволеності клієнтів тощо [25]. Разом з тим, С.А. Петренко [22] наголошує, що вибір КРІ має узгоджуватися зі стратегічними цілями та бізнес-моделлю компанії.

*Ключові показники ефективності (KPI)* – це кількісні індикатори, що дозволяють оцінювати успішність та продуктивність працівників в досягненні цілей компанії [11].

Ці показники використовуються для оцінки рівня досягнення різноманітних стратегічних і тактичних цілей організації. Сутність методу KPI полягає в тому, що вони дозволяють компаніям виміряти успіх або недоліки у різних аспектах їх діяльності.

Перш за все, KPI повинні бути відповідно визначені та відібрані. Кожен показник має бути прямо пов'язаний зі стратегічними цілями організації. Наприклад, якщо основною метою компанії є зростання доходу, відповідний KPI може бути оцінкою загального обсягу продажів або прибутковості від продажів. Важливо, щоб KPI були конкретними, вимірюваними, досяжними, реалістичними і часово обмеженими.

Після визначення KPI відбувається процес збору даних. Це може бути, наприклад, збір інформації про проекти, показники задоволеності клієнтів, або ефективності процесів розробки. Однією з ключових задач на цьому етапі є забезпечення точності та актуальності інформації.

Зібрані дані потім аналізуються для оцінки виконання KPI. Наприклад, якщо KPI пов'язаний з залучення нових проектів до аутсорсингової компанії, аналіз може включати порівняння поточних показників з цільовими, попередніми періодами або з показниками конкурентів. Один із загальних методів аналізу включає в себе використання формули (2.4):

$$KPI = \frac{\text{Фактичний показник}}{\text{Цільовий показник}} * 100\% \quad (2.4)$$

Ця формула дозволяє оцінити ступінь досягнення цільових значень показників.

На основі отриманих результатів аналізу KPI менеджмент компанії може приймати рішення щодо необхідності корекції стратегій, тактик або

виробничих процесів. Важливо, щоб КРІ регулярно переглядалися та оновлювалися відповідно до змін у бізнес-стратегіях або умовах ринку.

КРІ також важливі для визначення ROI (повернення від інвестицій), що є ключовим для оцінки ефективності інвестиційних проєктів. ROI вимірюється за формулою (2.5):

$$ROI = \frac{(\text{Вигода від інвестиції} - \text{Вартість інвестиції})}{\text{Вартість інвестиції}} * 100\% \quad (2.5)$$

Цей показник допомагає компаніям оцінити, наскільки ефективно використані вкладені ресурси та чи виправдовують вони себе. Важливо, що ROI враховує не тільки прямі витрати, а й вигоди, які можуть бути отримані в довгостроковій перспективі.

Окрім фінансових показників, КРІ можуть також включати показники, пов'язані з задоволеністю клієнтів, ефективністю процесів, якістю продукції або сервісу, а також показники внутрішньої культури та клімату в колективі. Наприклад, задоволеність клієнтів може вимірюватися через систему оцінок та відгуків, які збираються після кожного взаємодії з клієнтом.

Важливим аспектом використання КРІ є їхня здатність допомагати в ідентифікації областей для покращення. Наприклад, якщо КРІ вказує на низьку продуктивність у певному відділі, керівництво може розробити стратегії для підвищення ефективності, такі як навчання персоналу або оптимізація робочих процесів.

При використанні КРІ також важливо враховувати баланс між різними показниками. Наприклад, зосередження уваги лише на фінансових показниках може призвести до недооцінки важливості таких аспектів, як якість продукції або задоволеність клієнтів.

Загалом, ключові показники ефективності є потужним інструментом у руках менеджменту, що дозволяє не тільки оцінювати поточний стан справ у

компанії, але й прогнозувати майбутні тенденції, а також реагувати на них оперативно та ефективно.

Правильно використані та інтерпретовані КРІ для оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії можуть стати основою для стратегічного планування та розвитку її діяльності.

По-перше, КРІ повинні бути адаптовані до специфіки роботи аутсорсингової компанії. Це означає, що показники мають відображати не тільки кількісні аспекти роботи, як-от кількість завершених проєктів або швидкість виконання завдань, а й якісні – наприклад, задоволеність клієнтів, інноваційність рішень, гнучкість у вирішенні проблем тощо.

По-друге, КРІ слід використовувати не тільки як інструмент оцінювання, але й як основу для стратегічного планування. Наприклад, аналізуючи КРІ, керівництво може визначити, в яких областях компанії потрібно покращувати роботу, які проєкти є найбільш прибутковими, а які потребують перегляду. Це допоможе компанії більш ефективно розподіляти ресурси та визначати пріоритети.

По-третє, КРІ можуть стати інструментом для розвитку персоналу. Встановлення чітких та досяжних цілей, виходячи з КРІ, може мотивувати співробітників до самовдосконалення та розвитку професійних навичок. Особливо це важливо в аутсорсинговій компанії, де успіх проєктів залежить від якості людського ресурсу.

По-четверте, КРІ можуть використовуватись для вимірювання успіху впровадження стратегічних ініціатив. Наприклад, якщо компанія планує розширення на нові ринки або впровадження нових технологій, КРІ дозволять виміряти, наскільки ефективно ці ініціативи реалізуються на практиці.

Важливо пам'ятати, що КРІ – це лише інструмент, і його ефективність залежить від того, як він використовується. Необхідно регулярно переглядати та оновлювати КРІ, адаптуючи їх до змін у бізнес-стратегії та ринковому середовищі. Застосування КРІ повинно також враховувати гнучкість та

динаміку ринку IT-аутсорсингу, який постійно розвивається та вимагає від компаній швидкого адаптування до нових вимог і тенденцій.

Ще одним важливим аспектом є прозорість та зрозумілість KPI для всіх співробітників. Вони мають бути чітко визначені та комуніковані всередині організації, щоб кожен член команди розумів свій внесок у загальний успіх проєкту та компанії. Це сприяє підвищенню відданості та мотивації персоналу.

Використання ключових показників ефективності (KPI) для оцінки роботи співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії, хоча й є корисним інструментом, має певні недоліки.

Перший із цих недоліків полягає у занадто загальному або неспецифічному характері KPI. Вони часто формулюються настільки широко, що не забезпечують чіткого розуміння того, що саме потрібно зробити для досягнення цілей. Наприклад, KPI, як «покращення задоволеності клієнтів», може бути важко виміряти і інтерпретувати, особливо без чітких вказівок щодо того, які саме аспекти потребують уваги.

Друга проблема полягає у надмірній фокусації на кількісних показниках. Часто KPI зосереджені на легко вимірюваних аспектах, таких як кількість завершених проєктів чи години, витрачені на роботу. Це може призвести до недооцінювання більш якісних аспектів роботи, таких як творчий підхід, інноваційність або здатність ефективно вирішувати проблеми.

Третій недолік – це ризик маніпуляцій. Співробітники можуть намагатися «грати за правилами», фокусуючись на досягненні показників KPI, навіть якщо це йде на шкоду загальній ефективності роботи. Наприклад, якщо KPI вимагає певної кількості клієнтських звернень, співробітник може зосередитися тільки на цьому, ігноруючи інші важливі аспекти своєї роботи.

Четвертою проблемою є нестабільність зовнішнього середовища. У світі, де ринкові умови швидко змінюються, KPI, які були актуальні минулого року, можуть вже не відображати реальні потреби компанії. Таким чином, KPI потребують регулярного перегляду і оновлення, що може бути часом і ресурсом затратним.

П'ятою проблемою є індивідуальні відмінності серед співробітників. Те, що ефективно для одного співробітника, може бути неефективно для іншого. Стандартизовані КРІ можуть не враховувати індивідуальні відмінності та особливості роботи кожного співробітника. Наприклад, співробітник, який працює над складними інноваційними проєктами, може мати меншу кількість завершених проєктів у порівнянні з тим, хто працює над стандартними завданнями. Це не обов'язково означає, що перший працює менш ефективно, але стандартні КРІ можуть це так інтерпретувати.

Шостою проблемою є можливе ігнорування неформальних факторів, таких як корпоративна культура, комунікація між колегами або лідерські якості, які також важливі для успішної діяльності компанії. Коли увага зосереджується виключно на КРІ, важливі м'які навички та неформальні аспекти роботи можуть бути ігноровані.

Сьомою проблемою є можлива негативна мотивація. Зосередження уваги виключно на досягненні КРІ може створити серед співробітників почуття, що їхні зусилля оцінюються лише за цими показниками, що може призвести до стресу, вигорання та зниження загальної задоволеності роботою.

Оською проблемою є складність встановлення об'єктивних КРІ. Оцінка ефективності співробітників проєктного офісу часто вимагає врахування багатьох факторів, які важко кількісно виміряти. Наприклад, як виміряти ефективність комунікацій або рівень креативності в роботі над проєктом? Ці аспекти можуть бути критичними для успіху проєкту, але вони важко вписуються в рамки традиційних КРІ.

Таким чином, хоча КРІ можуть бути корисним інструментом у вимірюванні та управлінні ефективністю, вони мають низку обмежень, які слід враховувати. Для ефективного використання КРІ важливо збалансувати їх з іншими методами оцінки та не ігнорувати якісні аспекти роботи співробітників.

Іншим поширеним методом є оцінка на основі асесмент-центрів, де працівники проходять комплекс тестових випробувань [22]. За



І.С. Бондарєвою [2], для ІТ-компаній доцільно проводити технічні завдання, кейси, ділові ігри тощо. Це дає можливість оцінити hard та soft skills учасників проєктів.

Як зазначають науковці [25, 22] оцінка ефективності працівників за допомогою ассесмент-центрів в ІТ-компаніях є комплексним підходом, що дозволяє оцінювати як технічні здібності (hard skills), так і особистісні якості (soft skills) учасників проєктів. Суть методу полягає в тому, що працівники проходять ряд випробувань, зокрема технічні завдання, кейси, ділові ігри, які демонструють їхню компетентність та вміння працювати в команді, вирішувати проблеми та адаптуватися до змінних умов.

У ході ассесменту, працівники виконують завдання, що імітують реальні робочі ситуації, де вони можуть продемонструвати свої навички та здібності. Це може включати в себе розробку програмного коду, розв'язування технічних завдань, участь у ділових іграх та інші види активностей, які відображають реальні умови роботи. Результати оцінюються за допомогою спеціалізованих методик та критеріїв, які включають точність виконання завдань, швидкість реакції, творчий підхід та інші важливі параметри.

Однією з ключових переваг цього методу є його об'єктивність та здатність оцінити широкий спектр навичок та якостей працівника. Це дає змогу компанії визначити сильні та слабкі сторони кожного співробітника, що є необхідним для ефективного управління людськими ресурсами.

Тим не менш, ассесмент-центри мають і свої недоліки. Один з основних – це висока вартість та складність організації такого роду оцінювання. Підготовка та проведення ассесменту вимагає значних ресурсів, часу та фінансових витрат. Крім того, цей метод може виявитися стресовим для деяких співробітників, особливо якщо вони не звикли до такого роду оцінювання. Це може вплинути на їх продуктивність та об'єктивність результатів.

Для аутсорсингового ІТ-бізнесу важливо враховувати, що ассесмент-центри можуть не завжди адекватно відображати реальні умови роботи,

особливо в сфері ІТ, де велика частина роботи може залежати від віддаленої роботи або проєктів, що мають унікальний характер. Такі випробування можуть не повністю відображати реальні навички співробітника, особливо у випадках, коли їхні професійні компетенції важко оцінити в штучно створеному середовищі асесмент-центру.

Ще одним важливим аспектом є те, що результати асесмент-центрів можуть бути суб'єктивно інтерпретовані оцінювачами. Попри спроби стандартизувати оцінювання, існує ризик, що оцінки будуть відбивати особистісні упередження або уподобання оцінювачів, що може впливати на об'єктивність оцінок.

Крім того, використання асесмент-центрів може бути не дуже ефективним для компаній, які швидко розвиваються та мають потребу в швидкому підборі співробітників. Організація та проведення таких оцінок вимагає часу, а це може бути критичним для компаній, що оперують у динамічному ІТ-секторі.

Однак, не дивлячись на ці недоліки, асесмент-центри можуть бути цінним інструментом для оцінки та розвитку персоналу в аутсорсингових компаніях. Вони дають можливість комплексно оцінити компетенції співробітників, виявити потенційні таланти та зони для подальшого розвитку. Також цей метод допомагає формувати більш об'єктивне уявлення про здібності та навички працівників, що може сприяти підвищенню загальної продуктивності та ефективності компанії.

Враховуючи це, аутсорсингові компанії можуть застосовувати асесмент-центри як один із елементів комплексної системи оцінки та розвитку персоналу, комбінуючи їх із іншими методами та підходами, такими як регулярний фідбек, навчання та професійний розвиток. Це дозволить максимально використовувати потенціал кожного співробітника та сприяти досягненню стратегічних цілей компанії.

Метод 360 градусів передбачає оцінювання працівника за відгуками колег, керівників, підлеглих [25]. На думку Дж. Мейєра [70], в аутсорсингу

доцільно також враховувати оцінки замовників проєктів. Це забезпечує комплексний погляд на діяльність фахівця.

Сутність цього методу полягає у проведенні опитування колег, керівників, підлеглих та інших стейкхолдерів з метою отримання оцінки діяльності, поведінки та особистісних якостей працівника за певними критеріями. Розробляються спеціалізовані анкети, які містять питання щодо різних аспектів роботи співробітника: його професійних навичок, комунікативних здібностей, здатності до командної роботи, лідерських якостей тощо. Відповіді на ці питання дають учасники оцінки, які мають досвід взаємодії з оцінюваним співробітником. Респонденти оцінюють його за шкалою від 1 до 10 балів [70].

Після опитування результати узагальнюються та аналізуються за допомогою статистичних методів. Розраховується середній бал оцінки за кожним параметром. Визначаються сильні та слабкі сторони працівника. За підсумками формується звіт та план розвитку.

Перевагою методу 360° є можливість отримати об'єктивний зворотний зв'язок з різних точок зору – керівників, колег, підлеглих. Це дозволяє комплексно оцінити діяльність фахівця [25]. Для аутсорсингових ІТ-компаній доцільно також залучати оцінки замовників, адже саме вони є кінцевими споживачами послуг [70]. Їх думка дає уявлення про якість виконання проєктів.

Водночас метод 360° має певні недоліки. По-перше, він може бути часово затратним, оскільки залучає велику кількість учасників і вимагає ретельної підготовки та аналізу анкет. По-друге, існує ризик суб'єктивності оцінок, особливо з боку колег та підлеглих. По-третє, використання методу 360 градусів може викликати непорозуміння або навіть конфлікти серед співробітників, якщо результати оцінок будуть сприйняті як несправедливі або критичні. Тому важливо забезпечити анонімність опитування [25].

Отже, незважаючи на певні труднощі, метод 360 градусів є корисним інструментом оцінки в аутсорсинговому ІТ-бізнесі. Він дозволяє отримати

цілісне уявлення про роботу спеціаліста з різних перспектив. Але потребує поєднання з іншими методами та урахування специфіки проєктної діяльності компанії [11, 25].

Популярними є рейтингові оцінювання та ранжування працівників за визначеними критеріями [25]. Проте І.С. Бондарєва [2] зауважує, що в ІТ-галузі складно підібрати універсальні критерії через специфіку проєктів.

Суть цих підходів полягає у визначенні ключових параметрів оцінок, які враховують різні аспекти роботи співробітника, такі як якість виконання задач, терміни виконання, комунікаційні навички, інноваційний підхід тощо. Кожен з цих аспектів оцінюється за певною шкалою, і в результаті формується загальний рейтинг працівника.

За цим методом, спочатку визначаються ключові критерії ефективності для кожної позиції. Наприклад, для програміста критеріями можуть бути кількість написаного коду, його якість, здатність працювати в команді, креативність у вирішенні проблем тощо. Після визначення критеріїв кожному з них присвоюються вагові коефіцієнти в залежності від їх значимості. Наприклад, для проєкту, де важлива швидкість розробки, більша вага може бути надана кількості коду, тоді як для довгострокового проєкту з високими вимогами до якості, акцент робиться на якості коду.

