

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)
Кафедра _____ Інформаційних управляючих систем _____
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
(рівень вищої освіти)

Дослідження моделей і методів оцінювання вартості ІТ-проектів на
початкових стадіях його життєвого циклу
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи _____
_____ УПГІТм 19-1 _____
_____ Коптєв О.О. _____
(прізвище, ініціали)

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

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

Освітня програма Управління проектами в
галузі інформаційних технологій
(повна назва освітньої програми)

Керівник _____ проф. Євланов М.В. _____
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС

(підпис)

_____ Петров К.Е. _____
(прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)
Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)
Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)
«_____» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Студенту Коптеву Олександр Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження моделей і методів оцінювання вартості ІТ-проектів на початкових стадіях його життєвого циклу
затверджена наказом університету від 27.10.2020р №1454 СТ
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 18.12.2020р.
3. Вихідні дані до роботи науково-технічні публікації та інтернет-джерела з тематики атестаційної роботи
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: формування проблеми щодо вдосконалення; аналіз існуючих методів вирішення проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів; вибір цілі та напрями удосконалення; постановка завдань до вирішення даної проблеми; опис модифікації методу PERT шляхом синтезу з методом «за аналогією»; розробка алгоритму реалізації модифікованого методу; опис рішень з ініціації; опис результатів планування; критичний шлях проекту; опис експерименту із використання модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів; опис системного забезпечення; опис технічного забезпечення; аналіз практичного використання модифікованого методу.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літератури та інтернет-джерел	02.11.2020 – 04.11.2020	
2	Опис постановки задачі дослідження	05.11.2020 – 06.11.2020	
3	Обробка матеріалів передатестаційної практики	07.11.2020 – 09.11.2020	
4	Аналіз існуючих методів оцінювання вартості ІТ проектів	10.11.2020 – 12.11.2020	
5	Розробка модифікованого методу оцінювання вартості ІТ проектів	13.11.2020 – 17.11.2020	
6	Дослідження розробленого модифікованого методу оцінювання вартості ІТ проектів	18.11.2020 – 24.11.2020	
7	Опис практичного використання модифікованого методу	25.11.2020 – 30.11.2020	
8	Підготовка та оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу до атестаційної роботи	01.12.2020 – 04.12.2020	
9	Підготовка презентаційних матеріалів	05.12.2020 – 07.12.2020	
10	Перевірка атестаційної роботи на плагіат	11.12.2020	
11	Попередній захист атестаційної роботи	16.12.2020	
12	Захист атестаційної роботи	18.12.2020	

Дата видачі завдання 02.11.2020р

Студент _____

Керівник роботи _____ проф. Євланов М.В
(підпис) (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до атестаційної роботи: 82 сторінки, 8 таблиць, 27 рисунків, 1 додаток., 44 джерела.

МОДИФІКАЦІЯ, ОЦІНЮВАННЯ, ВАРТІСТЬ ПРОЕКТУ, ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, БАЗА ДАНИХ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ІТ-ПРОЕКТІВ

Метою даної роботи є дослідження методів оцінювання вартості та створення модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів на початкових стадіях його життєвого циклу, який має бути більш ефективним, ані ж існуючі методи та виконувати оцінювання робіт більш оптимально.

Об'єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процес оцінювання вартості ІТ-проектів на початкових стадіях його життєвого циклу.

Предметом дослідження являються методи оцінювання, які використовуються в процесі оцінювання вартості проектів і використовуються інформаційними системами.

Теоретичними результатами дослідження є описи та схеми алгоритмів модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.

Практичними результатами є використання модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів на практиці за допомогою web-додатку.

Новизна дослідження полягає в дослідженні та розробці модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів, розробці алгоритмів його реалізації, а також автоматизації процесу його реалізації.

ABSTRACT

The explanatory note to the attestation work: 82 pages, 8 tables, 27 figures, 1 appendix, 44 sources.

MODIFICATION, EVALUATION, PROJECT COST, INFORMATION, DATABASE, SOFTWARE, EVALUATION METHODS OF IT-PROJECTS

The purpose of this work is to study the methods of valuation and create a modified method of valuing IT projects in the early stages of its life cycle, which should be more effective than existing methods and perform valuations of works more optimally.

The object of research in the master's certification work is the process of evaluating the cost of IT projects in the early stages of its life cycle.

The subject of the study are evaluation methods used in the process of evaluating the cost of projects and used by information systems.

The theoretical results of the study are descriptions and schemes of algorithms of the modified method of evaluation the cost of IT projects.

The practical results are the use of a modified method of evaluation the cost of IT projects in practice using a web application.

The novelty of the study is the study and development of a modified method of evaluation the cost of IT projects, the development of algorithms for its implementation, as well as automation of the process of its implementation.

ЗМІСТ

Скорочення і умовні позначки.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів та постановка задач дослідження.....	11
1.1 Виявлення проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів.....	11
1.2 Аналіз існуючих методів вирішення проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів.....	14
1.2.1 Метод оцінювання вартості проекту «за аналогією».....	14
1.2.2 Метод оцінювання вартості ІТ-проектів на основі експертних оцінок.....	18
1.2.3 Метод оцінювання вартості ІТ-проектів PERT.....	21
1.2.4 Метод оцінювання вартості «знизу-вгору».....	24
1.3 Формулювання мети та постановка задач магістерської атестаційної роботи.....	27
2 Розробка модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.....	29
2.1 Модифікація методу PERT шляхом інтеграції з методом «за аналогією».....	29
2.1.1 Етапи оцінювання вартості ІТ-проекту з використанням модифікованого методу.....	30
2.1.2 Використання методу PERT для модифікації.....	31
2.1.3 Використання методу оцінювання вартості ІТ-проекту «за аналогією» для модифікації.....	32
2.2 Розробка алгоритму реалізації модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.....	33
3 Опис практичного вирішення задачі оцінювання вартості ІТ-проектів.....	35
3.1 Опис рішень з ініціації проекту.....	35
3.2 Опис результатів планування.....	37
3.3 Визначення критичного шляху ІТ-проекту.....	45
3.4 Опис експерименту з використання модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.....	47
4 Практичне використання модифікованого методу.....	51

4.1	Опис системного програмного забезпечення.....	51
4.2	Опис програмної реалізації.....	52
4.3	Опис комплексу технічних засобів.....	57
4.4	Аналіз практичного використання модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.....	58
	Висновки.....	59
	Перелік джерел посилання.....	61
	Додаток А. Графічний матеріал атестаційної роботи.....	66

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних;

ІТ – інформаційні технології;

МАР – магістерська атестаційна робота;

СУБД – система управління базами даних;

ТЗ – технічне завдання;

OBS – Organizational Breakdown Structure;

PERT – Program (Project) Evaluation and Review Technique;

RBS – Resource Breakdown Structure;

WBS – Work Breakdown Structure.

ВСТУП

Створенням інформаційних систем займаються ІТ-компанії, впроваджуючи нове програмне забезпечення для різних підприємств.

Ринок розробників нового програмного забезпечення росте з кожним днем та створює велику конкуренцію серед ІТ-компаній. Кожна компанія прагне заробляти гроші та набувати іміджу успішності. Замовник для ІТ-компанії – це джерело доходу, йому потрібен інформаційний продукт швидко якісно і недорого. Компанія розробник надає прогнозування які часові рамки потребує проект, які функції будуть реалізовані та скільки це буде коштувати. Найчастіше саме при отриманні завищених показників грошовою вартості заказники відмовляться від співпраці з ІТ-компаніями. Отже грошові ресурси в даному випадку акцентують на собі увагу і варто саме на цей показник орієнтуватись при розробці вдосконалення.

При дослідженні ринку ІТ-галузі було виявлено, що найчастіше помилкове або некоректне прогнозування майбутніх витрат на виконання проектів несуть в собі незаплановані грошові витрати.

Головною задачею менеджера проектів є побудова плану проектів та послідовні дії для його успішного завершення. Здійснити оцінювання грошових та часових витрат дуже складно, адже кожний проект є унікальним. Якщо над попереднім проектом працювала команда і успішно довела його до закінчення, це не є гарантією, що та ж сама команда в новому проекті не буде стикатися із проблемами комунікації й доведе його до успішного завершення. ІТ-компанії використовують існуючі моделі та методи розв'язання проблеми оцінювання грошових витрат на проекти, які зарекомендували себе на практиці.

Об'єктом дослідження у даній магістерській атестаційній роботі є процес оцінювання вартості ІТ-проектів на початкових стадіях його життєвого циклу.

Предметом дослідження являються сучасні методи, які застосовуються при рішенні задачі оцінювання вартості проектів в ІТ-компаніях.

Метою магістерської атестаційної роботи є дослідження актуальної науково-прикладної проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів на початкових стадіях його життєвого циклу. До задач дослідження входять наступні пункти: аналіз існуючих методів оцінювання, створення модифікованого методу, проведення експерименту із застосуванням модифікованого методу, реалізація використання методу у web-додатку.

Магістерська атестаційна робота була виконана згідно із стандартом ДСТУ 3008-2015 [1] та методичними вказівками щодо розробки та оформлення магістерської атестаційної роботи за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки (освітня програма «Управління проектами в галузі інформаційних технологій» освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр») [2].