Після цього оцінка кожного критерію проводиться за шкалою від 1 до 5 або від 1 до 10, де вищий бал вказує на вищу ефективність. Сумарний рейтинг визначається шляхом множення оцінок на вагові коефіцієнти та їх подальшого сумування. Наприклад, якщо співробітник отримав оцінку 8 за якість коду (з ваговим коефіцієнтом 0,4) і 6 за швидкість роботи (з ваговим коефіцієнтом 0,6) його загальний рейтинг буде (2.6):

$$8 * 0,4 + 6 * 0,6 = 6,8 \quad (2.6)$$

Перевагами рейтингових методів є чіткість та прозорість оцінювання, можливість порівняння співробітників за єдиними стандартами та здатність

об'єктивно виявляти найбільш продуктивних працівників. Крім того, рейтингове оцінювання сприяє встановленню чітких цілей для співробітників і допомагає їм краще зрозуміти, які аспекти їхньої роботи вимагають удосконалення.

Однак, існують і негативні сторони цього методу. По-перше, підхід може бути суб'єктивним, особливо при оцінці критеріїв, які не можуть бути виміряні кількісно, таких як якість комунікації або креативність. По-друге, цей метод може сприяти конкуренції між співробітниками замість співпраці, особливо якщо результати оцінки використовуються для визначення премій або підвищень. По-третє, існує ризик, що співробітники будуть зосереджуватися тільки на тих аспектах роботи, які оцінюються, ігноруючи інші важливі елементи своєї діяльності.

Для аутсорсингових компаній цей метод може бути особливо корисним для оцінки індивідуальної продуктивності співробітників і визначення напрямків для їхнього професійного розвитку. Однак, для ефективного застосування рейтингового оцінювання необхідно ретельно визначити відповідні критерії оцінки та вагові коефіцієнти для кожної позиції. Також важливо створити прозору та справедливую систему оцінювання, яка враховує як кількісні, так і якісні показники роботи.

В умовах аутсорсингової компанії, де проекти часто мають різний характер та вимагають різних навичок, важливо збалансувати універсальні критерії оцінювання з індивідуальними особливостями кожного проекту. Це дозволить забезпечити більш точну та об'єктивну оцінку працівників, а також підтримувати високий рівень мотивації та задоволеності роботою.

Проведений аналіз показав, що існує широкий спектр традиційних методів оцінювання персоналу, які можуть застосовуватися в аутсорсингових ІТ-компаніях. Зокрема, КРІ дозволяють об'єктивно оцінювати внесок працівників у досягнення цілей, однак вони можуть бути занадто вузько сфокусованими на кількісних показниках. Ассесмент-центри надають можливість комплексно оцінити компетенції, але є досить ресурсозатратними.

Метод 360 градусів забезпечує зворотний зв'язок від усіх стейкхолдерів, проте може бути суб'єктивним. Рейтинги та ранжування дозволяють порівнювати працівників, але вимагають чіткого вибору критеріїв оцінки.

Отже, жоден з розглянутих методів не є універсальним та оптимальним. Для комплексного оцінювання персоналу аутсорсингових проєктних офісів доцільно поєднувати різні підходи з урахуванням специфіки діяльності.

Поряд з традиційними методами, варто розглянути можливості сучасних технологій інтелектуального аналізу даних. Зокрема, методи нечіткого моделювання та штучного інтелекту, які відкривають нові перспективи для оцінки та прогнозування ефективності персоналу.

До таких методів відносять нейронні мережі, дерева рішень, методи нечіткої математики, кластеризацію, генетичні алгоритми та інші. Вони дозволяють аналізувати великі масиви даних про працівників та виявляти приховані закономірності.

Перевагами цих методів є здатність до самонавчання на даних, врахування взаємозв'язків між різними факторами, можливість автоматизації аналізу. Проте потребують значних обсягів даних та ретельної інтерпретації результатів.

Подальше дослідження буде присвячено детальному аналізу можливостей методів інтелектуального аналізу даних для оцінки персоналу аутсорсингових проєктів.

Одним з найбільш перспективних напрямів є застосування нейронних мереж для аналізу даних про співробітників та прогнозування їх успішності [20, 37]. Нейронні мережі здатні виявляти складні нелінійні залежності між різними факторами, такими як досвід роботи, освіта, результати тестів, КРІ тощо. Це дає змогу більш точно передбачати ефективність працівників в майбутніх проєктах на основі аналізу попередніх даних.

Нейронна мережа являє собою систему взаємопов'язаних штучних нейронів, які здатні до навчання на даних та подальшої обробки інформації.

Кожен нейрон отримує вхідні сигнали від інших нейронів, обробляє їх за певним алгоритмом (наприклад, сумування з ваговими коефіцієнтами) і генерує вихідний сигнал, який передається далі [30].

Нейронна мережа проходить етап навчання, під час якого її вагові коефіцієнти налаштовуються для вирішення поставленого завдання. Для навчання використовуються алгоритми зворотного поширення помилки, такі як метод градієнтного спуску. Наприклад, для задачі прогнозування ефективності працівників, на вхід мережі можуть подаватися дані про їхній досвід, освіту, результати тестів тощо, а цільовий параметр – оцінка їхньої продуктивності. Розглянемо цю задачу більш детально. Спочатку формується набір даних, що містить інформацію про програмістів компанії за останні 2 роки. Це можуть бути такі параметри: стать (чоловіча/жіноча), вік, освіта, досвід роботи програмістом (у роках), результати тесту з програмування (0-100 балів), середня кількість рядків коду за місяць.

На основі цих даних будується багат шаровий персептрон – нейронна мережа прямого поширення для вирішення задачі регресії (прогнозування цільового значення). Архітектура мережі:

- вхідний шар: 6 нейронів (для кожного предиктора);
- прихований шар: 8 нейронів з ReLU;
- вихідний шар: 1 нейрон з лінійною функцією активації;

Функція втрат для навчання (2.7):

$$L(y, \hat{y}) = (y - \hat{y}) * 2 \quad (2.7)$$

де  $y$  – реальне значення місячної продуктивності,

$\hat{y}$  – значення, передбачене мережею.

Після навчання мережа може використовуватися для прогнозування продуктивності нових програмістів.

Існують різні типи архітектур нейронних мереж, які оптимізовані для вирішення конкретних прикладних задач. Розглянемо деякі з них:

*Багатошаровий перцептрон (MLP).* Це найпростіша «класична» архітектура нейронної мережі прямого поширення. Вона складається з вхідного, вихідного та одного або декількох прихованих шарів нейронів. Кожен нейрон підключений до всіх нейронів попереднього шару. Мережа описується рівнянням (2.8). MLP найчастіше застосовується для задач регресії та класифікації.

$$y = f(W_2 * g(W_1 * x + b_1) + b_2) \quad (2.8)$$

де  $x$  – вхідний вектор,  
 $W_1, W_2$  – матриці вагів,  
 $b_1, b_2$  – вектори зміщень,  
 $g, f$  – функції активації.

*Згорткові нейронні мережі (CNN).* Використовуються для обробки зображень. Містять згорткові та субдискретизуючі шари для виділення ознак, а також повнозв'язні шари для класифікації. Основні операції – згортка фільтром та субдискретизація. CNN описується як (2.9):

$$y = f(W_2 * g(W_1 * x * k_1 + b_1) * k_2 + b_2) \quad (2.9)$$

де  $k_1, k_2$  – ядра згортки, інші позначення аналогічні до MLP.

*Рекурентні НМ (RNN)* Використовуються для обробки послідовних даних. Містять зворотні зв'язки, що дозволяють аналізувати контекст і зберігати інформацію про попередні вхідні дані. Рівняння RNN (2.10):

$$ht = f(Wxt + Uht - 1 + b) \quad (2.10)$$

де  $ht$  – вихідний вектор в момент  $t$ ,



$ht - 1$  – вихід в попередній момент,

$U$  – матриця зв'язків.

*Нейронні мережі з учителем (Supervised NN)*. Навчаються на розмічених даних, коли відомі входні об'єкти і бажані виходи. Застосовуються для класифікації, регресії, прогнозування.

*Нейромережі без учителя (Unsupervised NN)*. Використовуються, коли навчальні дані не містять цільових міток. Застосовуються для кластеризації, виокремлення ознак, виявлення аномалій.

Отже, існує багато різних архітектур нейромереж для вирішення конкретних прикладних задач. Вибір архітектури залежить від типу даних, постановки задачі та ресурсів. Комбінація різних типів НМ також може давати кращі результати для складних задач.

Для задачі оцінки та прогнозування ефективності персоналу в аутсорсингових ІТ-компаніях можуть застосовуватися різні типи нейронних мереж.

Зокрема, багатошаровий персептрон добре підходить для побудови регресійних моделей прогнозування кількісних показників, таких як продуктивність праці чи КРІ. Ця архітектура дозволяє проаналізувати взаємозв'язки між даними про досвід, освіту, результати тестів працівників та їх вихідними результатами [14].

Згорткові нейронні мережі можуть застосовуватися для аналізу візуальних даних, зокрема для обробки фото та відео зі співбесід з метою виявлення особистісних характеристик кандидатів.

Рекурентні нейромережі ефективні для моделювання динаміки змін показників продуктивності працівників в часі. Вони дозволяють прогнозувати майбутні КРІ на основі аналізу історичних часових рядів.

Нейронні мережі з учителем є найбільш універсальним інструментом для навчання на історичних даних HR-аналітики. Вони можуть будувати моделі для прогнозування КРІ, класифікації персоналу, оцінки ризиків тощо

Нейромережі без учителя доцільно застосовувати на етапі попереднього аналізу даних – для пошуку аномалій, кластеризації, зниження розмірності.

Отже, для задач оцінки та аналізу персоналу в аутсорсингових ІТ-компаніях найбільш перспективним є використання нейронних мереж з учителем. Вони дозволяють будувати прогностичні моделі та класифікатори на основі наявних даних. Вибір конкретної архітектури вимагає експериментальної перевірки для отримання оптимальних результатів.

Нейронні мережі є потужним інструментом інтелектуального аналізу даних, який відкриває нові можливості для оцінки та прогнозування ефективності персоналу в аутсорсингових ІТ-компаніях. Водночас, ця технологія має як переваги, так і певні обмеження, які необхідно враховувати.

Основними позитивними рисами нейромережових моделей для аналізу даних про персонал є:

- здатність до самонавчання на даних без необхідності програмування моделі. мережа сама налаштовує ваги зв'язків для вирішення поставленого завдання;

- можливість моделювати складні нелінійні залежності між вхідними та вихідними даними. це дозволяє знаходити приховані закономірності;

- висока прогностична здатність за рахунок узагальнення даних. мережі добре узагальнюють закономірності на нові дані;

- масштабованість для великих наборів даних про співробітників;

- можливість інтеграції різних типів даних на вході - числових, текстових, візуальних;

- автоматизація процесу аналізу, що зменшує його трудомісткість.

Водночас, існують і певні обмеження нейромережового підходу:

- потреба у великих обсягах даних для навчання моделей, що може бути проблематично для невеликих компаній;

- складність інтерпретації внутрішньої логіки та параметрів мереж, що знижує прозорість аналізу;

- ризик перенавчання моделей через їх високу гнучкість, що призводить до втрати узагальнювальної здатності;
- складність підбору оптимальної архітектури та гіперпараметрів мережі для конкретної задачі;
- відсутність гарантій отримання стабільних та точних результатів через стохастичну природу навчання;
- необхідність спеціальних навичок та досвіду для побудови та валідації моделей.

Отже, для ефективного використання нейромереж в задачах оцінки персоналу аутсорсингових ІТ-компаній потрібен комплексний підхід. Важливо ретельно готувати та аналізувати вхідні дані, обирати оптимальну архітектуру мережі, контролювати перенавчання, коректно інтерпретувати результати. За умови дотримання цих аспектів, нейронні мережі можуть значно підвищити якість аналізу даних про персонал та сприяти прийняттю обґрунтованих рішень в аутсорсинговому бізнесі.

Нейронні мережі дозволяють будувати складні нелінійні моделі для аналізу даних і прогнозування на основі навчання на прикладах. Проте вони мають певні обмеження при роботі з невизначеними, суб'єктивними даними, притаманними задачам оцінки персоналу.

Альтернативним підходом в таких випадках може бути використання апарату нечіткої логіки та нечіткого моделювання. На відміну від нейромереж, нечіткі моделі дозволяють працювати з лінгвістичними змінними, що описуються не числами, а словами та словосполученнями.

Це дає можливість враховувати в моделях суб'єктивні оцінки HR-експертів у вигляді правил «ЯКЩО-ТО». Наприклад, «ЯКЩО комунікативні навички високі, ТО потенціал успішності в проєктній роботі високий».

На відміну від нейромереж, де внутрішня логіка роботи прихована у вагах зв'язків, нечіткі моделі є більш прозорими і зрозумілими для людини. Це полегшує їх інтерпретацію та пояснення результатів.

Основна ідея нечіткого моделювання полягає у використанні лінгвістичних змінних і термів, які визначаються через функції приналежності. Наприклад, ефективність роботи може бути оцінена через такі лінгвістичні терми, як «низька», «середня» та «висока». Кожен терм асоціюється з відповідною функцією приналежності, яка описує ступінь відповідності конкретному терму.

В рамках нечіткого моделювання, оцінка ефективності працівника здійснюється шляхом визначення ступеня приналежності його показників до різних лінгвістичних термів. Наприклад, може бути створено нечітке правило: «Якщо співробітник швидко виконує завдання і має високу якість роботи, то його ефективність вважається високою».

Для реалізації цього підходу використовуються нечіткі інференційні системи, які містять базу правил та механізм висновку. Правила формулюються на основі експертних оцінок і знань про особливості роботи в аутсорсинговій компанії. Система нечіткого висновку обчислює вихідні значення (наприклад, загальну оцінку ефективності) на основі вхідних даних (наприклад, показників продуктивності співробітника).

Основними перевагами застосування нечіткого моделювання є його здатність краще враховувати людські фактори, такі як суб'єктивні оцінки та емоційні відгуки, а також обробляти неоднозначну та нечітко визначену інформацію. Це дозволяє отримати більш точну та об'єктивну оцінку продуктивності співробітників. Іншою перевагою є гнучкість моделі, що дозволяє адаптувати її під конкретні умови та особливості роботи в аутсорсинговій компанії. Нечітке моделювання може враховувати різноманітні аспекти діяльності співробітників, від технічних навичок до міжособистісних відносин та співпраці в команді.

При цьому метод нечіткого моделювання також має деякі обмеження та недоліки. Одним з ключових є необхідність глибокого розуміння специфіки діяльності компанії та вміння правильно сформулювати нечіткі правила.

Необхідність залучення експертів для розробки та налаштування системи може збільшити вартість та складність її впровадження.

Ще один важливий аспект полягає в об'єктивності та точності вхідних даних. Нечітке моделювання залежить від якості та достовірності інформації, що вводиться в систему. Неправильно визначені вхідні параметри або некоректно сформульовані правила можуть призвести до помилкових або недостовірних висновків.

Окрім того, слід звернути увагу на важливість інтерпретації результатів, отриманих за допомогою нечіткого моделювання. Результати можуть бути багатозначними та потребувати додаткового аналізу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Застосування нечіткого моделювання для оцінки працівників аутсорсингових проєктів може бути ефективним, якщо воно використовується разом з іншими інструментами оцінки.

Метод генетичних алгоритмів у процесі оцінки ефективності працівників аутсорсингових компаній стає дедалі популярнішим завдяки своїй здатності адаптуватися та оптимізувати велику кількість параметрів. Генетичні алгоритми є частиною області штучного інтелекту, яка використовує принципи біологічної еволюції для вирішення складних оптимізаційних та пошукових задач.

Суть генетичного алгоритму полягає у використанні набору індивідів, які представляють рішення проблеми, і використанні операцій селекції, кросинговеру (схрещування) та мутації для генерації нового покоління індивідів, які краще адаптовані до вирішення поставленої задачі.

У контексті оцінки ефективності співробітників, генетичні алгоритми можуть використовуватися для визначення оптимального набору параметрів або показників ефективності (KPI), які найкращим чином відображають продуктивність працівника. Ці параметри можуть включати кількість виконаних проєктів, якість роботи, рівень задоволеності клієнтів, інноваційність, командна робота та інші важливі аспекти.

Процес оцінки починається з формування початкового набору потенційних рішень (індивідів), де кожен індивід представляє певну комбінацію КРІ. Кожна комбінація оцінюється на основі заданої функції пристосування, яка може бути розрахована, наприклад, як середнє зважене значення різних показників формула (2.11):

$$\text{Функція пристосування} = w_1 * KPI_1 + w_2 * KPI_2 + \dots + w_n * KPI_n \quad (2.11)$$

де  $w_i$  – вагові коефіцієнти, які відображають важливість кожного КРІ.

Після оцінки кожного індивіда відбувається процес селекції, де найкращі індивіди вибираються для подальшого розмноження. В процесі кросинговеру відбувається обмін генетичною інформацією між індивідами, що призводить до створення нових комбінацій КРІ. Мутації вносять випадкові зміни в ці комбінації, що допомагає уникнути локальних мінімумів у процесі оптимізації та забезпечує різноманітність підходів до оцінки.

Після кожного циклу селекції, кросинговеру та мутації формується нове покоління індивідів, яке потім знову оцінюється за допомогою функції пристосування. Цей процес повторюється протягом декількох поколінь, поки не буде знайдено найоптимальніше рішення або поки не буде досягнуто заданого критерію зупинки.

Використання генетичних алгоритмів для оцінки ефективності співробітників має кілька переваг. По-перше, це дозволяє об'єктивно враховувати велику кількість різноманітних факторів і знаходити оптимальні комбінації КРІ. По-друге, цей метод адаптивний та гнучкий, оскільки дозволяє легко модифікувати критерії оцінювання відповідно до змін у стратегії компанії або умовах ринку.

З іншого боку, існують і певні недоліки. Генетичні алгоритми вимагають значних обчислювальних ресурсів, особливо при великій кількості параметрів і довгій тривалості оптимізації. Також важливо точно визначити функцію

пристосування та правильно підібрати вагові коефіцієнти для КРІ, щоб уникнути неправильної інтерпретації даних.

Незважаючи на недоліки, генетичні алгоритми відкривають нові можливості для об'єктивної та ефективної оцінки співробітників у аутсорсингових проєктах. Вони сприяють підвищенню продуктивності компанії, забезпечуючи більш точне розуміння потенціалу кожного працівника та виявлення ключових напрямків для їх розвитку та навчання.

Проведений аналіз показав, що існує широкий спектр методів та моделей для вирішення задачі оцінювання персоналу аутсорсингових ІТ-компаній. Традиційні підходи, такі як КРІ, ассесмент-центри, рейтинги, мають свої переваги та недоліки. В той же час, сучасні методи інтелектуального аналізу даних відкривають нові можливості для побудови ефективних моделей оцінки. Зокрема, розглянуто нейронні мережі, нечітку логіку, генетичні алгоритми та показано їх потенціал для вирішення завдань HR-аналітики. Кожен з цих методів має свої сильні та слабкі сторони. Отже, найбільш перспективним є розробка гібридних моделей, які поєднують різні підходи для комплексного оцінювання персоналу.

### РОЗДІЛ 3

## МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОЄКТНОГО ОФІСУ АУТСОРСИНГОВОЇ КОМПАНІЇ

3.1 Модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проєктів в аутсорсинговій компанії» на базі нейро-нечіткої моделювання включення проєктів в портфель аутсорсингової компанії

Формування оптимального портфеля проєктів є одним з найважливіших завдань стратегічного управління в будь-якій компанії [12]. Адже саме від того, наскільки раціонально підібрані та збалансовані проєкти в портфелі, залежить ефективне використання наявних ресурсів організації та успішна реалізація її стратегічних цілей. Щоб сформувати оптимальний портфель проєктів, компанія повинна розробити систему критеріїв, за допомогою яких можна об'єктивно проаналізувати та порівняти альтернативні варіанти проєктів [3].

Зазвичай, основними групами критеріїв оцінки проєктів виступають: фінансові критерії, ресурсні критерії, часові критерії, критерії ризику, критерії відповідності стратегічним цілям компанії, а також якісні критерії. Розглянемо їх детальніше. Фінансові критерії дозволяють оцінити очікувану прибутковість проєкту, період окупності інвестицій, рентабельність тощо. Це важливо для визначення економічної ефективності проєкту. Ресурсні критерії характеризують потребу проєкту в персоналі певної кваліфікації, обладнанні, матеріалах, технологіях. Вони показують, чи зможе компанія забезпечити проєкт необхідними ресурсами. Часові критерії відображають заплановану тривалість проєкту, терміновість його виконання, синхронність з іншими проєктами. Вони демонструють, наскільки реалістичним є термін виконання проєкту. Критерії ризику оцінюють ймовірність виникнення різноманітних загроз та невизначеності під час реалізації проєкту – технічних, комерційних, організаційних тощо. Ці критерії важливі для мінімізації можливих втрат



компанії [24]. Критерії стратегічної відповідності аналізують, наскільки проєкт сприятиме досягненню довгострокових цілей, реалізації обраної стратегії компанії. Якісні критерії можуть враховувати складність проєкту, його інноваційність, соціальну значущість тощо.

Існують різні методичні підходи до практичного застосування цих критеріїв під час аналізу й відбору проєктів до портфеля. Зокрема, часто використовуються матричні методи, які передбачають оцінку проєктів за 2-3 ключовими параметрами [36]. Наприклад, на основі матриці БКГ проєкти аналізуються за темпами росту ринку та відносною часткою на цьому ринку. Методи багатокритеріальної оцінки (аналіз ієрархій, скорингова оцінка, лінійне програмування) дозволяють одночасно аналізувати кожен проєкт за широким спектром різних критеріїв. Також можливий попередній поділ проєктів за рівнями пріоритетності на основі експертних оцінок окремих важливих параметрів, з наступним детальним вивченням кожної групи. Гібридні підходи поєднують попередню експертну оцінку з подальшим кількісним багатокритеріальним аналізом.

Отже, теорія і практика пропонують широкий спектр різноманітних підходів до формування системи критеріїв і методів оцінювання та відбору проєктів для включення в портфель компанії. Втім універсальної моделі не існує, кожна організація повинна адаптувати систему під свої цілі, стратегію, бізнес-модель та наявні ресурси. Лише в такому разі можна буде забезпечити обґрунтованість і оптимальність рішень щодо формування портфеля проєктів [19].

Оскільки діяльність аутсорсингових компаній полягає виключно у виконанні проєктів на замовлення інших організацій, питання формування оптимального портфеля замовлень набуває для них особливого значення. Від того, наскільки раціонально підібрані проєкти в їхньому портфелі, залежить фінансова стабільність, прибутковість та репутація аутсорсингової компанії на ринку.

Головною відмінністю формування портфеля в аутсорсингових компаніях є те, що вони не розробляють проекти самостійно, а обирають їх із зовнішніх пропозицій. Тому ключовим завданням є розробити ефективну систему оцінювання та відбору найбільш перспективних і вигідних проектів з-поміж значної кількості запитів від потенційних замовників [72].

При цьому аутсорсингові компанії мають аналізувати проекти за такими основними критеріями:

- фінансова привабливість проекту;
- відповідність профілю діяльності та компетенціям компанії;
- можливість забезпечення необхідними ресурсами;
- ризики проекту;
- терміни та умови реалізації;
- очікування та вимоги замовника.

З фінансової точки зору аутсорсинговій компанії вигідно обирати проекти з вищою очікуваною рентабельністю. Втім не менш важливо оцінити реалістичність кошторису та платіжних умов, запропонованих замовником. Адже занижене бюджетування несе ризики збитків для виконавця.

Обов'язково слід аналізувати відповідність проекту профілю діяльності та наявним компетенціям аутсорсингової компанії. Приймати проекти, не пов'язані з основною спеціалізацією, як правило, не вигідно через високі витрати на додаткове навчання персоналу.

Важливо реалістично оцінити, чи зможе компанія забезпечити проект необхідними трудовими ресурсами, технологіями, обладнанням, матеріалами. Брати в роботу проекти без належного ресурсного забезпечення ризиковано.

Серед ризиків слід враховувати ймовірність неплатежів чи невиконання зобов'язань з боку замовника, можливі штрафні санкції, вірогідність технічних та організаційних проблем під час реалізації проекту.

Аналіз термінів і умов виконання дає змогу визначити, чи зможе аутсорсингова компанія вкластися у встановлені строки та вимоги якості. Також треба передбачити можливі штрафи за невиконання умов договору.

Не менш важливо дослідити очікування та специфічні вимоги потенційного замовника щодо звітності, комунікацій, захисту інформації тощо. Це дасть змогу уникнути непорозумінь та конфліктів під час роботи над проектом.

Отже, аутсорсингові компанії потребують комплексного підходу до аналізу та оцінювання запропонованих проектів, враховуючи як власні ресурси та ризики, так і вимоги й очікування замовників. Лише за умови ретельного багатокритеріального аналізу можна обрати оптимальний портфель замовлень, мінімізуючи фінансові втрати та репутаційні ризики для аутсорсингової компанії.

Для формування ефективної системи відбору проектів аутсорсинговій компанії необхідно розробити набір обґрунтованих критеріїв, які дозволять комплексно оцінити та порівняти альтернативні проекти. На основі аналізу специфіки діяльності аутсорсингових компаній, можна запропонувати таку систему ключових критеріїв оцінки проектів:

*Критерій рентабельності проекту ( $R_p$ )* розраховується за формулою (3.1):

$$R_p = \frac{P_p}{V_p} * 100\%, \quad (3.1)$$

де  $P_p$  – прибуток від проекту,

$V_p$  – витрати на проект.

Інтервал значень:  $R_p > 25\%$  – висока рентабельність; 10-25% – середня;  $R_p < 10\%$  – низька.

*Критерій відповідності профілю діяльності ( $K_v$ )* оцінюється експертно за 100-бальною шкалою. Інтервал значень: 80-100 балів – проект цілком відповідає профілю; 50-70 балів – частково відповідає; < 50 балів – не відповідає.

*Критерій забезпеченості ресурсами ( $K_Z$ )* оцінює відсоток забезпеченості проєкту трудовими ресурсами ( $T$ ), технологіями ( $T_X$ ), обладнанням ( $O$ ) (3.2):

$$K_Z = (T + T_X + O) / 3, \quad (3.2)$$

де  $T$ ,  $T_X$ ,  $O$  – відсоток забезпеченості відповідним видом ресурсів.

Інтервал значень: 80-100% – повна забезпеченість; 60-80% – достатня; <60% – недостатня.

*Критерій ризику ( $R$ )* розраховується на основі ймовірностей виникнення організаційних ( $R_O$ ), технічних ( $R_T$ ), фінансових ( $R_F$ ) ризиків (3.3):

$$R = \left( \frac{R_O + R_T + R_F}{3} \right) * 100\%. \quad (3.3)$$

Інтервал значень: <30% – низький рівень; 30% – 50% – середній; >50% – високий.

*Критерій відповідності вимогам замовника ( $K_{VZ}$ )* оцінюється експертно за 100 бальною шкалою.

Для комплексного аналізу запропонованої системи критеріїв пропонується використовувати багатокритеріальну багатоцільову модель. Вона дозволяє оцінити проєкти одночасно за трьома цільовими показниками:

1. *Комплексний показник якості проєкту ( $K_{YP}$ )* (3.4):

$$K_{YP} = 0,3R_p + 0,1K_V + 0,3K_Z + 0,1R + 0,2K_{VZ} \quad (3.4)$$

де:  $R_p$  – рентабельність проєкту (вага 0,3)

$K_V$  – відповідність профілю діяльності (0,1)

$K_Z$  – забезпеченість ресурсами (0,3)

$R$  – рівень ризику (0,1)

$K_{VZ}$  – відповідність вимогам замовника (0,2)

Найбільшу вагу мають фінансові та ресурсні критерії. Вагомими є також вимоги замовника. Відповідність профілю, ризику мають менший вплив. Такий розподіл ваг коефіцієнтів обґрунтований з огляду на специфіку та пріоритети діяльності аутсорсингових компаній.

2. Показник фінансової ефективності ( $K_{FE}$ ) проекту (3.5):

$$K_{FE} = R_p * Z_p + NP - V \quad (3.5)$$

де  $R_p$  – рентабельність проекту;

$Z_p$  – загальна вартість проекту;

$NP$  – чистий прибуток від проекту;

$V$  – витрати на проєкт.

3. Показник відповідності стратегії ( $K_{VS}$ ) розвитку аутсорсингової компанії: (3.6)

$$K_{VS} = 0,3S_{MARKET} + 0,2S_{REPUTATION} + 0,5 * S_{PROFIT} \quad (3.6)$$

де:  $S_{MARKET}$  – ступінь розширення ринкової частки (пріоритетність 0,3)

$S_{REPUTATION}$  – ступінь підвищення репутації компанії (0,2)

$S_{PROFIT}$  – ступінь зростання прибутку (0,5)

Основні стратегічні напрямки для аутсорсингової компанії – це розширення ринку, підвищення репутації та зростання прибутку. Найбільш пріоритетним є прибуток, оскільки компанія націлена на отримання доходу від

реалізації проєктів. Такий розподіл пріоритетності є обґрунтованим з огляду на комерційну спрямованість діяльності аутсорсингової компанії.

Для вирішення задачі багатокритеріальної оцінки та відбору проєктів до портфеля аутсорсингової компанії пропонується використати нейромережеву нечітку модель, що реалізує зазначені три цільові показники. Модель має трьох шарову архітектуру:

*Перший шар* – *вхідний шар* моделі містить такі вхідні змінні:

$X_1$  – рентабельність проєкту, %;

$X_2$  – оцінка відповідності профілю діяльності (низька, середня, висока);

$X_3$  – забезпеченість ресурсами, %;

$X_4$  – рівень ризику проєкту (низький, середній, високий);

$X_5$  – оцінка вимог замовника (бали);

*Другий шар* – *прихований шар* на якому відбувається обробка вхідних даних і розрахунок цільових показників:

– комплексний показник якості проєкту ( $K_{VZ}$ );

– показник фінансової ефективності ( $K_{FE}$ ) проєкту;

– показник відповідності стратегії ( $K_{VS}$ ) розвитку аутсорсингової компанії.

*Третій шар* – *вихідний шар* на якому на основі значень  $K_{VZ}$ ,  $K_{FE}$ ,  $K_{VS}$  формується рішення: якщо  $K_{VZ} > 0,7$  і  $K_{FE} > 2000$  і  $K_{VS} > 0,75$ , то проєкт включається до портфеля інакше проєкт відхиляється

Така 3-шарова нейромережева модель дозволяє комплексно проаналізувати проєкт за кількісними та якісними критеріями і прийняти обґрунтоване рішення щодо його включення в портфель на основі розрахунку цільових показників.