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ІТ-ПРОЕКТІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Виявлення проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів

Питання оцінювання вартості ІТ-проектів при їх плануванні розглядаються в різних масштабах та на різних стадіях планування. Відповідно розрізняють і методи, що застосовуються на окремих етапах планування та оцінювання [3]:

- на етапі проведення технічного аналізу та при плануванні фінансування проекту, коли відомі не всі умови діяльності, вибір здійснюється на практиці за допомогою спрощеного часткового аналізу;

- на вирішальній стадії оцінювання необхідно розглянути проект в цілому, приймаючи до уваги результати часткового аналізу, а потім прийняти позитивне або відхиляюче проект рішення. Це здійснюється за допомогою глобальних моделей.

Оцінювання вартості проекту на початкових стадіях його життєвого циклу – найважливіший етап укладення договору на виконання проекту [4].

Керівництво підприємств і організацій різних галузей звертається до ІТ-компаній з потребою в автоматизації або впровадженні інформаційних систем, які мають вирішувати різні питання:

- зниження часу виконання основних виробничих завдань;
- зниження впливу людських факторів тощо.

Замовника при вирішенні даних питань цікавить декілька параметрів:

- якість задоволення його вимог;
- час виконання;

- вартість (що найчастіше впливає на успішність укладення договору на виконання ІТ-послуг), яка визначається менеджерами, виходячи з початкового набору вимог.

Саме кількість фінансових ресурсів, що необхідна для реалізації проекту, безпосередньо впливає на вірогідність укладення договору та комфортне існування ІТ-компанії.

Аналіз відкритих джерел показав, що існує обмежена кількість методів, які вирішують проблему оцінювання вартості ІТ-проектів [3-7].

Потрібно звернути увагу, що існує багато моделей, які дозволяють досить точно визначати вартісні витрати, але головною проблемою в них є те, що вони використовують конкретні числові дані, наприклад, такі, як кількість рядків коду, що неможливо визначити під час початкових етапів життєвого циклу проекту.

Також слід зазначити, проблема підвищення точності розрахунків витрат, що ведуться на стадії ініціації й на початку стадії планування ІТ-проектів, можна вважати практично невирішеною.

Сформована практика оцінювання витрат на виконання ІТ-проектів вважає прийнятним, якщо в результаті оцінювання розміру ІТ-продукту величина витрат на виконання ІТ-проекту зі створення даного продукту буде знаходитися в наступних діапазонах, наведених на рисунку 1.1 [8].

Розглянемо ці діапазони [8]:

- на початку стадії ініціації (Feasibility – оцінка можливості бути реалізованим ІТ-проекту) – в діапазоні від 0,25 до 4 величин реальних значень бюджету проекту;

- в кінці стадії ініціації – в діапазоні від 0,5 до 2 величин реальних значень бюджету проекту;

- на початку стадії планування (plans and requirements – планування і збір вимог до ІТ-продукту) – в діапазоні від 0,5 до 2 величин реальних значень бюджету проекту;

- в кінці стадії планування – в діапазоні від 0,7 до 1,7 величин реальних значень бюджету проекту.

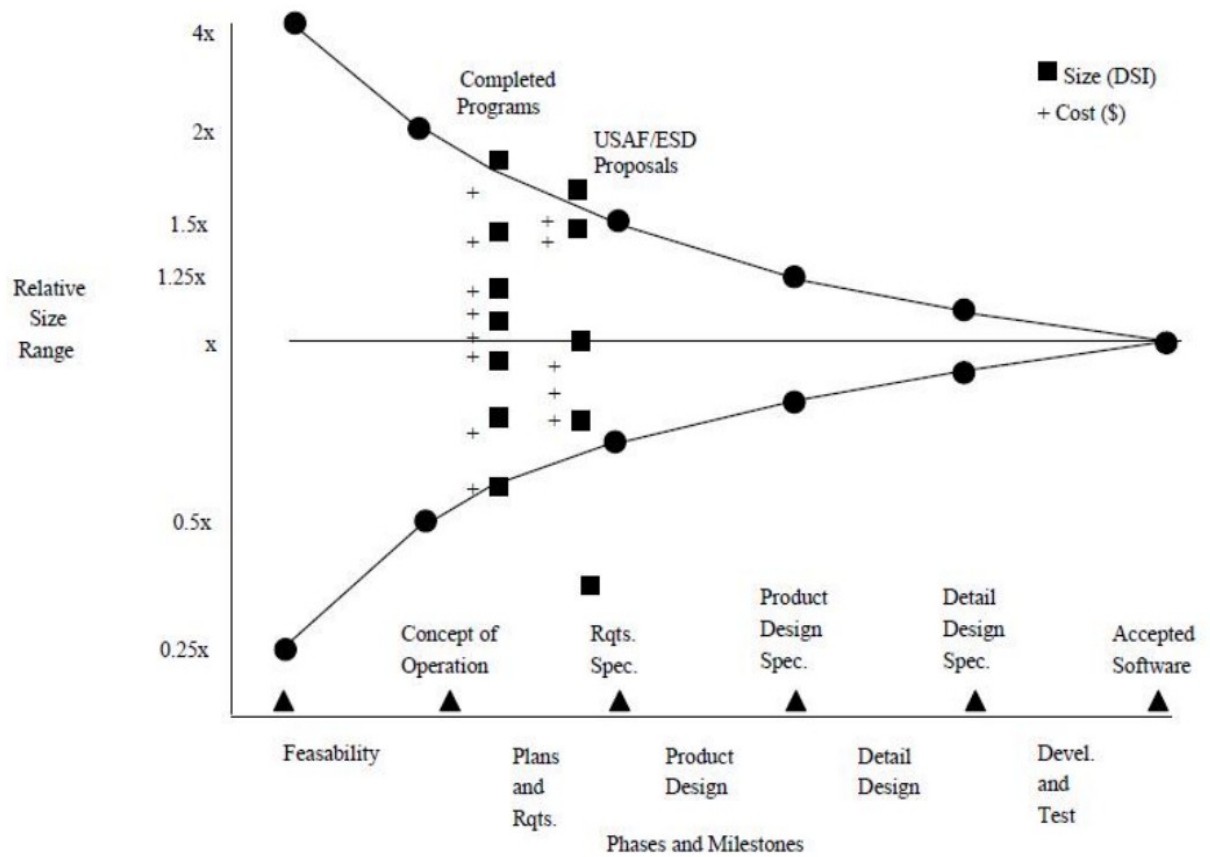


Рисунок 1.1 – Діапазони витрат на виконання ІТ-проєкту

В роботі проводиться аналіз основних методів оцінювання вартості ІТ-проєктів, перелік яких наведено на рисунку 1.2.

Рисунок 1.2 – Методи оцінювання вартості ІТ-проєктів

Кожен з методів має відрізнятися за швидкістю виконання та точністю. Усі вони показують свої найкращі результати при певних умовах.

Головною проблемою, яка розглядається в роботі, є точність визначення вартості ІТ-проекту на початкових етапах його життєвого циклу, оскільки методи оцінювання вартості, які перелічено вище, показують різні результати залежно від набору умов.

Для уточнення даного критерію потрібна модифікація, що дозволить отримати більш точні показники в плані вартості проекту.

1.2 Аналіз існуючих методів вирішення проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів

1.2.1 Метод оцінювання вартості проекту «за аналогією»

У теперішній час більша частина існуючих невеликих та середніх ІТ-компаній використовують такі методи оцінювання вартості ІТ-проектів, якими їм зручніше користуватися. Наприклад, невелика новостворена компанія без досвіду не зможе використовувати метод «за аналогією», оскільки відсутня база знань для вирішення задачі оцінювання вартості ІТ-проектів.

Кожен метод може використовуватися в своєму випадку і щоб виділити слабкі та сильні сторони, потрібно виконати аналіз кожного методу з виявленням привабливих параметрів.

Ці параметри потрібно використовувати при проведенні модифікації методів оцінювання вартості ІТ-проектів.

Необхідно виключити всі ті недоліки, які можуть завадити ефективно використовувати модифікований метод.

Метод оцінювання вартості проектів «за аналогією» є одним з найпростіших в освоєнні методів оцінки вартості. Сутність методу полягає в

тому, що менеджери, використовуючи свій досвід роботи в цій галузі, можуть провести аналогію з раніше виконаними проектами та виставити ті ресурсні параметри, які можуть відображати реальну вартість з достатньою точністю.

Іноді при створенні аналогії, як менеджер, може бути задіяний бізнес-аналітик або начальник відділу розробки, який може порадити вірний напрямок пошуку аналогій, виходячи зі свого досвіду виконання проектів або особистих правил підбору аналогів.

Проведений аналіз методу оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією» дозволяє виділити його переваги та недоліки [9-11].

Переваги методу оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією» наведені на рисунку 1.3.

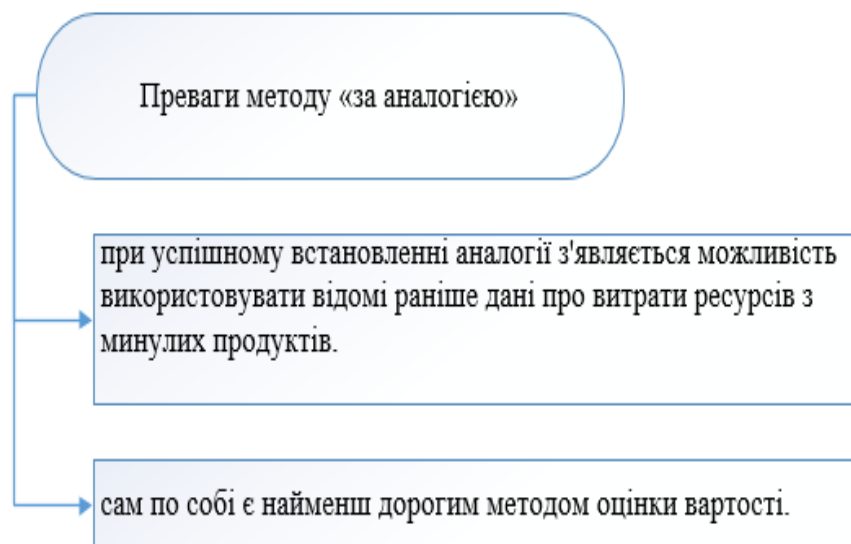


Рисунок 1.3 – Переваги методу оцінювання вартості проектів «за аналогією»

Недоліки методу оцінювання вартості проектів «за аналогією» наведені на рисунку 1.4.