Для практичного використання розробленої нейромережевої нечіткої моделі на базі системи ключових критеріїв оцінок та показників проєктів аутсорсинговій компанії було розроблено структурну модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проєктів в аутсорсинговій

компанії» (рис. 3.1) для виконання якого рекомендується дотримуватися такого алгоритму дій:

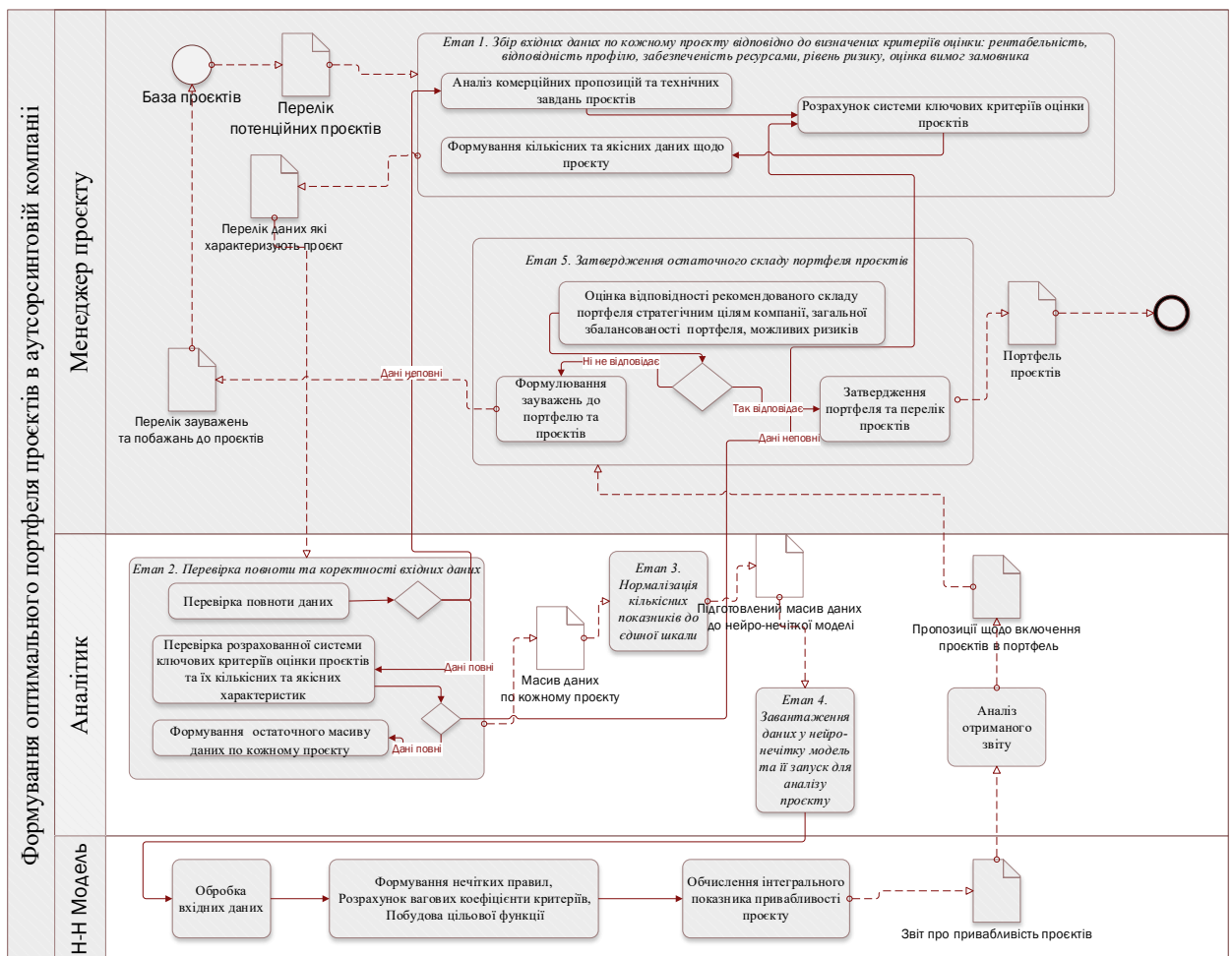


Рисунок 3.1 – Структурна модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проектів в аутсорсинговій компанії»

[джерело: сформовано автором]

*Етап 1. Збір вхідних даних по кожному проекту відповідно до визначених критеріїв оцінки: рентабельність, відповідність профілю, забезпеченість ресурсами, рівень ризику, оцінка вимог замовника.* На цьому етапі менеджер проектів відповідає за збір усієї необхідної інформації щодо кожного потенційного проекту, який розглядається для включення до портфеля аутсорсингової компанії.

Менеджер аналізує комерційну пропозицію та технічне завдання проекту, підготовлені бізнес-аналітиком на основі вимог замовника. На їх

підставі менеджер складає детальну специфікацію проєкту, включаючи перелік конкретних робіт, їх зміст, терміни виконання. Далі він проводить оцінку необхідних ресурсів – кількості і кваліфікації персоналу, програмного забезпечення, обладнання тощо. Також визначається загальний бюджет проєкту на основі трудовитрат і вартості матеріальних ресурсів.

Наступним кроком є оцінка фінансових показників проєкту. Менеджер розраховує запланований дохід від реалізації проєкту, визначає очікувані витрати та прибуток. На основі цього обчислюються показники рентабельності та терміну окупності проєкту.

Важливою складовою збору даних є аналіз ризиків проєкту – ймовірності їх виникнення та можливого впливу на цілі проєкту. Менеджер формує перелік ідентифікованих ризиків та проводить їх якісну оцінку.

На основі зібраних даних менеджер робить висновок щодо загальної спроможності компанії реалізувати проєкт, його відповідності профілю діяльності.

Отримані кількісні та якісні дані щодо проєкту менеджер проєкту передає аналітику для подальшої обробки та аналізу за допомогою оптимізаційної моделі портфеля..

*Етап 2. Перевірка повноти та коректності вхідних даних, уточнення за потреби.* На цьому етапі аналітик повинен здійснити їх ретельну перевірку та за потреби зробити уточнення необхідної інформації.

По-перше, аналітик повинен переконатися в повноті наданих даних – щодо кожного проєкту має бути вся необхідна інформація згідно затвердженого переліку критеріїв (фінансові показники, ресурси, ризики, відповідність цілям тощо). За відсутності певних даних аналітик звертається до менеджера проєктів за уточненнями та доповненням інформації.

По-друге, аналітик перевіряє коректність та несуперечливість наданих даних. Наприклад, порівнює заплановану трудомісткість та терміни проєкту з наявними ресурсами і завантаженням персоналу. У разі виявлення можливих



некоректностей або неузгодженостей, аналітик також уточнює інформацію з менеджером.

По-третє, за необхідності аналітик може запросити додаткові дані для більш повної оцінки проєкту – наприклад, результати аналізу аналогічних проєктів, детальнішу інформацію про ризики, порівняльний аналіз варіантів реалізації проєкту тощо.

На основі уточненої інформації аналітик формує остаточний масив даних по кожному проєкту. Всі дані мають бути комплексними, коректними, несуперечливими та об'єктивно відображати параметри і характеристики проєктів.

*Етап 3. Нормалізація кількісних показників до єдиної шкали від 0 до 1.*

На цьому етапі аналітик спочатку виділяє всі кількісні показники серед зібраних даних по проєктах. Далі для кожного окремого показника він визначає мінімальне та максимальне значення на основі даних по всіх проєктах. Після цього нормалізує кожне конкретне значення показника для певного проєкту за формулою (3.7):

$$X_{NORM} = (X - X_{MIN}) / (X_{MAX} - X_{MIN}) \quad (3.7)$$

де  $X$  – фактичне значення показника,

$X_{MIN}$  та  $X_{MAX}$  – відповідно мінімальне та максимальне значення для цього показника серед усіх проєктів.

В результаті нормалізації всі кількісні показники приводяться до співставної шкали від 0 до 1. Нормалізація даних дозволяє уникнути викривлень через різні одиниці виміру показників.

*Етап 4. Завантаження даних у нейро-нечітку модель та її запуск для аналізу проєкту.* Після збору, перевірки та підготовки вхідних даних, аналітик здійснює їх завантаження в розроблену нейро-нечітку економіко-математичну модель оптимізації портфеля проєктів та запускає її роботу. Для цього

спочатку аналітик відкриває програмне забезпечення, яке реалізує дану модель, та створює новий проєкт в системі під унікальною назвою. Далі послідовно для кожного оцінюваного проєкту створюється окремий об'єкт та заносяться всі підготовлені вхідні дані в відповідні поля: нормалізовані кількісні показники, якісні характеристики, експертні оцінки критеріїв.

Після введення даних по всіх проєктах, аналітик запускає процес моделювання. На цьому етапі відбувається автоматизована обробка вхідних даних з використанням методів нечіткої логіки та нейронних мереж. Формуються нечіткі правила, розраховуються вагові коефіцієнти критеріїв, будується цільова функція.

В результаті моделювання для кожного проєкту обчислюються інтегральні показники його привабливості з урахуванням усіх вхідних критеріїв. Також визначається оптимальний склад портфеля проєктів, що максимізує сумарну цінність портфеля в рамках наявних обмежень компанії.

Отримані результати моделювання виводяться у зручній формі – у вигляді звітів, графіків, списків проєктів. Аналітик аналізує та інтерпретує отримані дані для прийняття обґрунтованих рішень щодо формування оптимального портфеля проєктів та передає отримані результати менеджеру проєктів .

*Етап 5. Затвердження остаточного складу портфеля проєктів.* Після того, як аналітик сформував рекомендований склад оптимального портфеля проєктів за допомогою нейро-нечіткої моделі, відбувається затвердження цього складу менеджером проєктів.

На цьому етапі менеджер проєктів отримує від аналітика звіт з результатами моделювання оптимального портфеля, що містить:

- перелік рекомендованих до включення проєктів;
- інтегральні показники привабливості кожного проєкту;
- прогнозні показники ефективності сформованого портфеля.

Менеджер проєктів детально аналізує отримані результати моделювання. Він оцінює відповідність рекомендованого складу портфеля

стратегічним цілям компанії, загальну збалансованість портфеля, можливі ризики. За необхідності керівник може скоригувати склад портфеля на власний розсуд, виключивши чи додавши окремі проєкти.

Після остаточного формування бажаного складу портфеля, менеджер проєктів приймає управлінське рішення про затвердження портфеля та перелік проєктів, які будуть реалізовуватися в наступному періоді. Це рішення оформлюється належним чином і доводиться до виконавців.

Також менеджер проєктів визначає необхідні заходи для ефективної реалізації затвердженого портфеля проєктів, зокрема:

- розподіл необхідних ресурсів (фінансування, персонал) між проєктами;
- заходи з мінімізації ключових ризиків;
- система мотивації команд проєктів.

Дотримання розробленого алгоритму забезпечує комплексний підхід, врахування стратегічного бачення та дозволяє сформувати оптимальний збалансований портфель проєктів, відповідно до цілей і можливостей аутсорсингової компанії. Запропонований підхід може застосовуватися аутсорсинговими компаніями для підвищення обґрунтованості управлінських рішень щодо відбору проєктів.

### 3.2 Модель бізнес-процесу управління задачами в ІТ-проєкті на базі нечіткого моделювання

Ефективний розподіл та планування задач є ключовими чинниками успішної реалізації складних ІТ-проєктів. Адже саме оптимальне використання наявних ресурсів та раціональне планування робіт дозволяють дотримуватися термінів, бюджету та вимог до якості проєкту. Разом з тим, задача розподілу задач та ресурсів є надзвичайно складною через високу динамічність та невизначеність умов реалізації ІТ-проєктів.

В останні роки значна увага приділяється застосуванню методів нечіткого моделювання для вирішення завдань планування та розподілу ресурсів в управлінні IT-проєктами. Нечіткі моделі дозволяють враховувати неточності вихідних даних, ймовірнісні фактори, а також якісні характеристики, що є важливим при моделюванні поведінки та взаємодії людських ресурсів.

При управлінні IT-проєктами існують ключові відмінності, які визначаються особливостями процесу створення інформаційних продуктів [79]:

- інформаційний продукт як кінцевий етап IT-проєкту не є матеріальним і його не можна оцінити в загально визнаних одиницях. Через це підготовка робіт та задач з IT-проєкту має бути максимально точною. Кожен IT-проєкт є неповторним, тому, на відміну від проєктів у будівництві чи виробництві, такі проєкти не мають стандартних витрат для типових дій. Терміни робіт можна лише приблизно оцінити, виходячи з досвіду реалізації подібних задач у схожих проєктах;

- протягом життєвого циклу проєкту вимоги до кінцевого інформаційного продукту часто змінюються, призводячи до складного процесу модифікації та узгодження вимог;

- як наслідок попередньої особливості, більшість процесів розробки є неконтрольованими, адже візія замовника щодо кінцевого результату часто є досить загальною, а сам процес створення якісного інформаційного продукту важко формалізується. Таким чином, докладне планування потрібних робіт та задач є майже неможливим;

- ефективність IT-проєктів напряму залежить від кваліфікації учасників, при цьому на ринку часто бракує висококваліфікованих фахівців;

- існує велика кількість інструментів та платформ для розробки. Чим новітніший і потужніший використовується інструмент, тим менше спеціалістів, які його володіють;

- існує багато різних моделей та методологій розробки інформаційних продуктів: стандарти, SW-CMM, Rational Unified Process, Microsoft Solutions Framework, Extreme Programming, Scrum та інші. Кожна має свої переваги та

недоліки. Компаніям часто доводиться адаптувати найкращі методи під свої потреби. Будь-які спроби впровадження стовідсотково лише однієї методології розробки інформаційних продуктів виявляється марним, оскільки сам процес розробки є непередбачуваним і неформалізованим.

Менеджери ІТ-проектів мають враховувати аспекти, що визначають складність проектів, та реагувати на них, використовуючи специфічні методики управління для таких проектів. Кінцевий перелік цих аспектів, їх значимість та критичність відрізняються в залежності від конкретного проекту.

Крім характеристик, пов'язаних безпосередньо з реалізацією проекту, варто враховувати і характеристики ІТ-галузі як такої, яка впливає опосередковано на успішність ІТ-проектів.

По-перше, велика плинність трудового персоналу. Щоб запобігти втраті навичок, накопичених досвідченими фахівцями, та зменшити час адаптації новачка до проекту, важливо розробити систему управління знаннями.

По-друге, відсутність механізмів стимулювання праці. У ІТ-галузі рівень зарплат досить високий, але професіоналів не вистачає, що призводить до великої плинності трудового персоналу, легше залучити фахівця від конкурента, ніж підвищити кваліфікацію існуючих співробітників.

По-третє, існує ряд зовнішніх чинників, які негативно впливають на діяльність ІТ-компаній: високий рівень кіберзагроз, неідеальне законодавство, та відсутність ефективної системи підготовки майбутніх іт-спеціалістів.

Згідно з РМВоК, важливим аспектом в сфері знань є управління людськими ресурсами підприємства, а саме ефективне управління командою проекту. Відносно ступеня участі у процесі розробки інформаційного продукту учасників проекту можливо класифікувати на три категорії: базова команда, допоміжна команда та зацікавлені сторони. Розроблена рольова модель розробки інформаційного продукту представлена в таблиці 3.1.

У контексті управління проектом велика частина роботи менеджера проектів полягає в постановці задач для команди взагалі та для кожного її учасника зокрема, а також у подальшому контролі за їх виконанням.

Таблиця 3.1 – Рольова модель розробки інформаційного продукту

Роль	Зона відповідальності
Менеджер проєкту	Формування команди проєкту Формування комунікаційного середовища Формування планів, зокрема: – оцінка тривалості та трудомісткості задач у процесі планування; – розподіл робіт усередині команди Контроль за виконанням планів, у тому числі: – моніторинг виконання планів; – перевірка на відповідність діяльності команди бізнес-процесу розробки; – організаційна робота (у тому числі й із замовником); – частина аналітичної роботи
Аналітик	Збір вимог замовника Розробка технічного завдання проєкту Доопрацювання специфікації Розробка планів тестування Концептуальне тестування функціональності Розробка документації користувача
Технічний лідер	Розробка концептуальної архітектури рішення Розробка робочого проєкту Контроль якості коду та відповідність його проєктним рішенням з архітектури Участь у формуванні планів та оцінці складності та тривалості задач Участь у комплексному тестуванні
Розробники	Розробка функціональності Перевірка якості коду виправлення помилок у коді Проведення первинного тестування коду Участь у комплексному тестуванні коду
Тестувальник	Тестування функціональності Написання unit-тестів Участь у розробці планів тестування

Структурна модель бізнес-процесу управління задачами ІТ-проєкту зображена на рисунку 3.2.

Один з поширених інструментів для визначення повноважень та обов'язків серед учасників команди проєкту є створення матриці відповідальності RACI (Responsible, Accountable, Consult before doing, Inform after doing). Результатом є таблиця, що описує участь різних ролей у виконанні задач. Нажаль, немає чітких рекомендацій щодо того, на що має орієнтуватися менеджер проєкту, призначаючи задачі конкретному виконавцю.

Система управління задачами – це комплекс інструментів для формулювання задач і контролю за їх виконанням, що має ряд функціональних можливостей: створення нової задачі, призначення відповідальних, встановлення прав доступу, визначення обсягу роботи по задачі.