При виявленні переваг і недоліків була сформульований опис використання даного методу та розроблені рекомендації щодо застосування даного методу при оцінюванні ІТ-проектів.

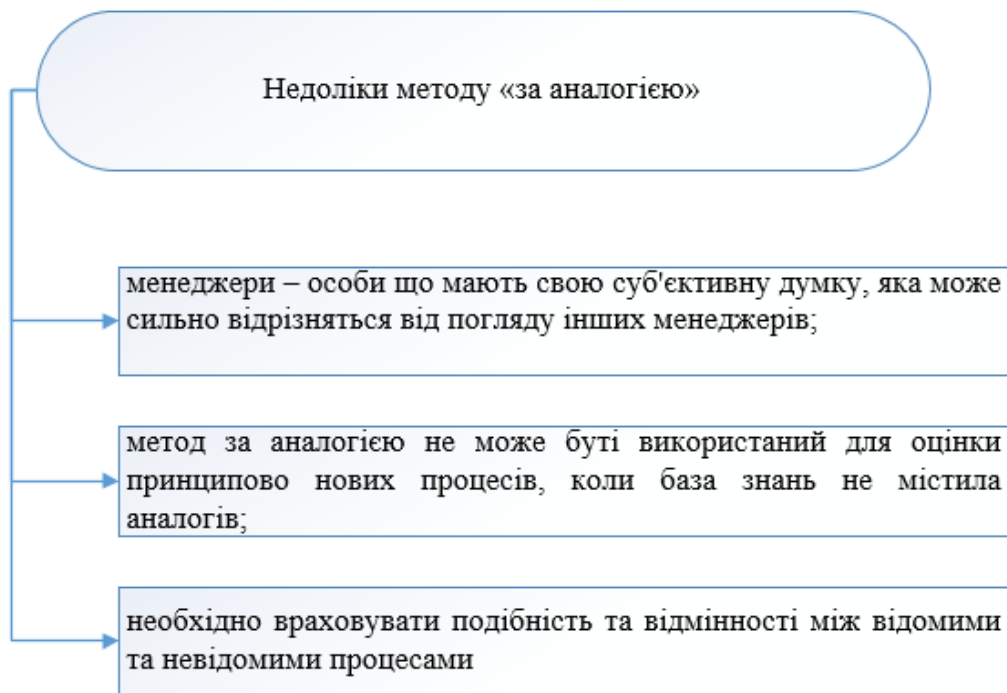


Рисунок 1.4 – Недоліки методу оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією»

Рекомендації щодо застосування методу оцінювання вартості проектів «за аналогією» наведені на рисунку 1.5 [12].

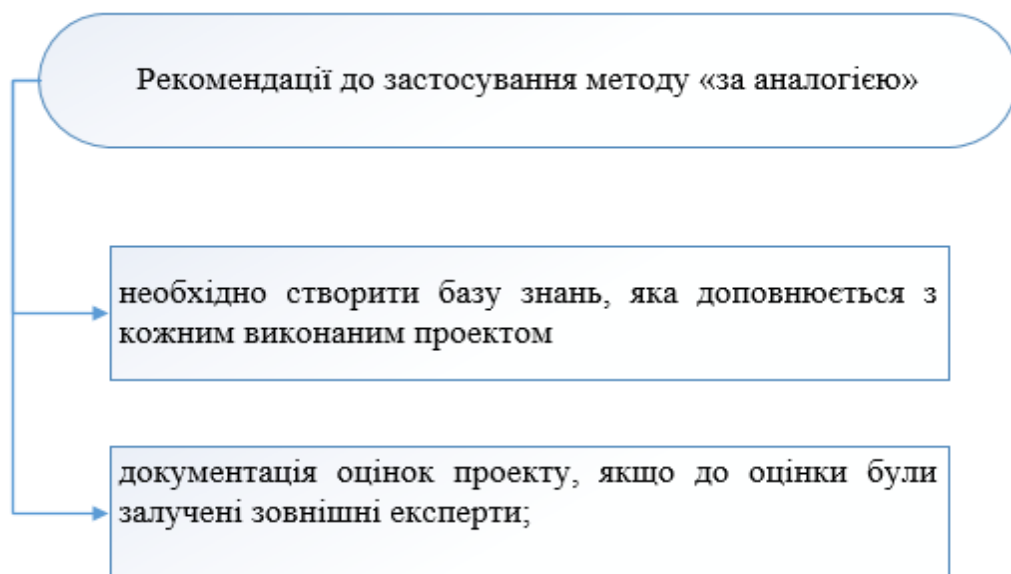


Рисунок 1.5 – Рекомендації щодо застосування методу оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією»

Схематичне представлення використання методу оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією» наведено на рисунку 1.6 [12].

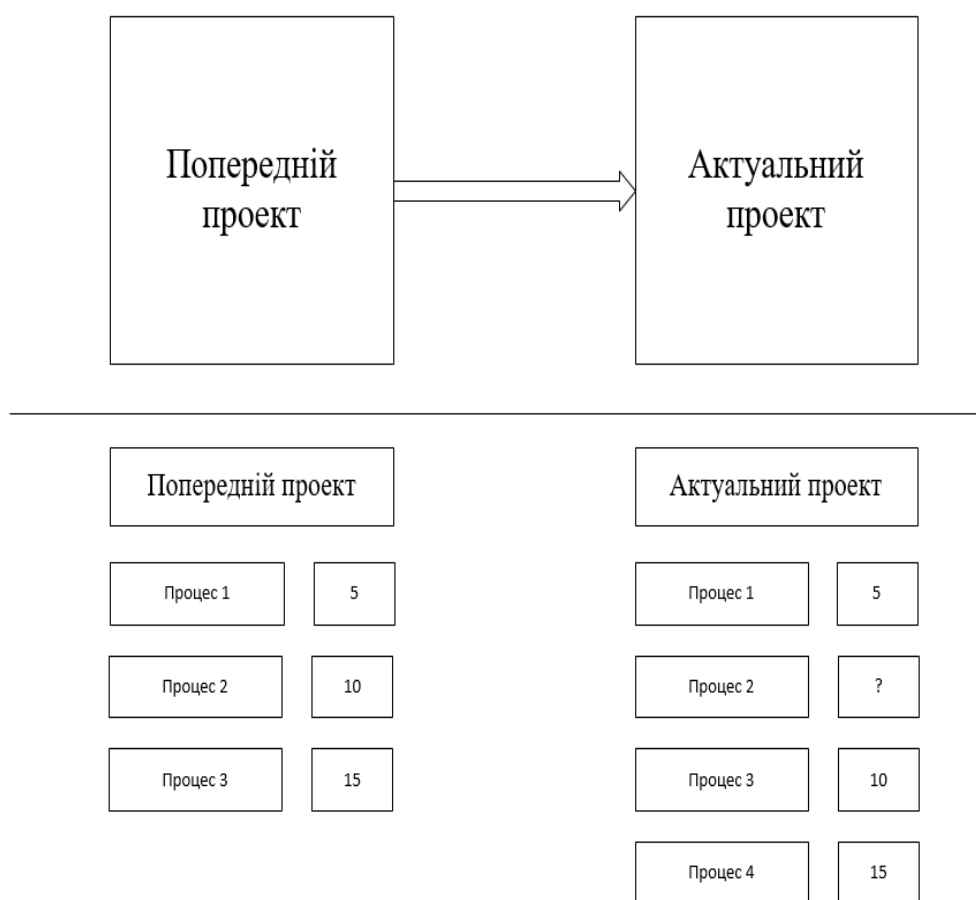


Рисунок 1.6 – Схематичне представлення роботи методу оцінювання вартості проектів «за аналогією»

Сутністю наведеної схеми на рисунку 1.6 є те, що в процесі встановлення аналогії та виставлення оцінки можуть бути задіяні декілька проектів. Навіть, якщо вже виконаний проект був зовсім з іншого середовища, це не означає, що в ньому не має аналогічних процесів на деяких етапах розробки.

Процеси з подібних проектів можна легко адаптувати для нової предметної області, якщо загальний алгоритм реалізації залишився незмінним.

Проведений аналіз показав сильні та слабкі сторони даного методу. Даний метод досить хороший при використанні в компаніях, які займаються розробкою однотипного виду програмного забезпечення (ПЗ). Він показує впевнені результати при виявленні аналогій.

Стосовно щодо недоліків, то метод оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією» малоефективний в ІТ-компаніях, які:

- займаються досить різноманітними сферами автоматизації;
- не володіють досвідченими менеджерами що вже мають базу знань.

1.2.2 Метод оцінювання вартості ІТ-проектів на основі експертних оцінок

Метод експертних оцінок – це метод, при якому вартість, як кінцевий числовий коефіцієнт, виходить внаслідок отримання оцінки кожного експерта. Експерт в даному випадку виступає як компетентна особа в окремо взятій категорії для судження і виставлення своїх показників з метою виявлення найбільш точного ймовірного значення матеріальних витрат [9-11].

У певному сенсі цей метод можна назвати наступним етапом еволюції методу за аналогією, адже в даному випадку залучаються перевірені експерти як зовнішні так і внутрішні з заздалегідь створеної базою знань.

Перевагами даного методу наведені на рисунку 1.7 [12].

Оскільки метод оцінювання вартості проектів на основі експертних оцінок в деякому сенсі дочірній методу за аналогією недоліки дуже схожі, вони наведені на рисунку 1.8 [12].

Розкривши сутність у виділенні позитивних і негативних сторін методу експертних оцінок можна створити такі рекомендації до застосування, які наведені на рисунку 1.9 [12].

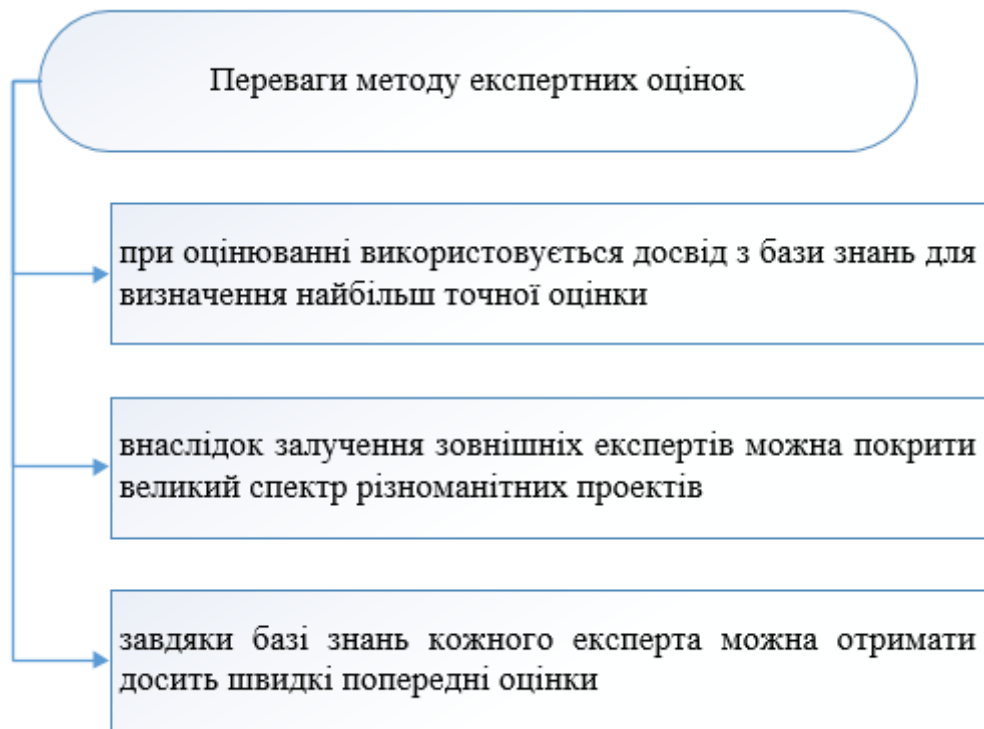


Рисунок 1.7 – Переваги методу експертних оцінок

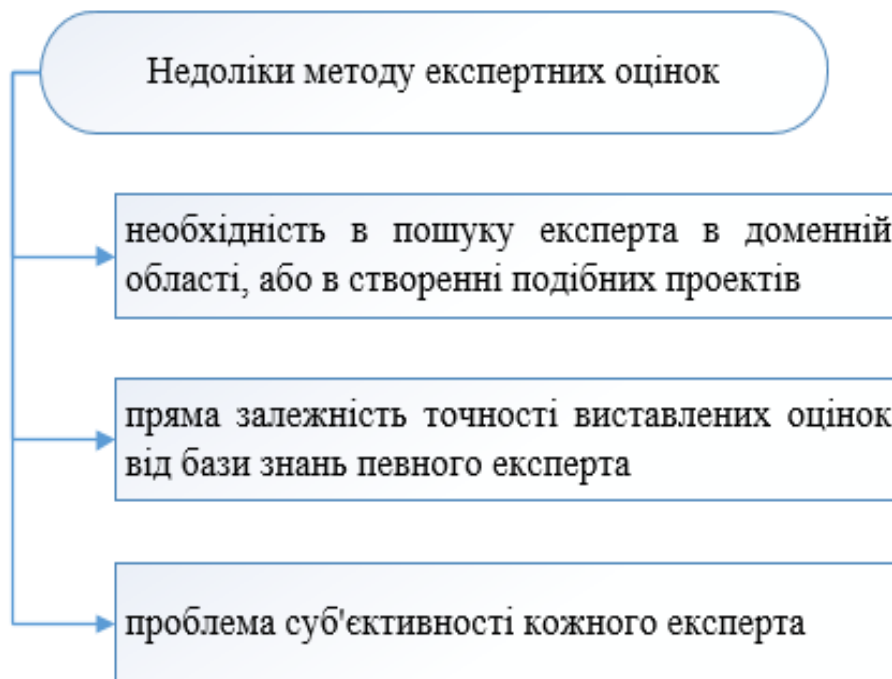


Рисунок 1.8 – Недоліки методу експертних оцінок

В загальному плані можна виділити, що на даний метод дуже сильно впливає дискусійна складова виставлення кінцевої оцінки кожного процесу, адже після отримання оцінок від експертів вони повинні прийти до єдиної думки.

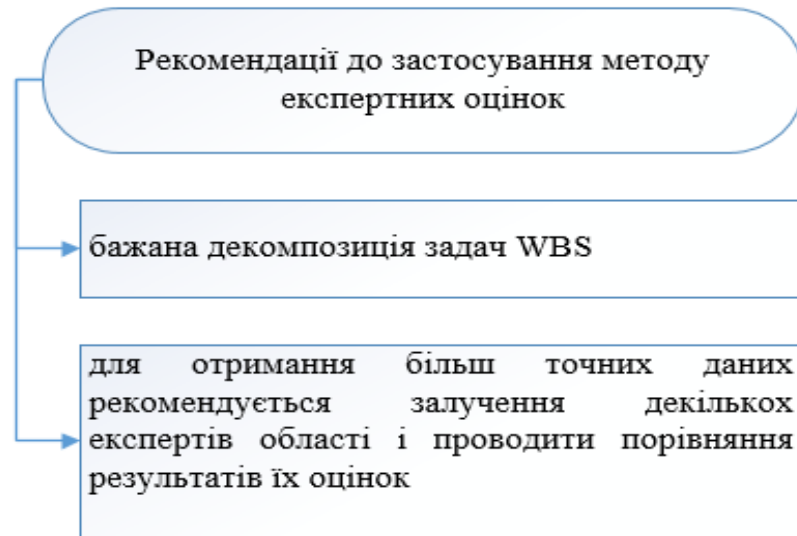


Рисунок 1.9 – Рекомендації до застосування методу експертних оцінок

Схематичне представлення методу експертних оцінок наведено на рисунку 1.10 [12].

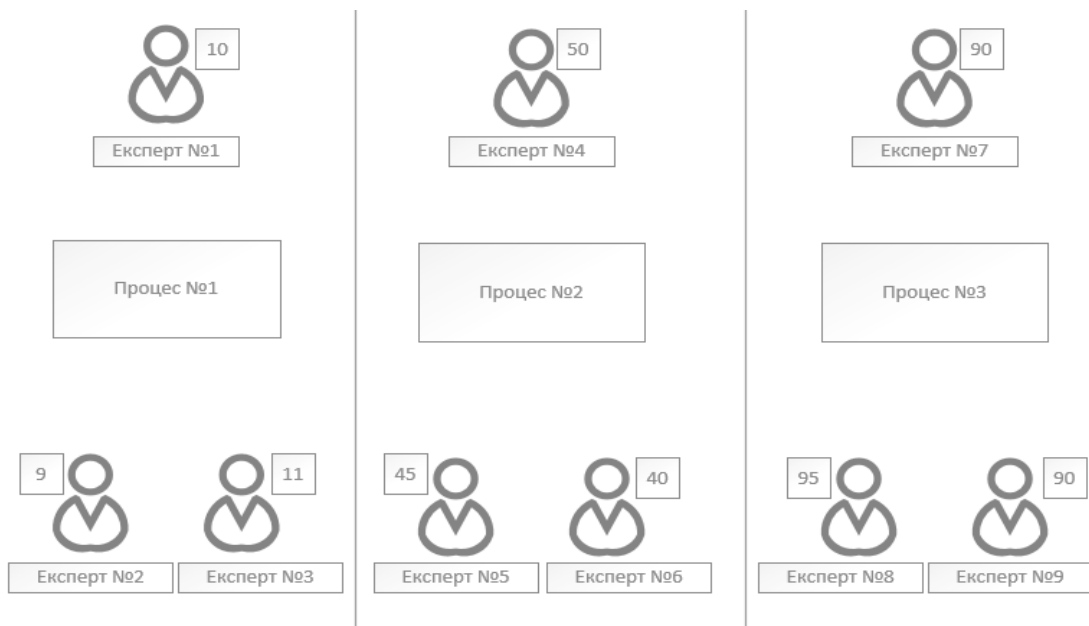


Рисунок 1.10 – Схематичне представлення методу експертних оцінок

У підсумку можна зробити висновок про метод експертних оцінок. Метод є вдосконаленою версією методу за аналогією до оцінки проекту залучаються компетентні експерти, що дозволяє отримувати досить точні результати, але збільшується час виконання оскільки виникає необхідність в пошуку додаткових зовнішніх експертів при відсутності таких в компанії. Проблема суб'єктивності, так само як і раніше, може вплинути на точність кінцевого результату.