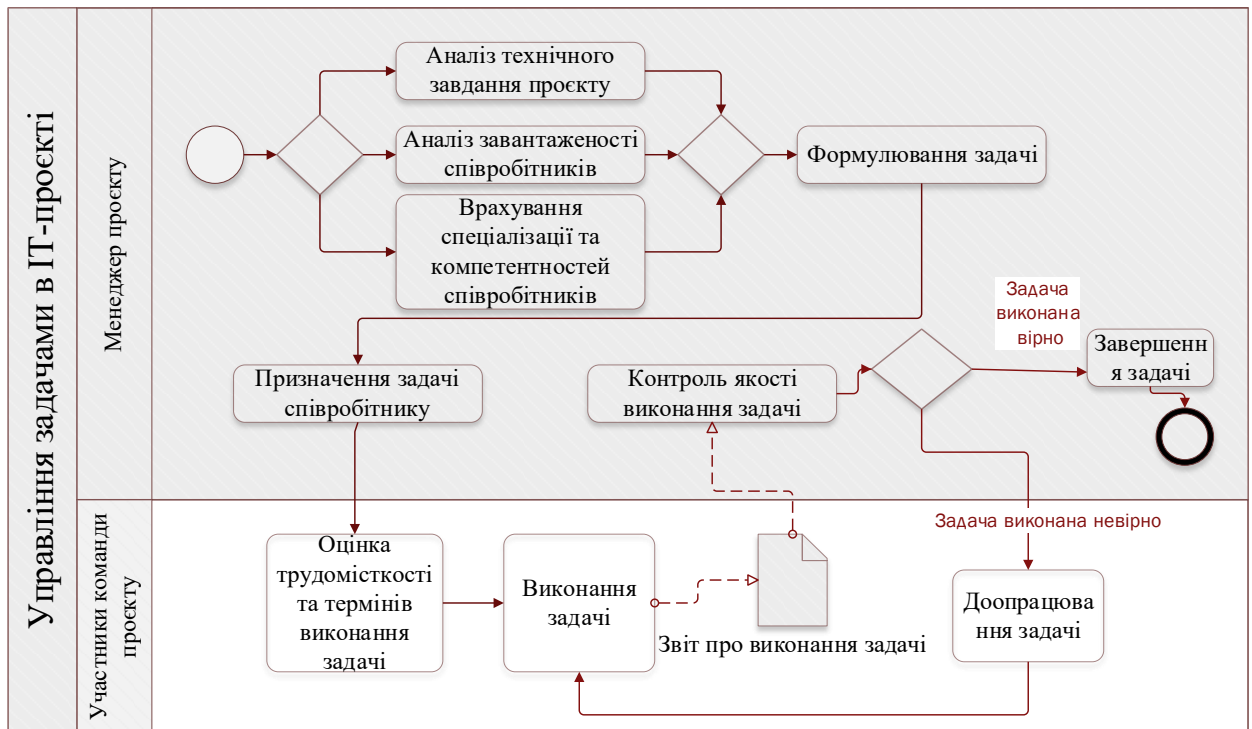


Рисунок 3.2 – Структурна модель бізнес-процесу управління задачами в ІТ-проєкті

[джерело: сформовано автором]

Процедура роботи системи управління задачами є стандартною і включає такі етапи:

- формулювання задачі, тобто визначення її змісту, автора, виконавця і контролера;
- визначення термінів виконання задачі: автор може задати фіксований термін, або надати цю можливість виконавцю;
- виконання задачі: виконавиць сам вказує факт завершення;
- перевірка виконання: контролер-тестувальник аналізує якість виконання задачі, після чого задача може бути завершена або відправлена на доопрацювання;

– повідомлення автора про завершення задачі.

Системи управління задачами у проєктах широко представлені на ринку. Існує велика численність комерційних та безкоштовних програм. До найбільш відомих можна віднести Asana, Basecamp, JIRA, Redmine, Бітрікс24, Trello, MS Project тощо. Аналіз показав, що програмне забезпечення для управління задачами зосереджене переважно на моніторингу виконання задач [62]. Тим часом питання про те, чому певна задача доручена конкретному фахівцю, залишається нерозв'язаною та вирішується за інтуїтивно менеджером проєкту на підставі його досвіду.

З технічного боку автоматизація управління задачами виглядає простою. Основний виклик полягає в правильному відображенні моделі та стилю управління, прийнятого в організації. Тому програми управління задачами мають бути адаптовані під конкретний підхід до управління людськими ресурсами. Важливо пам'ятати, що проста наявність системи управління задачами не гарантує підвищення продуктивності тому, що ключові проблеми комунікації та контролю задач залишаються.

Процес розподілу задач – це складне завдання з багатьма критеріями, яке полягає у розподілі ресурсів за видами робіт і визначенні виконавців, враховуючи їх завантаженість, кваліфікацію та спеціалізацію. Традиційні методи такі, як теорія ігор або задача про призначення з подальшим вирішення її за допомогою угорського алгоритму у реаліях управлінської практик часто не прийнятні. Традиційні методи теорії ігор у специфічних умовах ІТ-проєктів також неприйнятні, оскільки немає можливості збору статистичних даних для кожної альтернативи вирішення задачі.

Задачі, пов'язані з управлінням проєктом характеризуються, високою відповідальністю менеджера, змінної структури проєкту, як системи з невизначеністю і суперечливістю інформації. Команді проєкту потрібно вирішувати невизначені та слабо структуровані проблеми, для яких важко застосувати стандартні методи та моделі. У таких умовах нечітка логіка стає інструментом вирішення цих проблем.



Оснoву для створення нечітких систем є інструментарій нечіткого моделювання, який спирається на методи формалізації та аналізу слабоструктурованої та неповної інформації, що виникає через властиву об'єктам та процесам складність. Унікальність нечітких систем полягає в використанні лінгвістичних змінних для опису діяльності модельованої системи, які базується або на висновках фахівців у даній галузі, або на попередньому дослідженні статистичних даних.

Виходячи з роботи В. Коско [60], а саме теореми про нечітке наближення, згідно з якою будь-яка математична структура може бути наближена за допомогою системи на основі нечіткої логіки. Таким чином, за допомогою правил типу «IF..., THEN...» та їхньої подальшої формалізації засобами нечіткої логіки можна відтворити будь-який зв'язок «вхід-вихід» без використання складних диференціальних та інтегральних обчислень, які традиційно застосовуються у управлінні. Зараз нечітка логіка є добре вивченим і відомим інструментом для розв'язання завдань у сфері управління та прийняття рішень.

Відмінними рисами fuzzy-систем [45, 50] є:

- здатність працювати з нечіткими вхідними даними, такими як постійно змінювані в часі значення (динамічні задачі) або значеннями, які неможливо чітко визначити чисельно;
- можливість відмовитися від складних систем управління, що базуються на розв'язку диференціальних рівнянь, якщо це відповідає потрібній точності обчислень;
- викладення процесу прийняття рішень на зрозумілій мові, використовуючи суб'єктивні та звичні для людини якісні оцінки, та пов'язуючи ці оцінки з чіткою математичною системою;
- можливість здійснення якісних оцінок вхідних та вихідних даних.

У рамках вирішення завдання управління задачами розглядається проблема оцінки ефективності виконання задач розробниками. Інших учасників проєкту не беремо до уваги, оскільки в кожному проєкті на такі ролі, як менеджер проєкту, аналітик, технічний автор, тестувальник, зазвичай припадає один співробітник.

Тому при появі конкретної задачі (написання документації, аналітичне завдання, тестування тощо) вона може бути доручена лише співробітнику з потрібною спеціалізацією. У рамках проєкту задач, орієнтованих на розробку інформаційних продуктів, завжди в кілька разів більше, ніж розробників, тому однією з ключових проблем, яка стоїть перед менеджером проєкту, є правильне призначення їм задач.

Були виділені наступні вхідні лінгвістичні змінні та їхні множини:

- complexity {low, average, high} – складність {низька, середня, висока};
- laborintensity {low, average, high} – трудомісткість {низька, середня, висока};
- novelty {new, rare, typical} – новизна завдання {нове, рідкісне, типове};
- priority {non-critical, urgent, critical} – пріоритет завдання {не пріоритетне, термінове, критичне};
- developer {Junior, Middle, Senior} – професійний рівень розробника {молодший, середній, старший};
- employment {low, average, high, very high} – завантаженість {низька, середня, висока, дуже висока}.

Функції приналежності вхідних змінних наведено на рисунку 3.3:

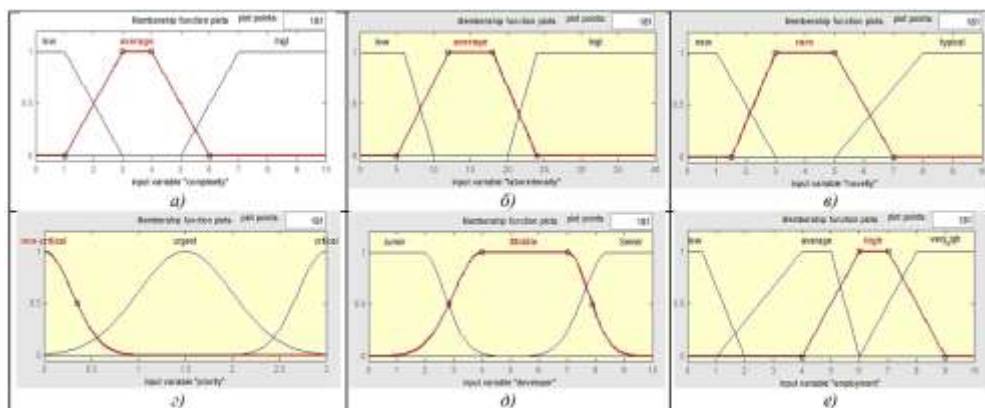
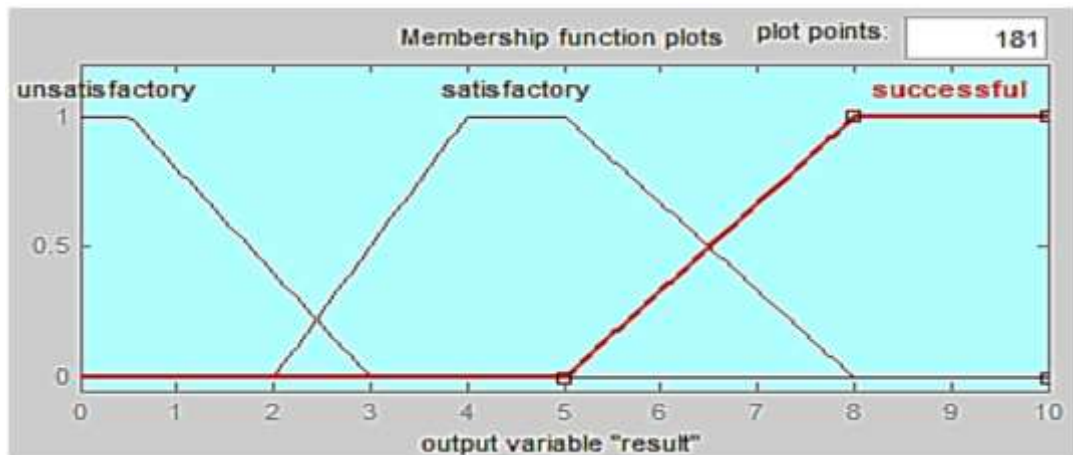


Рисунок 3.3 – Функції приналежності вхідних змінних: а) складність задачі, б) трудомісткість задачі, в) новизна задачі, г) пріоритет задачі, д) професіоналізм розробника, е) зайнятість у проєкті

Як вихідну змінну було використано змінну result {unsatisfactory, satisfactory, successful} «результат» {незадовільно, задовільно, успішно} – успішність виконання завдання, функції приналежності якої наведено на рисунку 3.4:



Рисунк 3.4 – Функції приналежності вихідної змінної

В результаті аналізу експертами було сформульовано 81 найбільш значуще правило. Ось декілька прикладів з них:

a) IF complexity average AND laborintensity low AND novelty typical AND priority non-critical AND developer Junior AND employment low THEN result successful;

б) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND priority non-critical AND developer Middle AND employment average THEN result successful;

в) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND priority non-critical AND developer Middle AND employment higt THEN result satisfactory;

г) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND priority AND developer Senior AND employment higt THEN result satisfactory;

д) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND urgent priority AND developer Senior AND employment very high THEN result satisfactory;

є) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND priority critical AND developer Middle AND employment average THEN result satisfactory;

е) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND priority critical AND developer Middle AND employment higt THEN result unsatisfactory;

ж) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty new AND priority critical AND developer Senior And employment big TO result satisfactory;

з) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty rare AND priority non-critical AND developer Middle AND employment low TO result successful;

і) IF complexity average AND laborintensity average AND novelty rare AND priority non-critical AND developer Middle And employment high TO result satisfactory.

Для створення системи нечіткого виведення було застосовано інструментарій Fuzzy Logic Toolbox в Matlab. В Matlab наявно п'ять головних інструментів графічного інтерфейсу: редактори для нечіткого виведення, функції приналежності, правила виведення, а також інструменти для перегляду правил та поверхні виведення. Вони взаємодіють між собою, тому зміни в одному із них призводять до змін у інших [82].

Використовуючи утиліту FIS Editor, ми встановили такі параметри системи нечіткого виведення: тип – Мамдані, методи агрегації, аккумуляції та дефазифікації, а також всі входи та виходи нечіткої системи.

Функції приналежності для змінних були встановлені у відповідних вікнах. Наприклад, для змінної «Складність завдання» було обрано трапецієподібну функцію належності з конкретизацією для кожного члена. Так само було визначено інші змінні.

Останнім кроком у створенні системи стало визначення набору правил, які встановлюють взаємозв'язок вхідних змінних із вихідними (рис. 3.5).

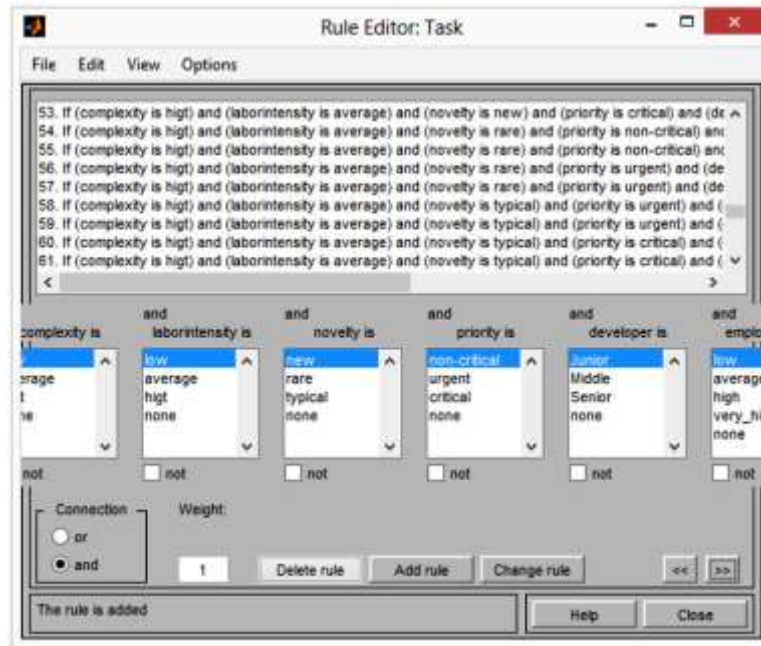


Рисунок 3.5 – Експертна база правил, які встановлюють взаємозв'язок вхідних змінних із вихідними

Інструмент для візуалізації правил дозволяє показати процес нечіткого виведення та отримати результат (рис. 3.6).