1.2.3 Метод оцінювання вартості IT-проектів PERT

Метод оцінки вартості IT-проектів PERT або, як ще його називають, метод оцінки за трьома пунктами, є наступним витком еволюції попередніх методів, які мають всі корисні риси, але й придбали свої негативні [12-14].

Сама сутність методу полягає в тому, щоб визначити кінцеві дані з використанням трьох оцінок: оптимістичної, песимістичності і найбільш вірогідної. У класичному вигляді метод PERT виглядає як сума оптимістичної, песимістичної і добуток чотирьох найбільш ймовірних, що потім розділені на шість.

Для більшого розуміння виділимо переваги даного методу, які наведені на рисунку 1.11 [12].

З усіма притаманними плюсами цього методу, він все ж має свої недоліки, які дуже схожі з попереднім методом експертних оцінок, які наведені на рисунку 1.12 [12].

Метод PERT має на увазі наявність невизначеності, даючи можливість розробити робочий графік проекту без точного знання деталей і необхідного часу для всіх його складових.

PERT був розроблений головним чином для спрощення планування на папері й складання графіків великих і складних проектів.

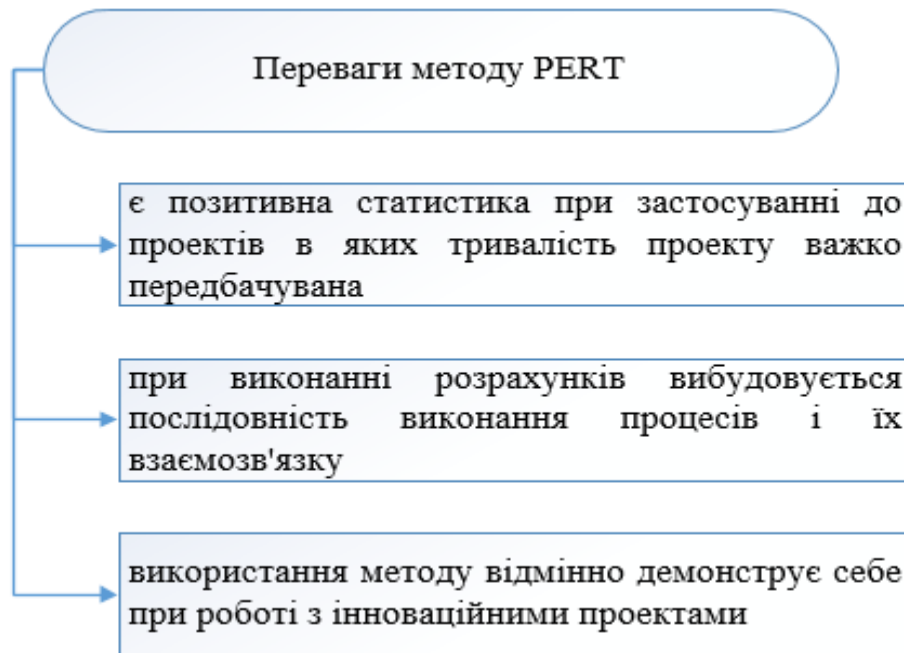


Рисунок 1.11 – Переваги методу PERT

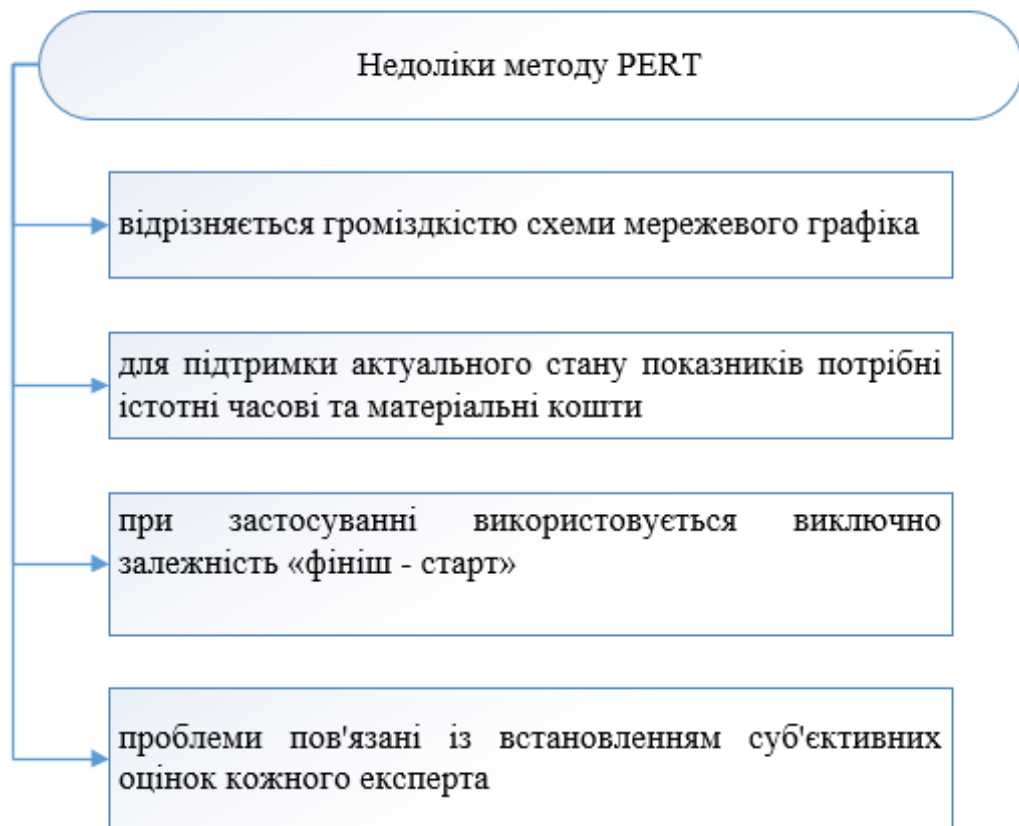


Рисунок 1.12 – Недоліки методу PERT

При аналізі існуючих переваг і недоліків методу можна сформулювати наступні рекомендації, які зображені на рисунку 1.13 [12].

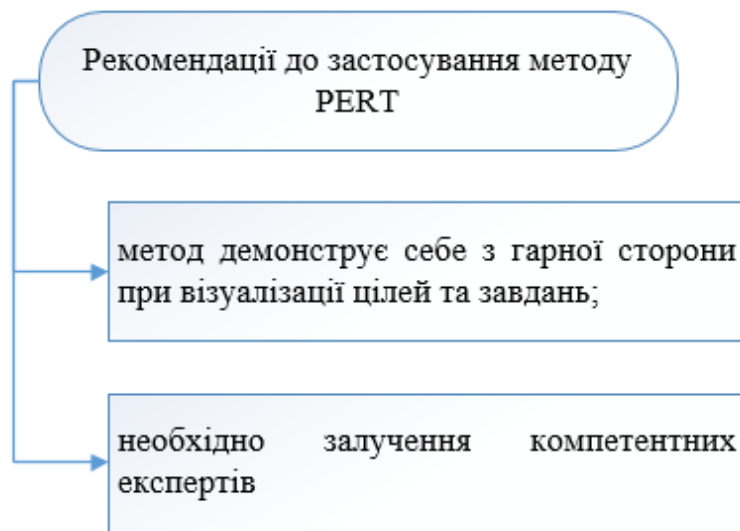


Рисунок 1.13 – Рекомендації до застосування методу PERT

Схематичне представлення методу PERT наведено на рисунку 1.14.

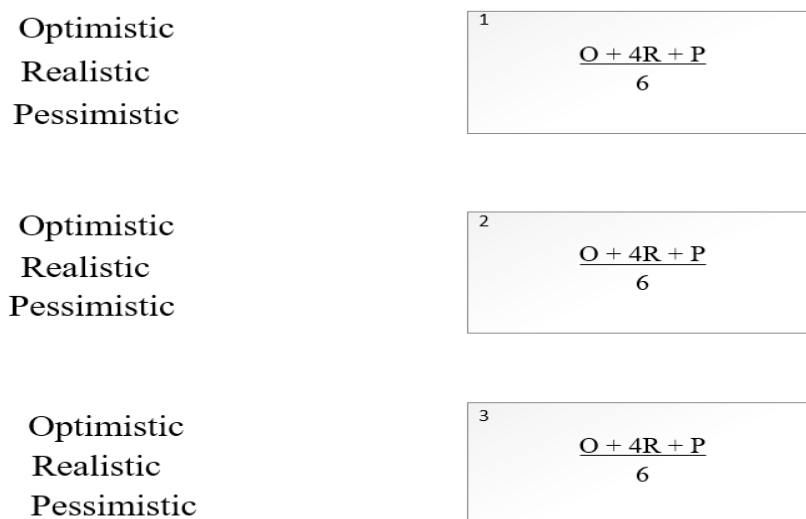


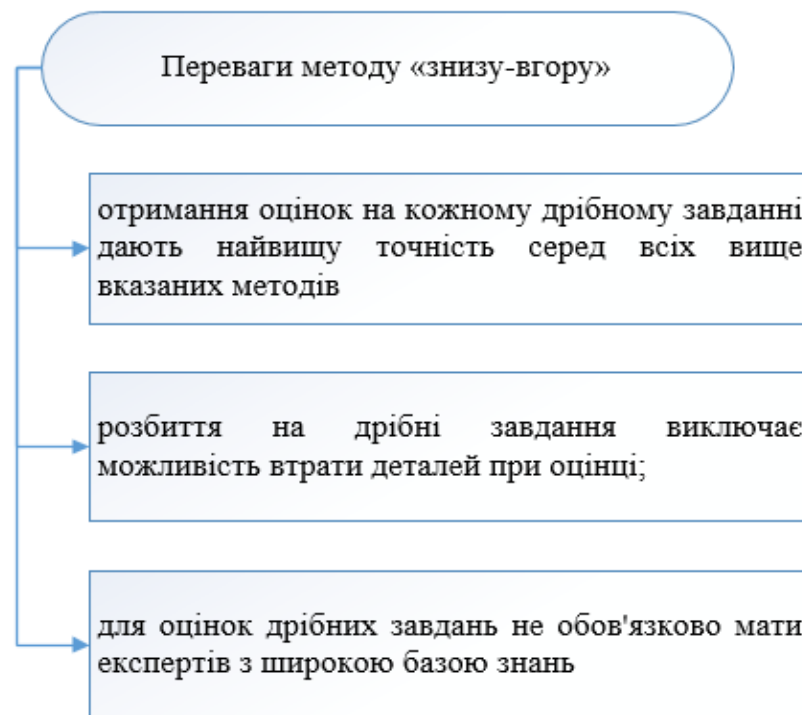
Рисунок 1.14 – Схематичне представлення методу PERT