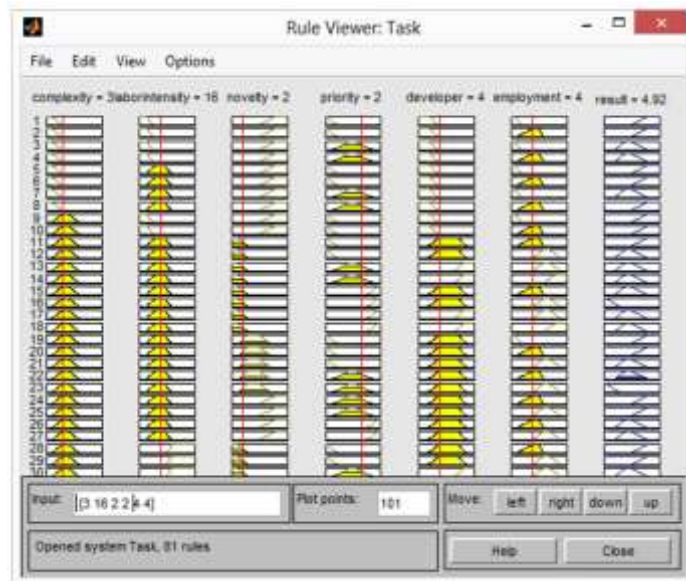


Рисунок 3.6 – Вікно візуалізації правил

Основне вікно цього інструмента включає кілька вікон, розташованих у вигляді матриці. Кількість рядків відповідає кількості правил, а стовпців – кількості вхідних і вихідних змінних. Кожне вікно показує відповідну функцію належності, її рівень та внесок у загальний результат [82]. Для аналізу ефективності виконання задачі розробниками вводять значення вхідних змінних, а результат відображається в протилежному куті. Також система надає можливість візуалізації поверхні виведення залежно від двох вхідних параметрів.

Оцінювання ефективності виконання кожної окремої задачі є індивідуальним. Методика нечіткого моделювання допоможе менеджеру проєкту визначити позитивні та негативні аспекти вирішення задачі у випадку призначення її конкретному виконавцю та внести необхідні корективи у своє рішення.

### 3.3 Модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN на базі гібридної моделі

Враховуючи важливість оцінки персоналу проєктних офісів, в даному дослідженні пропонується гібридна модель для визначення показника ефективності працівника. Розроблена модель поєднує методи 360 градусів, нечіткого моделювання та генетичних алгоритмів та має декілька етапів застосування:

Етап 1. Збір даних методом 360 градусів

Етап 2. Формалізація експертних оцінок за допомогою нечіткої логіки

Етап 3. Оптимізація параметрів функції належності за допомоги генетичного алгоритма

Етап 4. Аналіз даних та прийняття рішень

Розглянемо ці етапи більш детально.

На *першому етапі* відбувається збір даних про оцінюваного співробітника від учасників проєкту за допомогою методу 360 градусів. Відповідно до

розробленої анкети для опитування керівник, колеги, підлеглі та інших стекхолдери повинні оцінити працівника. Анкети містять запитання про оцінку співробітника за такими критеріями:

- швидкість виконання задач;
- якість роботи над задачами;
- самостійність при роботі над задачами;
- вміння працювати в команді;
- комунікабельність.

Кожен критерій оцінюється респондентами за шкалою від 1 до 10 балів, де 1 – найнижча оцінка, а 10 – найвища.

Результати опитування збираються та узагальнюються. Розраховується середнє значення оцінки кожного критерію за формулою (3.8):

$$\bar{X}_k = \sum_{i=1}^n \frac{x_{ki}}{n} \quad (3.8)$$

де  $x_{ki}$  – відповідна оцінка по  $k$ -му критерію  $i$ -го респондента,  
 $n$  - кількість респондентів.

На виході отримуються узагальнені кількісні оцінки співробітника за обраними критеріями ефективності з урахуванням думки усіх учасників проекту.

На *другому етапі* відбувається формалізація отриманих експертних оцінок за допомогою апарату нечіткої логіки.

В якості системи управління та виводу її висновків застосовується алгоритм нечіткої логіки Мамдані. На вхід алгоритму надходять вхідні змінні, які є критеріями дослідження, їх кількісні та якісні дані [15], а також вихідна змінна – показник ефективності. Структура алгоритму Мамдані може бути описана так [15]:

- створення бази правил для нечіткого виводу. База правил містить нечіткі твердження з умовою та висновком;

- фазифікація вхідних змінних. За допомогою функцій належності визначаються ступені вірогідності вхідних змінних [58];
- агрегація умов: тут визначаються ступені дійсності умов кожного правила; правила з умовами, значення яких відрізняється від нуля, вважаються активними та використовуються у подальших розрахунках;
- активація чи композиція висновків: для кожного висновку визначається ступінь вірогідності на основі рівнів обмеження;
- акумуляція висновків нечітких правил: цей етап передбачає об'єднання обмежених функцій належності в загальну нечітку підмножину;
- дефазифікація вихідних змінних: на цьому етапі відбувається перетворення нечітких множин у кінцеве чітке значення, яке є результатом роботи алгоритму.

Отже, представимо математичну інтерпретацію алгоритму запропонованої методології.

Згідно з алгоритмом нечіткого виведення [58] лінгвістична змінна визначається за допомогою ряду властивостей  $(X, T(X), U, G)$ , де  $X$  – назва змінної [58]. Кожна лінгвістична змінна включає в себе нечітку множину її значень (терм-множину)  $T(X)$  – який є об'єднанням всіх пар виду  $(x, \mu_T(x))$  і формується зі значень основної змінної  $x \in X$ , зі значеннями із універсальної сукупності  $U$  та з функцій належності  $\mu_T(x)$ , які встановлюють відношення між цими значеннями та числами в межах  $[0; 1]$  [94]:  $T = \{(x, \mu_T(x)) \mid x \in X\}$ .

Як функцію належності застосуємо трапецієвидну функцію [94].

Цей вид функції належності визначається в предметній області  $X = [a; d]$  на множині  $U$  та описується наступним чином (3.9):

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b < x \leq c, \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c < x \leq d, \\ 0, & x \notin (a; d) \end{cases} \quad (3.9)$$



Перед визначенням бази нечітких правил слід перетворити або уточнити межі функцій належності лінгвістичних терм-множин.

Зміна областей істинності лінгвістичних змінних полягає у звуженні кожної нечіткої множини шляхом зміщення границь на основі експоненційного розподілу величин. Нове значення границь обчислюється за формулою (3.10):

$$x' = x * k^n \quad (3.10)$$

Коефіцієнт звуження  $k$  залежить від можливої кількості виставлених якісних оцінок  $n$  кожному терму, від початкового значення межі  $x$  та максимального  $x_{max}$  або мінімального  $x_{min}$ , до якого область звужена, і яке межа не може перевищити.

Варто зауважити, що кожна якісна відповідь відповідає певному терму та належить до певної області істинності.

Залежно від області істинності, що відповідає певному терму, а також суміжної області, може відбуватися зсув лівої або правої межі, коефіцієнт  $k$  розраховується за формулою (3.11) або (3.12).

$$k = \sqrt[n]{\frac{x_{max}}{x}} \quad (3.11)$$

$$k = \sqrt[n]{\frac{x_{min}}{x}} \quad (3.12)$$

Як можна побачити на рис. 3.7 ліва та права області істинності є прямокутними трапеціями. Тому у перетворенні беруть участь лише права межа терма 1 та лише ліва межа терма 3, на відміну від центральної області істинності, яка відповідає терму 2, в перетворенні якої беруть участь обидві межі.

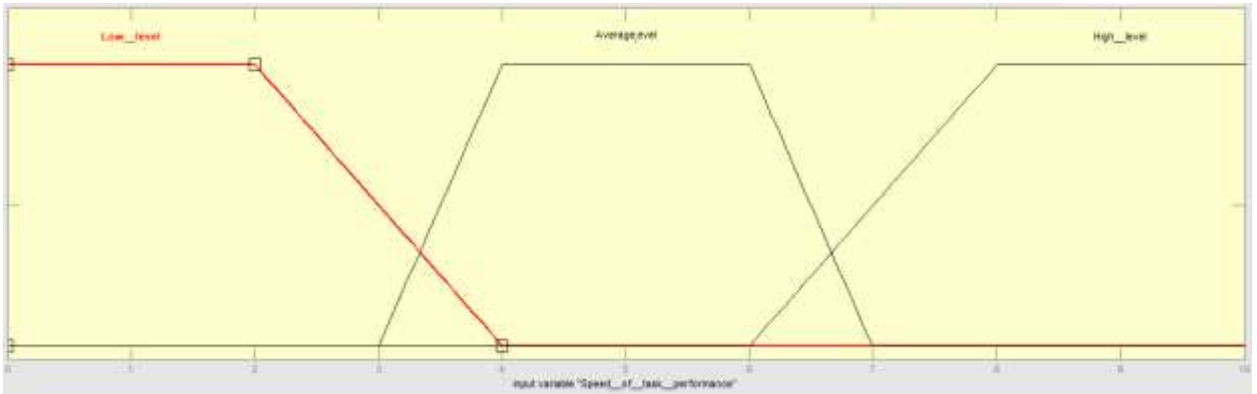


Рисунок 3.7 – Початковий графік функцій належності змінної [Джерело: сформовано автором]

У випадку, якщо якісна оцінка відповідає даній області істинності, коефіцієнт  $k$  для лівої межі розраховується за формулою (3.11), коефіцієнт  $k$  для правої межі – за формулою (3.12).

Якщо ж якісна оцінка відповідає сусідній області істинності, коефіцієнт  $k$  для лівої межі розраховується за формулою (3.12), для правої – за формулою (3.11).

Отже, після внесення змін у областях істинності термів для управління системою оцінювання слід сформулювати базу правил нечіткого виводу [93]. Створення бази нечітких продукційних правил  $G$  базується на вхідних змінних  $X_i$ , їх даних і вихідної змінної  $W$ .

$NPP_1$ : IF  $\langle X_1 \text{ IS "Term 1" } \rangle$  and  $\langle X_2 \text{ IS "Term 1" } \rangle$  THEN  $\langle W \text{ IS "Term 1" } \rangle$ ;

$NPP_n$ : IF  $\langle X_1 \text{ IS "Term m" } \rangle$  and  $\langle X_2 \text{ IS "Term m" } \rangle$  THEN  $\langle W \text{ IS "Term m" } \rangle$

Нечіткі правила породжують нові терми вихідної лінгвістичної змінної  $W$ , такі як «дуже», «приблизно», «нижче за середнє» тощо, на підставі яких формується її функція належності  $\mu_w(y)$ .

Отже, сформувавши базу нечітких правил, визначаємо ступень належності отриманих оцінок і переходимо до їх акумуляції.

Етап акумуляції полягає в обчисленні рівня відтинання функції належності  $\alpha$  за формулою (3.13) задля отримання підсумкової нечіткої підмножини для вихідної змінної  $W$  на підставі композиції чи об'єднання знайдених за

допомогою оператора  $\min$  (3.14) усічена функція належності  $\mu'_w(x)$  відповідно до формули (3.15). Для бази правил з  $m$  правил і  $n$  вхідних змінних при  $i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$ :

$$\alpha_i = \min_j(\mu_{ij}(x_j)) \quad (3.13)$$

$$\mu'_{w_i}(x) = \min_i(\alpha_i, \mu_{w_i}(x_j)) \quad (3.14)$$

$$\mu_w = \max_i(\mu'_{w_i}(x)) \quad (3.15)$$

Дефазифікація функцій належності вихідної змінної виконується за методом центру тяжіння [71] і обчислюється за формулою (3.16):

$$w_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (3.16)$$

де  $w_0$  – значення системи нечіткого виводу.

Кожен з обраних критеріїв  $\bar{X}_k$  ефективності описується за допомогою лінгвістичної змінної з такими термами: «низький рівень», «середній рівень», «високий рівень», діапазони, де розташовані їх можливі значення, та їх функції належності:

$$\mu_H(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 2 \\ 1 - \frac{x-2}{2}, & 2 < x \leq 4 \\ 0, & x \notin (0; 4) \end{cases} \text{ – «Низький рівень»}$$

$$\mu_{cp}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{4-x}{1}, & 3 \leq x \leq 4 \\ 1, & 4 < x \leq 6 \\ 1 - \frac{x-6}{1}, & 6 < x \leq 7 \\ 0, & x \notin (3; 7) \end{cases} \text{ – «Середній рівень»}$$

$$\mu_{\text{в}}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{8-x}{2}, & 6 \leq x \leq 8 \\ 1, & 8 < x \leq 10 \\ 0, & x \notin (6; 10) \end{cases} \text{ – «Високий рівень»}$$

Відповідно до виразів (3.10) та (3.11) здійснимо перетворення областей істинності лінгвістичних термів.

Представимо вихідну лінгвістичну змінну  $W$  – «Ефективність» і визначимо її терм-множина: «Низький», «Нижче середнього», «Середній», «Вище середнього», «Високий». Як функцію належності застосуємо трапецієвидну функцію з областю від 1 до 10, початковий діапазон розташування термів та їх функції належності наступний:

$$\mu_{\text{н}}(w) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 - \frac{x-2}{2}, & 1 < x \leq 2 \\ 0, & x \notin (0; 2) \end{cases} \text{ – «Низький»}$$

$$\mu_{\text{н.ср}}(w) = \begin{cases} 1 - \frac{2-x}{1}, & 1 \leq x \leq 2 \\ 1, & 2 < x \leq 3 \\ 1 - \frac{x-3}{1}, & 3 < x \leq 4 \\ 0, & x \notin (1; 4) \end{cases} \text{ – «Нижче середнього»}$$

$$\mu_{\text{ср}}(w) = \begin{cases} 1 - \frac{4-x}{1}, & 3 \leq x \leq 4 \\ 1, & 4 < x \leq 6 \\ 1 - \frac{x-6}{1}, & 6 < x \leq 7 \\ 0, & x \notin (3; 7) \end{cases} \text{ – «Середній»}$$

$$\mu_{\text{в.ср}}(w) = \begin{cases} 1 - \frac{7-x}{1}, & 6 \leq x \leq 7 \\ 1, & 7 < x \leq 8 \\ 1 - \frac{x-8}{1}, & 8 < x \leq 9 \\ 0, & x \notin (6; 9) \end{cases} \text{ – «Вище середнього»}$$

$$\mu_B(w) = \begin{cases} 1 - \frac{8-x}{2}, & 8 \leq x \leq 9 \\ 1, & 9 < x \leq 10 \\ 0, & x \notin (8; 10) \end{cases} \text{ – «Високий»}$$

Оптимальні значень параметрів a, b, c, d для всіх 5 функцій належності вихідної змінної  $W$ , щоб вони максимально адекватно відображали семантику термів лінгвістичної змінної буде розраховано на 3 етапі за допомогою генетичного алгоритму. В результаті буде побудована єдина база знань для оцінювання ефективності у термінах лінгвістичної змінної  $W$ .

Бази нечітких продукційних правил  $G$ , яка базується на вхідних змінних  $X_i$ , їх даних і вихідної змінної  $W$  містить 243 правила (фрагмент яких представлено у табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Фрагмент бази нечітких продукційних правил  $G$  [Джерело: сформовано автором]

№ п.п	Швидкість виконання задач	Якість роботи над задачами	Самостійність при роботі над задачами	Вміння працювати в команді	Комунікабельність	Ефективність
1	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька	<b>Низька</b>
2	Низька	Низька	Низька	Низька	Середня	<b>Низька</b>
3	Низька	Низька	Низька	Низька	Висока	<b>Низька</b>
4	Низька	Низька	Низька	Середня	Низька	<b>Низька</b>
5	Низька	Низька	Низька	Середня	Середня	<b>Низька</b>
6	Низька	Низька	Низька	Середня	Висока	<b>Нижче середнього</b>
7	Низька	Низька	Низька	Висока	Низька	<b>Низька</b>
8	Низька	Низька	Низька	Висока	Середня	<b>Нижче середнього</b>
9	Низька	Низька	Низька	Висока	Висока	<b>Нижче середнього</b>
10	Низька	Низька	Середня	Низька	Низька	<b>Низька</b>
11	Низька	Низька	Середня	Низька	Середня	<b>Низька</b>
12	Низька	Низька	Середня	Низька	Висока	<b>Нижче середнього</b>
13	Низька	Низька	Середня	Середня	Низька	<b>Низька</b>
14	Низька	Низька	Середня	Середня	Середня	<b>Нижче середнього</b>
15	Низька	Низька	Середня	Середня	Висока	<b>Нижче середнього</b>
16	Низька	Низька	Середня	Висока	Низька	<b>Нижче середнього</b>
17	Низька	Низька	Середня	Висока	Середня	<b>Нижче середнього</b>
18	Низька	Низька	Середня	Висока	Висока	<b>Середня</b>
19	Низька	Низька	Висока	Низька	Низька	<b>Низька</b>

Після формування бази нечітких продукційних правил  $G$  та визначення початкових функції належності для вхідних та вихідної лінгвістичних змінних нечітку модель можливо застосовувати до четвертого етапу «Аналіз даних та прийняття рішень».