Виділивши основні переваги і недоліки можна стверджувати, що метод PERT відрізняється досить високою точністю оцінки, але має істотні часові рамки. До недоліків (проблем) даного методу можна віднести суб'єктивність експертів, яка може спричинити неточності в кінцевих результатах.

1.2.4 Метод оцінювання вартості «знизу-вгору»

Суть даного методу полягає в тому, щоб провести декомпозицію складних задач на дрібні задачі до тих пір, поки не з'явиться можливість оцінити кожну задачу окремо. Отримані оцінки кожної підзадачі складаються в оцінку загального показника за великими задачами і так далі послідовно за усім проектом [12-15].

Серед переваг даного методу можна визначити наступні переваги, які наведені на рисунку 1.15 [12].



Рисунк 1.15 – Переваги методу «знизу-вгору»

Показуючи детальність і точність оцінки метод «знизу-вгору» також має недоліки, які наведені на рисунку 1.16 [12].

Точність оцінки методу «знизу-вгору» визначається розміром і складністю робіт, виділених на нижніх рівнях. Зазвичай менший вміст робіт збільшує точність оцінок.

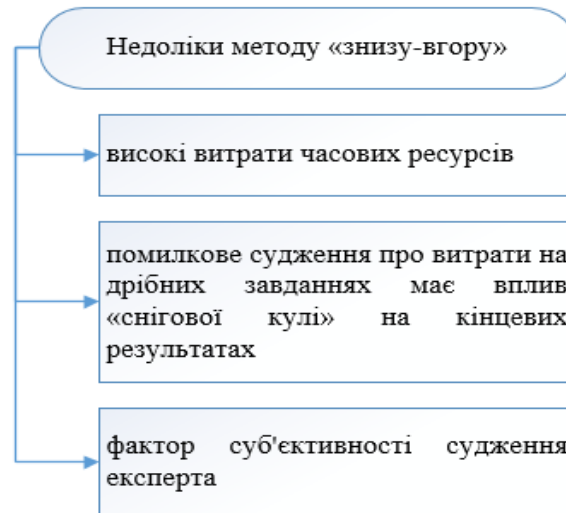


Рисунок 1.16 – Недоліки методу «знизу-вгору»

Проаналізувавши переваги і недоліки можна скласти рекомендації до використання методу «знизу-вгору», які наведені на рисунку 1.17 [12].

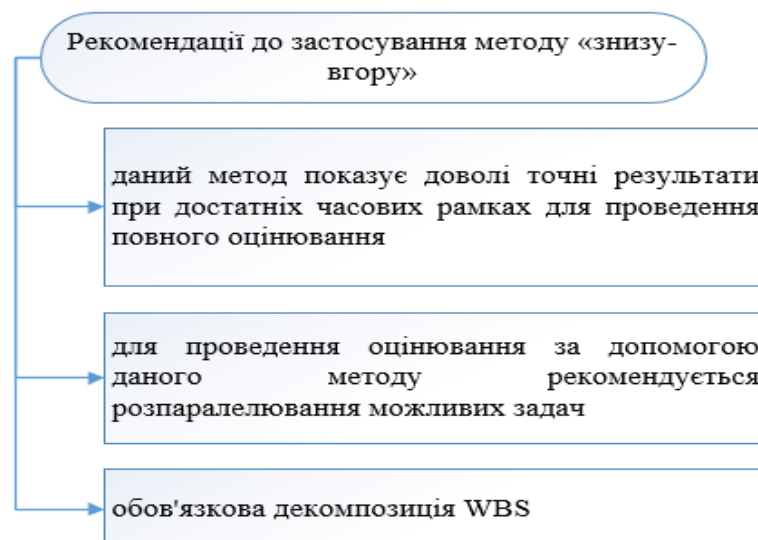


Рисунок 1.17 – Рекомендації до застосування методу «знизу-вгору»

Схематичне представлення методу оцінювання вартості ІТ-проекту «знизу-вгору» наведено на рисунку 1.18.

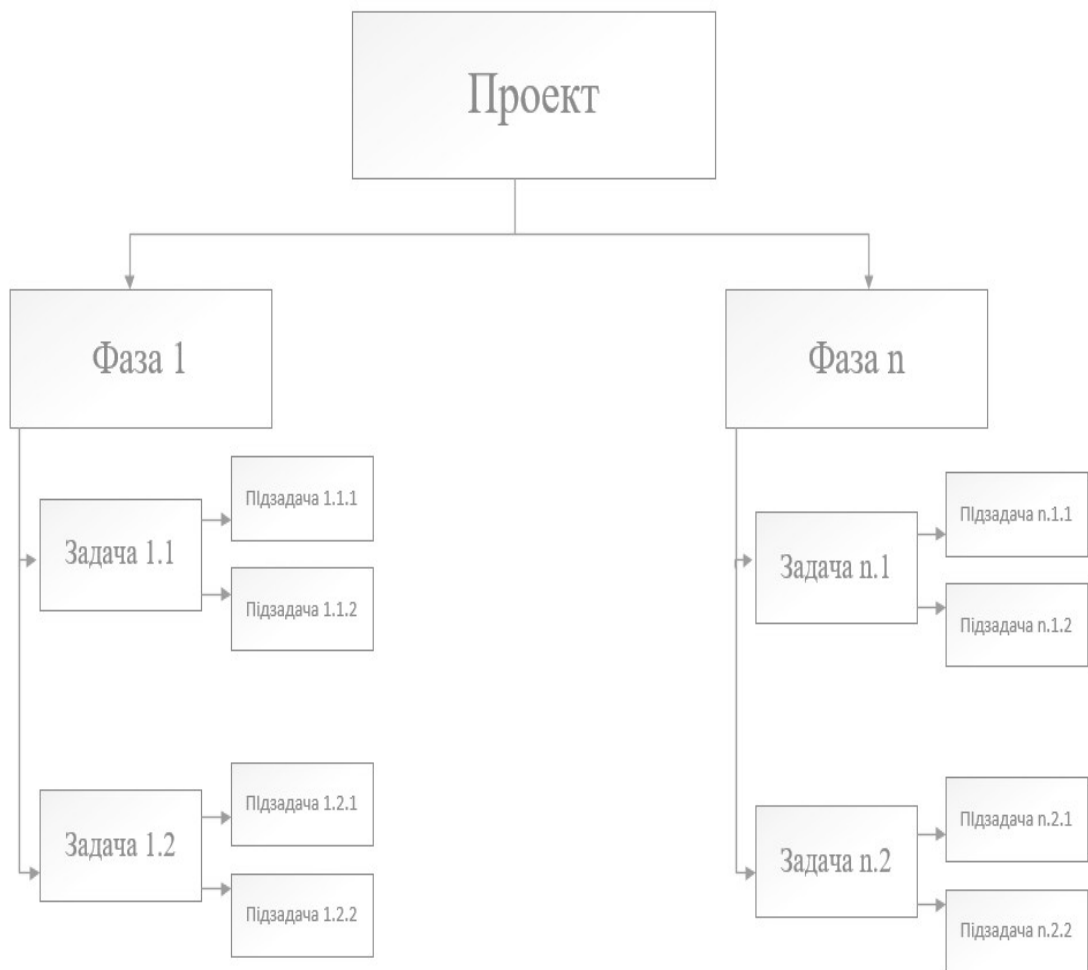


Рисунок 1.18 – Схематичне представлення методу оцінювання вартості ІТ-проекту «знизу-вгору»

З усього описаного вище можна зробити висновок, що метод оцінювання вартості ІТ-проекту «знизу-вгору» позиціонує себе як один з найбільш точних методів, які зараз існують.

Він має велику часову тривалість та високу точність.

Але, як і всі попередні методи оцінювання вартості ІТ-проекту, має помилки в плані існування людського фактору.

1.3 Формулювання мети та постановка задач магістерської атестаційної роботи

Кількість існуючих методів оцінювання вартості ІТ-проектів досить обмежена. Деякі з них методів не можуть виконати операцію оцінювання за умови, коли проект знаходиться на початкових стадіях життєвого циклу.

Як було визначено, кожен з вказаних вище методів має свої характеристики точності та часових витрат.

Метою роботи є виділення оптимального методу для модифікації, який може надавати досить точні дані, але і не займатиме великі часові проміжки на виконання.