Але с початку розглянемо третій етап на якому вирішується задача оптимізації значень параметрів  $a, b, c, d$  трапецієвидної функції належності для всіх 5 функцій вихідної лінгвістичної змінної  $W$  – «Ефективність», щоб вони максимально адекватно відображали семантику її термів за допомогою генетичного алгоритму.

На *третьому етапі* вирішується наступна оптимізаційна задача.

Нехай маємо п'ять функцій належності:

$\mu_H(w)$  – «Низький» з параметрами  $[a_1, b_1, c_1, d_1]$

$\mu_{H.ср}(w)$  – «Нижче середнього» з параметрами  $[a_2, b_2, c_2, d_2]$

$\mu_{ср}(w)$  – «Середній» з параметрами  $[a_3, b_3, c_3, d_3]$

$\mu_{в.ср}(w)$  – «Вище середнього» з параметрами  $[a_4, b_4, c_4, d_4]$

$\mu_B(w)$  – «Високий» з параметрами  $[a_5, b_5, c_5, d_5]$

Тоді хромосома  $H$  матиме вигляд:

$$H = (a_1, b_1, c_1, d_1, a_2, b_2, c_2, d_2, a_3, b_3, c_3, d_3, a_4, b_4, c_4, d_4, a_5, b_5, c_5, d_5,)$$

Початкова популяція  $P(0)$  з  $N = 100$  хромосом, яка генерується випадковим чином матиме наступний вигляд (3.17):

$$P(0) = \{H_1, H_2, \dots, H_{10}\}, \quad (3.17)$$

$$\text{де } H_i = (a_{11}, b_{11}, c_{11}, d_{11}, a_{21}, b_{21}, c_{21}, d_{21}, a_{31}, b_{31}, c_{31}, d_{31}, \\ a_{41}, b_{41}, c_{41}, d_{41}, a_{51}, b_{51}, c_{51}, d_{51},)$$

з випадковими  $a_{j1}, b_{j1}, c_{j1}, d_{j1}$  з діапазону  $[0, 10]$ ,  $j = 1..5$ .

Для кожної хромосоми  $H$  з популяції обчислюється цільова функція  $F(H)$ , яка визначає наскільки параметри функцій належності в хромосомі відповідають семантиці відповідних термів лінгвістичної змінної  $W$  (3.18):

$$F(H) = \frac{1}{E(H)}, \quad (3.18)$$

де  $E(H)$  – сума квадратів відхилень параметрів хромосоми  $H$  від початкових значень (3.19):

$$E(H) = \sum_{j=1}^5 \left( (a_j - a_j^0)^2 + (b_j - b_j^0)^2 + (c_j - c_j^0)^2 + (d_j - d_j^0)^2 \right) \quad (3.19)$$

де  $a_j, b_j, c_j, d_j$  – параметри  $j$ -ї функції належності в хромосомі  $H$ ,  
 $a_j^0, b_j^0, c_j^0, d_j^0$  – початкові значення цих параметрів.

Чим менше відхилення, тим більше значення цільової функції  $F(H)$ .

Метою є максимізація  $F(H)$ , щоб знайти таку комбінацію параметрів функцій належності, яка найбільш близька до заданих початкових умов.

Далі на кожній ітерації  $t$  виконуються наступні кроки:

*Селекція.* З поточної популяції  $P(t)$  відбирається  $N/2$  хромосом з найкращим значенням цільової функції  $F(H)$  для подальших операцій.

*Кросовер.* Відібрані хромосоми комбінуються між собою з імовірністю  $p_c$ , утворюючи нові хромосоми наступним чином. Нехай відібрано  $P$  батьківських хромосом в результаті селекції:  $H_1, H_2, \dots, H_P$ . Кожна хромосома  $H_i$  має структуру (3.20):

$$H_i = (a_1, b_1, c_1, d_1, \dots, a_m, b_m, c_m, d_m) \quad (3.20)$$

Для кожної пари батьківських хромосом  $(H_i, H_j)$  з імовірністю  $p_c$  виконується кросовер:

Випадково обирається точка розщеплення  $k \in [1, m]$ .

Утворюються нащадки (3.21), (3.22):

$$H'_i = (a_1, b_1, c_1, d_1, \dots, a_k, b_k, c_k, d_k, \dots, a_m, b_m, c_m, d_m) \quad (3.21)$$

$$H'_j = (a'_1, b'_1, c'_1, d'_1, \dots, a'_k, b'_k, c'_k, d'_k, \dots, a'_m, b'_m, c'_m, d'_m) \quad (3.22)$$

де параметри  $a_k, b_k, c_k, d_k$  обмінялись між батьками.

Так формується нова популяція  $P'$  розміру  $P$

*Мутація.* Кожна хромосома мутує (змінює значення параметрів) з імовірністю  $p_m$ . Формується нова популяція  $P(t + 1)$  наступним чином.

Нехай після кросоверу сформована популяція  $P'$  розміру  $P$  (3.23):

$$P' = \{H'_1, H'_2, \dots, H'_P\} \quad (3.23)$$

Кожна хромосома  $H_i$  має структуру (3.24):

$$H'_i = (a_1, b_1, c_1, d_1, \dots, a_k, b_k, c_k, d_k, \dots, a_m, b_m, c_m, d_m) \quad (3.24)$$

Для кожного параметра хромосом з імовірністю  $p_m$  відбувається мутація.

Для кожного  $j \in [1, m]$  з імовірністю  $p_m$ :

– випадково обирається  $\delta \sim u(-\delta_m, \delta_m)$

– змінюється параметр:  $a_j \leftarrow a_j + \delta$

Тобто значення параметра змінюється на невелику випадкову величину  $\delta$  з рівномірного розподілу. Так формується фінальна популяція  $P''$  розміру  $P$  зі змутаціями для наступної ітерації алгоритму.



Ітерації повторюються до задоволення критерію зупинки (досягнення максимальної кількості ітерацій або порогового значення цільової функції).

В результаті отримуємо оптимальний набір параметрів  $a, b, c, d$  для функцій належності  $\mu(w)$ , які адекватно відображають семантику термів лінгвістичної змінної  $W$ .

Отже, розглянемо детальніше етап аналізу даних та прийняття рішень для запропонованої гібридної моделі.

На *четвертому етапі* відбувається безпосереднє застосування побудованої нечіткої моделі для обробки даних, отриманих методом 360 градусів, та прийняття управлінських рішень на їх основі.

Першим кроком є фазифікація вхідних даних – визначення ступенів належності оцінок працівника за обраними критеріями ефективності до термів відповідних лінгвістичних змінних. Отримані ступені належності є вхідними даними для блоку нечіткого логічного висновку на основі сформованої бази правил. В результаті визначаються ступені належності вихідної змінної «Ефективність» до її термів: «Низький», «Нижче середнього», «Середній», «Вище середнього», «Високий». Завершальним кроком є дефазифікація – знаходження чіткого числового значення вихідної змінної за допомогою метода центра ваги відповідно до формули (3.16). Отримане числове значення  $W$  є інтегральним показником ефективності працівника, розрахованим на а допомогою розробленої гібридної моделі.

Структурна логічна схема розробленої гібридної моделі представлено на рис. 3.8.

Базуючись на цьому значенні, керівництво організації може прийняти обґрунтовані управлінські рішення щодо мотивації та розвитку персоналу:

- заохочення та преміювання ефективних працівників;
- підвищення кваліфікації, перенавчання для поліпшення певних навичок;
- зміна посадових обов'язків працівника згідно сильних та слабких сторін;
- ротація або переведення працівників між проєктами та підрозділами;
- розробка індивідуальних планів розвитку працівників;

– прийняття кадрових рішень щодо звільнення неефективних працівників.

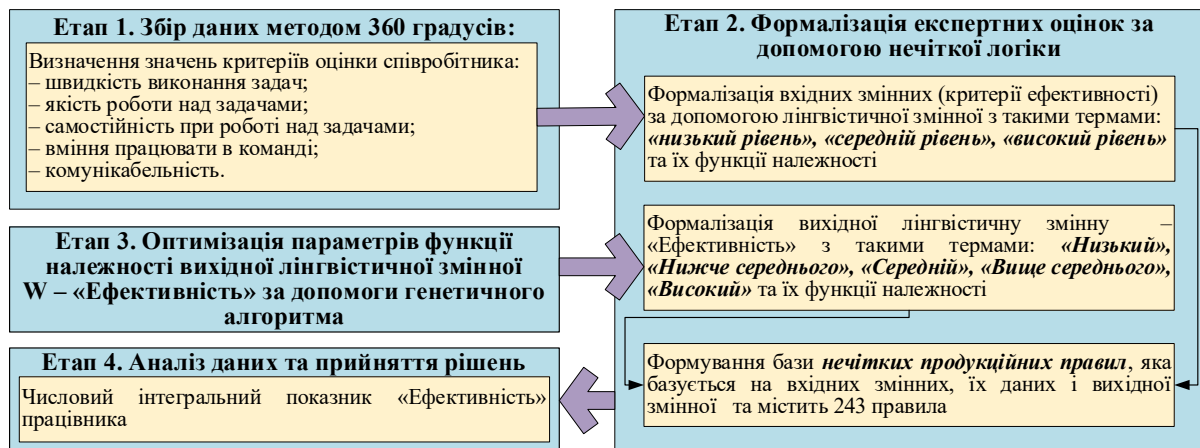


Рисунок 3.8 – Логічна схема гібридної моделі оцінки ефективності співробітників проектного офісу аутсорсингової компанії

[Джерело: сформовано автором]

При практичному застосуванні розробленої гібридної моделі оцінки ефективності співробітників проектного офісу аутсорсингової компанії повинні дотримуватися наступного алгоритму дій:

*Етап 1. Підготовка до оцінювання.* На цьому етапі керівник проектного офісу разом з HR-менеджером визначають:

- мету та завдання оцінювання (атестація, планування розвитку, преміювання тощо);
- коло оцінюваних співробітників;
- склад групи оцінювачів для кожного працівника (керівник, колеги, члени проектної команди, клієнти, інші стейкхолдери);
- терміни проведення оцінювання;
- методи збору даних (онлайн-опитування).

*Етап 2. Збір даних методом 360 градусів.* HR-менеджер надсилає форми опитування учасникам з проханням оцінити конкретного співробітника за визначеними критеріями. Після завершення збору даних результати узагальнюються, визначаються середні оцінки працівника за кожним критерієм.

*Етап 3. Отримання показника ефективності працівника.* HR-менеджер за допомогою програмного забезпечення, яке реалізує розроблену нечітку модель здійснює фазифікацію вхідних даних – визначає ступені належності середніх оцінок до термів «низький», «середній», «високий» за допомогою функцій належності. На основі отриманих ступенів належності та бази нечітких правил виконується нечіткий логічний висновок, в результаті якого визначаються ступені належності вихідної змінної «Ефективність» до її термів, а за допомогою методу центру ваги визначається чітке числове значення інтегрального показника ефективності працівника.

*Етап 4. Аналіз та прийняття рішень.* Керівник проєктного офісу аналізує отримані результати, визначає сильні та слабкі сторони оцінюваних працівників. На основі аналізу приймає обґрунтовані управлінські рішення щодо мотивації та розвитку персоналу.

На базі запропонованого алгоритму було розроблено структурну модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN (рис. 3.9):



Рисунок 3.9 – Структурна модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN

[Джерело: сформовано автором]

Проведений у роботі аналіз наукових робіт, щодо моделювання оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії виявив, що існує широкий спектр підходів, кожен з яких має свої переваги та недоліки та не є універсальним для комплексного оцінювання персоналу. Виходячи з цього була розроблена гібридна модель, яка поєднує переваги методу 360 градусів, нечіткого моделювання та генетичних алгоритмів.

Дотримання запропонованого алгоритму практичного застосування розробленої гібридної моделі в проєктних офісах аутсорсингових компаній, а також побудованої структурної моделі відповідного бізнес-процесу оцінювання персоналу в нотації BPMN дозволяє комплексно аналізувати якісні та кількісні дані і забезпечує об'єктивну оцінку персоналу.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення і запропоновано вирішення наукових завдань, які полягають у розробці моделей бізнес-процесів проєктного офісу аутсорсингової компанії, які базуються на інструментарії інтелектуального аналізу даних, та дозволяють ефективно та своєчасно обробляти та інтерпретувати складні набори даних для раціоналізації бізнес-процесів, підвищення задоволеності клієнтів та збільшення прибутковості аутсорсингової компанії.

Відповідно до поставленої мети та завдань кваліфікаційної роботи, отримані результати дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

Проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку ринку аутсорсингових послуг в Україні. Встановлено, що аутсорсинг є ефективним інструментом оптимізації діяльності компаній, популярність якого зростає. Спостерігається тенденція до збільшення кількості компаній, що надають аутсорсингові послуги, та загальних обсягів ринку. Найбільш розвиненим в Україні є ІТ-аутсорсинг, на який припадає основна частка експорту послуг. Переваги аутсорсингу для бізнесу включають можливість оптимізації витрат, концентрації на ключових напрямках діяльності та підвищення якості послуг і продуктів.

Досліджено наукові підходи до моделювання управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової компанії. Визначено відмінності між аналітичним та прагматичним моделюванням. Для аутсорсингових компаній важливим є створення саме дієвих моделей процесів, які детально описують усі сценарії виконання. розглянуто основні нотації та мови моделювання бізнес-процесів. Встановлено, що найбільш універсальною та придатною для створення дієвих моделей є нотація BPMN. Використання BPMN дозволить аутсорсинговим компаніям побудувати дієві моделі процесів.

Проаналізовано широкий спектр теоретичних моделей оптимізації проєктних портфелів – від класичних (Марковіца, БКГ, Мак-Кінзі) до сучасних багатокритеріальних. Визначено, що безпосереднє застосування універсальних

моделей в аутсорсингу є недостатньо ефективним. З огляду на специфіку діяльності аутсорсингових компаній обґрунтовано необхідність адаптації існуючих моделей та підходів. Зокрема, ключовими є такі аспекти: обмеженість вибору проєктів, що залежить від замовлень клієнтів; пріоритет довгострокових відносин з клієнтами перед прибутковістю окремих проєктів; вища невизначеність та ризиковість аутсорсингових проєктів; обмеженість ключових ресурсів аутсорсера, насамперед кваліфікованих кадрів. Визначено, що застосування сучасних гнучких адаптивних підходів та методів штучного інтелекту надають нові можливості оптимізації портфеля проєктів аутсорсингової компанії.

Проаналізовано існуючі моделі та методи розподілу задач при управлінні ІТ-проєктами в умовах невизначеності. Зокрема розглянуто модель оптимізації за мінімальною вартістю на основі лінійного програмування, мережеві графіки PERT і СРМ, моделі з використанням теорії обмежень та мультиагентні системи. Встановлено, що жодна з моделей поодиночі не забезпечує комплексного вирішення задачі з урахуванням усіх вимог та факторів невизначеності в ІТ-проєктах. Найбільш перспективним є поєднання декількох підходів, зокрема використання мультиагентних систем з методами оптимізації, нечіткої логіки та імітаційного моделювання. Це дозволить побудувати гнучкі адаптивні системи підтримки прийняття рішень з розподілу задач в управлінні ІТ-проєктами за умов невизначеності.

Проаналізовано існуючі моделі та методи оцінювання ефективності працівників проєктних офісів аутсорсингових ІТ-компаній. Розглянуто підходи використання КРІ, ассесмент-центрів, методу 360 градусів, рейтингових методів, які мають свої переваги і недоліки. Також проаналізовано сучасні методи інтелектуального аналізу даних: нейронні мережі, нечітку логіку, генетичні алгоритми. Встановлено, що найбільш оптимальним варіантом для комплексного оцінювання ефективності працівників є використання гібридних моделей, що поєднують різні підходи і дозволяють врахувати специфіку аутсорсингового ІТ-бізнесу.