Якщо брати до уваги основні потреби замовників при укладанні договору, їх цікавить два основних параметри: ціна реалізації; час, за який ІТ-компанія готова виконати замовлення [16-20].

При аналізі даних параметрів було виявлено, що для замовників найчастіше проблемою є не великий час виконання проекту, а саме велика вартість його реалізації. Виходячи з цього прийнято рішення щодо поліпшення показника точності одержуваної оцінки вартості ІТ-проекту з використанням модифікованого методу. При цьому оцінка вартості ІТ-проекту має вдосконалюватись згідно з тим, що час на виконання проекту не повинен стати великим в порівнянні з початковою версією методу.

В даному випадку для модифікації був обраний метод PERT через декілька причин. Даний метод може бути використаний при оцінюванні вартості ІТ-проектів на початкових стадіях його життєвого циклу і має ітераційну перспективу.

Проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів пов'язані з вирішенням задачі підвищення точності кінцевих результатів без витрачання часу тривалості оцінювання за умови того, що ІТ-проекти знаходиться на початкових стадіях життєвого циклу [21-30].

Сучасні підходи та методи вирішення даної проблеми було розглянуто в підрозділі 1.2 (пунктах 1.2.1 – 1.2.4) пояснювальної записки до атестаційної роботи.

Аналіз існуючих методів вирішення проблеми оцінювання вартості ІТ-проектів дозволив визначити переваги та недоліки кожного з методів та показати особливості їх застосування при розв'язанні відповідних задач.

У підрозділі 2.1 буде наведено опис теоретичного вирішення задачі оцінювання вартості ІТ-проектів, які знаходяться на початкових стадіях свого життєвого циклу. Для розв'язання цієї задачі пропонується провести синтез двох методів, а саме методу PERT і методу оцінки «за аналогією».

Результати вирішення поставленої задачі будуть представлені як:

- опис синтезованого (модифікованого) методу оцінювання вартості проектів, які знаходяться на початкових стадіях свого життєвого циклу;
- алгоритм реалізації модифікованого методу.

При вирішенні поставленої задачі необхідно виконати наступні етапи:

- отримання модифікованої методу на основі синтезу методів PERT і методу «за аналогією»;
- програмна реалізація;
- тестування результатів.

2 РОЗРОБКА МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ІТ-ПРОЕКТІВ

2.1 Модифікація методу PERT шляхом інтеграції з методом «за аналогією»

Як наслідок аналізу існуючих методів оцінювання вартості ІТ-проектів були одержані наступні результати:

- виділені переваги та недоліки розглянутих методів;
- створені рекомендації щодо їх використання;
- розроблені схематичні представлення роботи методів оцінювання.

На основі отриманих даних була проведена модифікація існуючого методу PERT. Опис отриманої модифікації описано в даному розділі магістерської атестаційної роботи.

На підставі аналізу сучасного стану проблеми та існуючих методів вирішення поставленої проблеми проведена робота з модифікації методу PERT. Модифікований метод оцінювання вартості ІТ-проектів на ранніх етапах життєвого циклу заснований на розглянутих в розділі 1 методах.

Під час модифікації використовуються метод PERT і метод оцінювання «по аналогії». Модифікований метод має фундаментальні особливості двох методів, але з деякими доопрацюванням для отримання більш оптимальних значень.

Сутністю модифікації методу є впровадження в класичний вид методу PERT додаткової змінної – коефіцієнт унікальності роботи, який формується на основі методу за аналогією.

Це дасть можливість отримання додаткової точності при оцінюванні вартості окремо взятих завдань і всього проекту в цілому. Таким чином планується підвищення точності одержуваних вартісних показників, але й збільшення часу на оцінювання.

2.1.1 Етапи оцінювання вартості ІТ-проекту з використанням модифікованого методу

Модифікований метод оцінювання вартості ІТ-проектів на початкових етапах життєвого циклу складається з наступної послідовності дій.

При отриманні даних про план проекту команда експертів приступає до оцінювання кожного виду операцій та виставляє свої суб'єктивні оцінки до кожної з них. Потім відбувається дискусія з метою приходу експертів до єдиного результату. Далі відбувається розрахунок вартості першої роботи відповідно до плану проекту. Вартість розраховується із застосуванням методу PERT і ново впровадженого коефіцієнту унікальності роботи. Кожен експерт склав такий набір оцінок:

- оптимістична оцінка;
- песимістична оцінка;
- найбільш ймовірна оцінка.

Оптимістична оцінка – та оцінка, яка є ідеальною, при якій не існує ніяких факторів, що заважають виконанню даної задачі і показує самі мінімальні витрати, які будуть потрібні на успішне закінчення задачі.

Песимістична оцінка – та оцінка, яка є найгіршим варіантом розвитку подій та показує самі передбачувані максимальні витрати, які будуть потрібні на успішне виконання задачі.

Найбільш ймовірна оцінка – та оцінка, яка є найбільш очікуваною, при якій враховуються помірні впливи чинників, що заважають виконанню задачі та показує найімовірніші фінансові витрати на успішне виконання задачі.

Також у зв'язку з модифікацією методу PERT з'являється нова оцінка, яку повинні виставляти експерти, а саме змінна, яка заснована на принципах методу «за аналогією» – коефіцієнт унікальності операції.

Коефіцієнт унікальності операції – це та оцінка, яка відображає ступінь унікальності даної задачі в порівнянні з вже відомими виконаними раніше задачами з бази знань кожного експерта.

Після обчислень за допомогою трансформованої формули синтезованого методу PERT отримуємо кінцеві результати з окремо взятої роботи.

Далі відбувається аналогічний процес оцінювання для всіх наступних операцій проекту. Як підсумок, всі раніше отримані дані з кожної оціненої роботи проекту підсумовуються та можна отримати приблизну оцінку вартості усього ІТ-проекту.

2.1.2. Використання методу PERT для модифікації

Метод оцінювання вартості ІТ-проекту PERT в даному випадку виступає як основа для модифікації. Саме на основі класичної формули PERT (2.1) відбувається маніпуляція з метою збільшення точності одержуваних результатів [10, 13, 20-24].

$$, \tag{2.1}$$

де – кінцеві значення вартості;

- оптимістичні значення вартості;
- найімовірніші значення вартості;
- песимістичні значення вартості.

Метод відмінно показував себе в класичному вигляді, відмітився достатньою точністю та невеликим часом на підрахунок кінцевих даних. Тому саме цей метод був обраний до проведення модифікації.

2.1.3 Використання методу оцінювання вартості ІТ-проекту «за аналогією» для модифікації

Метод оцінювання вартості ІТ-проекту «за аналогією» в даному модифікованому методі дозволив отримати нову змінна, яка названа коефіцієнтом унікальності операції k .

Цей коефіцієнт відображає степінь аналогії з раніше вирішеними задачами.

Даний коефіцієнт був створений та використаний з метою додаткової конкретизації кожної окремої задачі.

Метод оцінювання вартості ІТ-проектів «за аналогією» показує добрі результати при оцінюванні типових задач, але не є успішним при наявності істотних змін в розглянутій задачі.

При використанні коефіцієнта унікальності операції стандартна формула методу PERT має такий вигляд

$$, \quad (2.2)$$

де – кінцеві значення вартості;

– оптимістичні значення вартості;

– найімовірніші значення вартості;

– песимістичні значення вартості;

k – коефіцієнт унікальності операції.

Таким чином при впровадженні коефіцієнта унікальності операції очікується підвищення точності оцінки вартості ІТ-проекту.

Коефіцієнт унікальності операції має діапазон значень згідно з таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Діапазони коефіцієнту унікальності операції

Значення коефіцієнту	Опис
$k > 1$	Процес не має аналогій та повинен виконуватися в повній мірі з нуля
$1 > k > 0,9$	Процес має слабку аналогію, та більшість роботи потрібно робити з нуля
$0,9 > k > 0,75$	Має встановлену аналогію для невеликої частини процесу
$0,75 > k > 0,5$	Процес має чітко встановлену аналогію для значної частини вмісту
$0,5 > k$	Процес має велику кількість аналогій для більшості частин вмісту

2.2 Розробка алгоритму реалізації модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів

Для вирішення задачі оцінювання вартості ІТ-проектів за допомогою розробленого модифікованого методу був також розроблений алгоритм, схема якого представлена на рисунку 2.1.

На початку роботи з модифікованим методом оцінювання вартості ІТ-проектів користувач отримує з БД назву процесу, який потребує оцінювання, та його скорочений опис.

За допомогою клавіатурного вводу вносяться оцінки від експертів. Отримані оцінки вносяться у БД згідно до обраного процесу та підраховуються для отримання вартості.