Розроблено модель бізнес-процесу «Формування оптимального портфеля проєктів в аутсорсинговій компанії» на базі нейро-нечіткого моделювання включення проєктів. Запропоновано систему ключових критеріїв оцінки проєктів з урахуванням специфіки діяльності аутсорсингових компаній. Розроблено 3-шарову нейро-нечітку модель для розрахунку комплексного показника якості, фінансової ефективності та стратегічної відповідності кожного проєкту. На основі моделі формується оптимальний портфель проєктів, що максимізує сумарну цінність з урахуванням обмежень компанії. Деталізовано бізнес-процес практичного застосування моделі аутсорсинговими компаніями, що забезпечить підвищення обґрунтованості рішень з формування проєктних портфелів.

Розроблено модель бізнес-процесу управління задачами в IT-проєкті на базі нечіткого моделювання для оцінки ефективності виконання задач розробниками. Визначено вхідні лінгвістичні змінні: складність, трудомісткість, новизна задачі, пріоритет, професіоналізм розробника, зайнятість у проєкті. Вихідна змінна - результат виконання задачі. На основі експертних оцінок сформовано 81 правило нечіткого виведення. Розроблено систему нечіткого виведення у MATLAB з візуалізацією правил. Запропонована модель дозволяє проаналізувати ефективність виконання задачі конкретним розробником, внести коригування у рішення про розподіл задач, підвищити обґрунтованість управлінських рішень.

Розроблено структурну модель бізнес-процесу «Оцінки ефективності співробітників проєктного офісу аутсорсингової компанії» в нотації BPMN на базі гібридної моделі, яка поєднує метод 360 градусів, нечітке моделювання та генетичний алгоритм. Гібридна модель дає змогу врахувати якісні та кількісні оцінки різних категорій стейкхолдерів, формалізувати їх за допомогою нечітких змінних і правил, а також оптимізувати параметри для підвищення точності. Розроблено алгоритм практичного застосування моделі, який складається з етапів підготовки, збору даних, отримання показника ефективності та аналізу результатів. Побудована BPMN-діаграма дозволяє формалізувати практику оцінювання персоналу, виявити недоліки та слабкі місця і надати рекомендації з удосконалення.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ТА ПОСИЛАННЯ

1. Академічний тлумачний словник української мови. URL: <http://sum.in.ua/> (дата звернення: 27.11.2023).
2. Бондарєва І.С. Ассесмент-центр в ІТ-компанії. Харків: ХНУ, 2021.
3. Вайсман В.О. Стратегія управління проектами: методологічний аспект. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2011. № 1. С. 216–221.
4. Великий М.Я. Управління портфелем проектів: підручник. Київ: Алерта, 2022.
5. Грищенко А.М. Глосарій психологічних термінів. Київ: Перун, 2005. 216 с.
6. ДСТУ ISO 9004-1-95. Управління якістю та елементи системи якості. Ч. 1. Настанови.
7. ДСТУ ISO 9004-2-96. Управління якістю та елементи системи якості. Ч. 1. Настанови щодо послуг.
8. Єфименко А.Г., Михалевич В.М. Дослідження операцій та моделювання складних систем в економіці: наук. видання. Київ: Кондор, 2005. 196 с.
9. Згуровський М.З. Основи обчислювальних методів. Київ: Вища школа, 1999.
10. Зіндер Є.З. Нове системне проектування: інформаційні технології і бізнес-реінжиніринг. Системи управління базами даних. 1995. № 01. С. 37–49.
11. Іванов І.І. Оцінка персоналу ІТ-компаній. Київ: НАУ, 2019.
12. Ільєнкова С.Д. Формування оптимального портфелю проектів. Економіка та держава. 2021. № 4. С. 121–126.
13. Інгланд Р. Введення в реальний ІТСМ. Львів: Лайвбук, 2010. 132 с.
14. Кононенко О. Машинне навчання в HR. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2021.



15. Король І.Г. Нечітка логіка та штучні нейронні мережі. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 184 с.
16. Корольов В. Сутність процесного підходу. Новини менеджменту якості. 2012. URL: <http://quality.eur.ru/DOCUM7> (дата звернення: 28.11.2023).
17. Марка Д., МакГоуен К. Методологія структурного аналізу і проектування SADT. Київ: Метатехнологія, 2003. 240 с.
18. Матвіїшин А.Ц., Азаров О.Д., Яцишин Б.П. Моделювання розподілу ресурсів в ІТ-проектах. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2021. № 1. С. 47–56.
19. Милошевич Д.З. Набір інструментів для вибору проектів у проектний портфель. Управління розвитком складних систем. 2018. № 36. С. 114–120.
20. Морозов С.О. Управління командною ефективністю в ІТ-аутсорсингу. Київ: КНУ, 2019.
21. Ніканоров С.П. Системний аналіз: етап розвитку методології розв'язання проблем в США. Київ: Рад. радіо, 1969. 22 с.
22. Петренко С.А. Оцінка працівників ІТ-галузі: теорія і практика. Київ: КНУ, 2021.
23. Пономаренко В.С. Методи та моделі оптимального планування в інформаційних системах підтримки прийняття рішень в економіці. Київ: Інжек, 2008. 432 с.
24. Раєвнева О.В. Управління портфелем проектів: підходи та моделі. Економіка розвитку. 2016. № 2 (78). С. 51–57.
25. Сидоренко В.В. Методи управління ефективністю в ІТ-аутсорсингу. Харків: Вид-во ХНУ, 2020.
26. Статистична інформація Державної служби статистики. Державна служба статистики: офіц. веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 27.11.2023).
27. Тесля Ю.М. Моделювання систем підтримки прийняття рішень в управлінні ІТ-проектами. Вісник НТУ «ХПІ». 2016. № 2. С. 17–21.

28. Федоров І.Г. Моделювання бізнес-процесів в нотації BPMN 2.0. Київ: КНЕУ, 2013. 218 с.
29. Харел Д., Румп Б. Стан та перспективи в галузі моделювання бізнес-процесів. Інформаційні технології та системи. 2015. № 3. С. 26–43.
30. Ющенко А.С. Нейронні мережі: навчальний посібник. Київ: Вид-во КПІ, 2020.
31. Altinkemer K., Ozcelik Y., Ozdemir, Z. Productivity and Performance Effects of Business Process Reengineering: A Firm-Level Analysis. *Journal of Management Information Systems*. 2011. №27 (4). Pp. 129–162.
32. Ansoff H.I. Strategies for Diversification. *Harvard Business Review*. 1957. Vol. 35. No. 5. Pp. 113–124.
33. Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0. OMG. 2012. URL: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/> (last access: 27.11.2023).
34. Chang C.J., Hsieh C.T., Liao C.W. Optimization of resource assignment and schedule planning for product development projects. *Computers & Industrial Engineering*. 2013. Vol. 66. Pp. 608–615.
35. Chang P.T., Huang C.H., Wang, H.J. An ERP system life cycle-wide management and support framework for small-and medium-sized companies. *Communications of the Association for Information Systems*. 2000.
36. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. Portfolio management: fundamental to new product success. *The PDMA handbook of new product development*. 2020. Pp. 331–364.
37. Davenport T. *Big Data at Work*. Oxford: Oxford University Press. 2019.
38. Davenport T., Prusak L. *Information Ecology* Oxford: Oxford University Press. 1997. 288 p.
39. Davenport T., Prusak L. *Working Knowledge: How Organizations Manage What they Know*. Harvard: Harvard Business Press, 2000. 240 p.

40. Davenport T., Short E. The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign Sloan Management Review. 1990. № 7. Pp. 11–27.
41. Davenport T.H., Harris J.G. Competing on Analytics: The New Science of Winning. Harvard Business Review Press. 2007.
42. Deshpande A., Dimri S., Yadav V. Multi-Agent Systems for Resource Allocation in Software Project Management. Software Engineering: International Summer Schools, ISSSE 2009-2011. Salerno, Italy: Revised Tutorial Lectures, 2012.
43. Edwards W.D. Out of the Crisis. MIT Center for Advanced Engineering Study. 1986.
44. Feeny D., Lacity M., Willcocks, L. Taking the measure of outsourcing providers. MIT Sloan Management Review. 2005. № 46 (3). Pp. 41–48.
45. Figueroa García J., Melin P., Castillo O. Optimization of interval type-2 fuzzy systems for digital image enhancement using bee colony optimization. Soft Computing. 2022. №26. Pp. 4407–4422.
46. Ghasemzadeh F., Archer N. Project portfolio selection through decision support. Decision Support Systems. 2000. Vol. 29. No. 1. Pp. 73–88.
47. Goo J., Huang C. Facilitating relational governance through service level agreements in IT outsourcing: An application of the commitment-trust theory. Decision Support Systems. 2008. №46 (1). Pp. 216–232.
48. Greaver M. F. Strategic outsourcing: a structured approach to outsourcing decisions and initiatives. Amacom. 1999.
49. Groton B., Groton, J. The Strategic Management of Outsourcing. Routledge. 2014
50. Hagraas H. Type-2 fuzzy logic systems: theory and design. IEEE Computational Intelligence Magazine. 2018. № 13 (1). Pp. 8–24.
51. Hariga M. Optimal resource allocation in IT projects under uncertainty. Annals of Operations Research. 2019. Vol. 283. Pp. 543–569.

52. Hirschheim R., Nicholson B. Information technology outsourcing in the new economy. *The Journal of Global Information Management*. 2005. № 8 (1). Pp. 1–4.
53. Huang S.J., Chang Y.C. A new model for optimizing resource allocation with constraints in IT project management. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. 2014.
54. Illienko O.V., Moroz N.K. Analysis of the IT outsourcing market in Ukraine. 2014. URL: [http://www.ej.kherson.ua/journal/economic\\_09/159.pdf](http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_09/159.pdf) (last access: 27.11.2023).
55. ISO 21500:2012. Guidance on project management. URL: [http://www.isopm.ru/download/iso\\_21500.pdf](http://www.isopm.ru/download/iso_21500.pdf) (last access: 27.11.2023).
56. ITU-T M.3050.1 «Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) – The business process framework». 2020. URL: <https://www.itu.int/rec/TREC-M.3050.1-200703> (last access: 27.11.2023).
57. Javanmardi K.A., Hastings S.K., McManus M.L. PERT revisited. *International Journal of Operations & Production Management*. Emerald Group Holdings Ltd. 2004.
58. Klir G., Yuan B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1995. 574 p.
59. Kniazieva T. IT Outsourcing Challenges in Ukraine. *Economics, Entrepreneurship, Management*. 2020. № 7 (1). Pp. 51–56.
60. Kosko B. Fuzzy Systems as Universal Approximators. *IEEE Trans. on Computers*. 1994. Vol. 43. № 11. Pp. 1329–1333.
61. Kraus N.M. Global IT-outsourcing market: Ukraine's stance. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2019. № 1 (28). Pp. 427–437.
62. Lacity M.C., Khan S.A., Willcocks L.P. A review of the IT outsourcing literature: Insights for practice. *Journal of Strategic Information Systems*. 2009. № 18 (3). Pp. 130–146.
63. Lock D. *Project management (Tenth edition.)*. Ashgate Publishing Company. 2007.

64. Mäckel P., Kruse W. AI-supported portfolio selection via hierarchical clustering optimized by mixed integer programming. *Computers & Operations Research*. 2022. Vol. 140. Pp. 105–123.
65. Malcolm D.G., Roseboom J.H., Clark C.E., Fazar W. Application of a technique for research and development program evaluation. *Operations research*. 1959.
66. Manning S. The strategic formation of project networks: a relational practice perspective. *Human Relations*. 2010. № 63 (4). Pp. 551–573.
67. Markowitz H. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. 1952. Vol. 7. No. 1. Pp. 77–91.
68. McFarlan F.W. Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review*. 1981.
69. McKinsey & Company. Enduring Ideas: The GE–McKinsey nine-box matrix. *McKinsey Quarterly*. 2008.
70. Meyer J. *360 Degree Feedback*. Boston: Cengage Learning, 2017.
71. Miratech research Hi-Tech in R&D: New Market for Ukrainian IT Business. URL: <http://itukraine.org.ua/> (last access: 27.11.2023).
72. Momeni M., Martinsuo M. Implementing open innovation in SMEs: a framework for selecting external partners. *Technology Innovation Management Review*. 2020. Vol. 10 (4). Pp. 10–24.
73. Nguyen H.T., Walker E.A. *A First Course in Fuzzy Logic*. Boca Raton: CRC Press, 2006. 336 p.
74. Ostrovskiy I., Pytiulich M. The Ukrainian IT outsourcing market analysis. *Financial markets, institutions and risks*. 2021. № 5 (1). Pp. 54–62.
75. Padhy R.K. *Artificial Intelligence and Evolutionary Algorithms in Engineering Systems*. CRC Press. 2017. 544 p.
76. Permana A.R., Wibisono D., Ariani S. Optimization model for project scheduling on IT software project under constraint resources. *6th International Conference on Cyber and IT Service Management*. 2020.

77. Pituliich M. Features of IT outsourcing in Ukraine. Financial and credit activity: problems of theory and practice. 2019. № 4 (31). Pp. 464–471.
78. Porter M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. N.Y.: The Free Press, 1985.
79. Pressman R.S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. London: Palgrave Macmillan, 2005.
80. Project Management Simulation With P2 Engine URL: <https://p2engine.com> (last access: 28.11.2023).
81. Roos J. Quality of life and intellectual capital. Journal of Human Resource Costing & Accounting. 2010. № 14 (4). Pp. 326–346.
82. Ross T.J. Fuzzy Logic with Engineering Applications. Wiley. 2009.
83. Schendel D.E., Hofer C.W. Strategic Management: A New View of Business Policy and Planning. 1979.
84. Sharp A., McDermott P. Workflow Modeling - Tools for Process Improvement and Application Development. MA: Artech House, 2001. 196 p.
85. Smith H., Fingar P. Business Process Management: The Third Wave. N.Y.: Meghan Kiffer, 2006. 312 p.
86. Starostina A.O. Management of the intellectual capital of Ukrainian software development enterprises. Marketing and Management of Innovations. 2018. № 1. Pp. 267–279.
87. The Boston Consulting Group. The Growth Share Matrix. Perspectives. 1970. No 66.
88. Unified Modeling Language™ (UML®). OMG. 2011. URL: <http://www.omg.org/spec/UML> (last access: 27.11.2023).
89. W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1. W3C. 2012. URL: <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1> (last access: 27.11.2023).
90. Web Services Business Process Execution Language (WSBPEL) TC. OASIS Standard. URL: [https://www.oasisopen.org/committees/tc\\_home.php](https://www.oasisopen.org/committees/tc_home.php) (last access: 27.11.2023).

91. Web Services Description Language (WSDL) 1.1. W3C. 2001. URL: <http://www.w3.org/TR/wsdl> (last access: 27.11.2023).
92. XML Process Definition Language (XPDL). XPDL ORG. 2012. URL: <http://www.xpdl.org> (last access: 27.11.2023).
93. Yip J., Roos J. Intellectual capital management as a strategic tool. *The Journal of Information and Knowledge Management Systems*. 2005. № 35 (2). Pp. 159–167.
94. Zadeh L.A. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965. Vol. 8. Pp. 338–353.

**Декларація академічної доброчесності  
здобувача вищої освіти ЗНУ**

Я Янкін Денис Миколайович, студент другого курсу,  
форми навчання денна, факультету економічного, спеціальності  
051–Економіка, адреса електронної пошти denys.yankin@gmail.com,

- підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему  
«Моделювання управління бізнес-процесами проєктного офісу аутсорсингової  
компанії» відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить  
порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких  
ознайомлений/ознайомлена;

- заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є  
ідентичною її друкованій версії;

- згоден/згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям  
*академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою  
Інтернет-системи, а також на архівування роботи в базі даних цієї системи.*

Дата \_\_\_\_\_ Підпис \_\_\_\_\_ ПІБ (студент) Янкін Д. М.

Дата \_\_\_\_\_ Підпис \_\_\_\_\_ ПІБ (наук. керівника) Чеверда С. С.