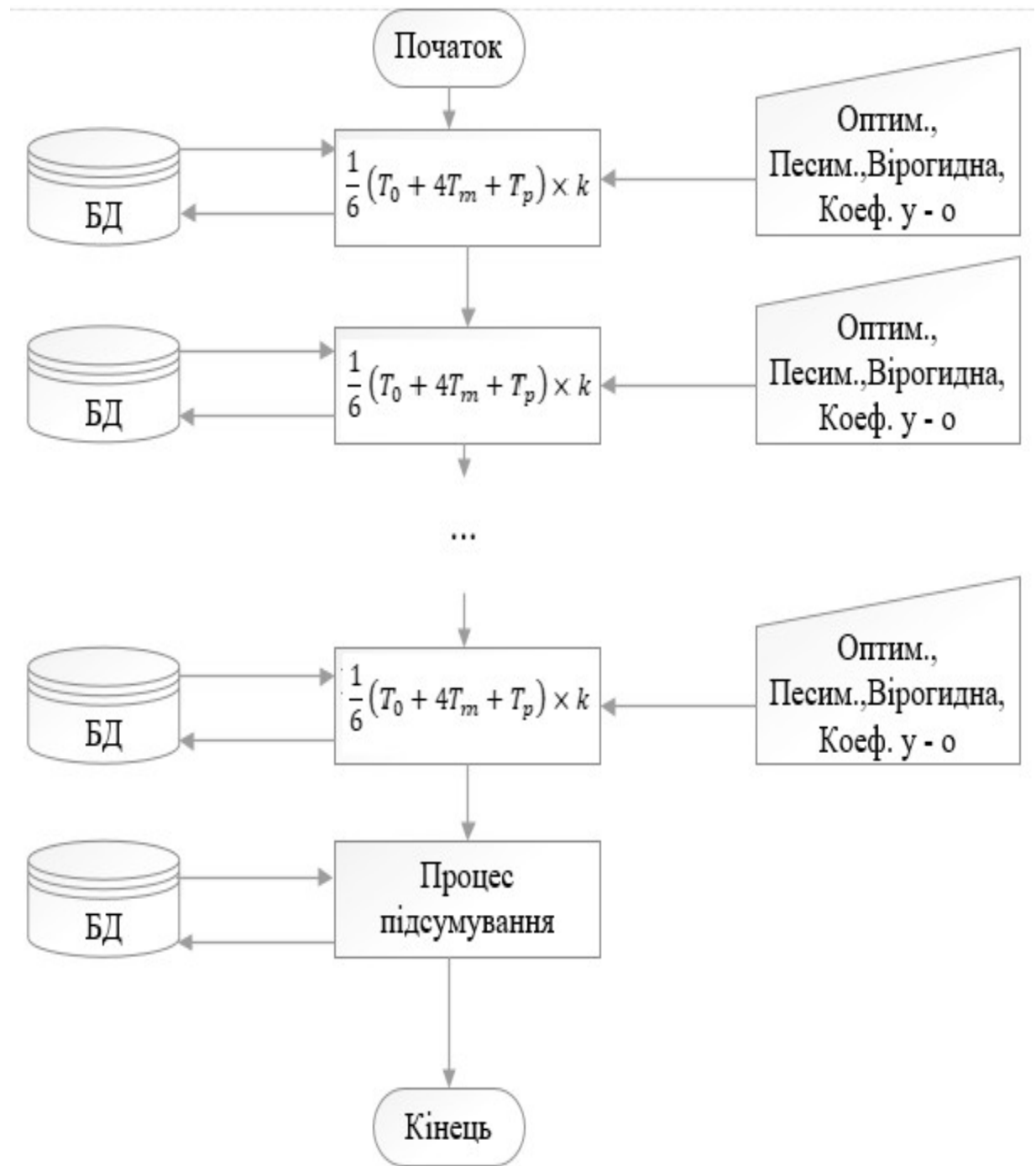


Рисунок 2.1 – Схема алгоритму процесу оцінювання вартості ІТ-проектів

Далі виконуються аналогічні операції із кожним наступним процесом. У кінці отримуємо підрахунок усіх оцінених операцій та остаточну вартість проекту в цілому.

3 ОПИС ПРАКТИЧНОГО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ІТ-ПРОЕКТІВ

3.1 Опис рішень з ініціації проекту

Успішною можна назвати ту розробку інформаційного проекту, яка змогла виконати поставлені вимоги від замовників, принести дохід та імідж ІТ-компанії [31, 32].

Згідно з класичною схемою, розробка будь-якого виду проекту починаються зі стандартних етапів, таких як: розробка концептуальних моделей і стратегій вирішення.

Одним з ключових етапів проекту є ініціація, тобто обговорення потреби виконання задуманого проекту.

В більшості ІТ-компаній проект не починається з формальної ініціації, доки не буде проведено попередній аналіз, який найчастіше перетворюється у самостійний проект [33-44].

Пристаючи до виконання запланованого проекту формується статут проекту, елементи якого представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Елементи статуту проекту

Параметр	Вимоги та рекомендації
1	2
Назва проекту	Система оцінювання вартості ІТ-проектів на основі модифікованого методу PERT
Замовник проекту	Керівник ІТ-компанії
Мета проекту	Створення програмного продукту для оцінювання вартості ІТ-проектів з використанням модифікованого методу PERT для підвищення точності отримуваних результатів

Кінець таблиці 3.1

1	2
Концепція проекту	Програмний додаток, призначений для оцінювання вартості ІТ-проектів на підставі обмеженості даних, зв'язаних з початковими стадіями життєвого циклу проектів. Реалізація виконана у вигляді web-додатку.
Обґрунтування ініціації проекту	На основі тривалої роботи з реалізації ІТ-проектів і виявленні недостатньої чіткості в оцінюванні реалізованих проектів
Ролі та функції команди проекту	Менеджер проекту, аналітик, програмісти, програміст-дизайнер, оператор бази даних, тестувальник
Споживачі продукту проекту	Користувачі web-сайту
Вимоги до програмного продукту	Програмний продукт має web-орієнтованість, тому є потреба у використанні сервера та СУБД. Оскільки система використовує сайт для зворотного зв'язку, клієнтська частина відсутня
Ризики проекту	Неможливість прогнозування ефективності застосування розробки
Висновки про можливість реалізації проекту	Проект може бути реалізований у межах атестаційної роботи як навчальне завдання

При виконанні початкових фаз ініціації було проведено планування проекту, що розробляється, та планування робочої групи.

Дуже часто фаза ініціації не має конкретних часових рамок до завершення. Іноді відбуваються стандартні відмови від проекту в зв'язку з економічними витратами, тимчасовими рамками, програшами тендерів, тощо.

Для формування необхідності виконання проекту було проаналізовано ринок, на якому застосовується тип проекту, робочий персонал, який буде користуватися розробкою.

Фаза ініціації важливіший етап проведення передпроектного виконання. На фазі ініціації створюється аргументоване обґрунтування та прийняття рішень до розробки.

Усі роботи при моделюванні загальної ієрархічної структури проекту, створенні діаграми Ганта та форм ресурсів, створенні WBS та OBS та іншими елементами задачі планування календарної мережі були зроблені за допомогою програмного продукту MS Project 10.

Під час ініціації проекту було проведено моделювання робіт та розробка концепцій. Успішним результатом завершення етапу ініціації вважається узгодження документів на роботи з виконання, укладання договорів між замовником та ІТ-компанією та створення наказу про ініціацію проекту з подальшим переходом на стадію проектування.

3.2 Опис результатів планування

Метою кожного проекту є досягнення поставлених результатів за визначену вартість та у визначені часові рамки. Створення плану проекту є невід'ємною частиною кожного проекту. План формує та визначає послідовності робіт, залученість кожного спеціалісту та час роботи над проектом. З цього формується три основні параметри: задачі, які виконуються; ресурси, які використовуються; призначення.

У обраному середовищі MS Project усі елементи, такі, як Tasks, Resource, Assignment, представлені у виді таблиць. Кожна таблиця повинна бути заповнена згідно із загальним описом етапів проекту (див. таблицю 3.2),

встановленням зв'язків між ресурсами та етапами робіт, встановленням тривалості етапів, послідовністю виконання етапів [9, 27].

Для опису проекту потрібно скористатися декомпозицією робіт для вирішення проблеми втрати важливих елементів. Найефективнішим методом декомпозиції робіт є декомпозиція за об'єктами проекту.

Таблиця 3.2 – Опис стадій та етапів створення системи.

Стадії	Етапи робіт	Результат виконання
1	2	3
1. Ініціація проекту	1.1 Попереднє обстеження 1.2 Формування вимог 1.3 Створення статуту 1.4 Розробка дерева цілей 1.5 Аналіз існуючих методів 1.6 Розробка концепції модифікованого метода 1.7 Створення ТЗ 1.8 Укладання згоди до розробки	1. Повний та актуальний опис предметної області 2. Список вимог до РС 3. Результати досліджень 4. Опис концепції системи. 5. Підписана угода (контракт) або інші документи
2. Проектування	2.1 Проектування архітектури 2.2 Проектування БД 2.3 Розробка алгоритму метода 2.4 Розробка дизайну	1. План проекту 2. Обрана БД
3. Реалізація	3.1 Реалізація модифікованого методу 3.2 Реалізація архітектури 3.3 Реалізація БД 3.4 Реалізація дизайну 3.5 Створення документації	1. Функціонуючі програмні частини

Кінець таблиці 3.2

1	2	3
4. Тестування	4.1 Перевірка відповідностей до цілей проекту 4.2 Тестування БД 4.3 Тестування ефективності 4.4 Тестування навантаження	1. Результати тестів працездатності 2. Звіти з виконання та успішного закінчені тестування
5. Закінчення проекту	5.1 Аналіз придатності до експлуатації 5.2 Розробка робочої документації для системи 5.3 Інсталяція 5.4 Тестування на підприємстві замовника 5.5 Впровадження 5.6 Консультація замовника з роботи системи 5.7 Договір про успішне закінчення проекту	1. Звітна документація 2. Робоча документація 3. Договори успішного виконання проекту

Виконавши декомпозиція проекту на об'єкти за допомогою технології WBS, тобто створивши ієрархічну структуру робіт, які виконуються протягом усього життєвого циклу, описуємо окремі процеси з максимальною деталізацією.

Для вирішення проблеми відповідальності над роботами в проекті створюється таблиця відповідальності. Задачею цієї таблиці є призначення фахівців на окремі роботи та рівні повноважень у проекті.

На основі таблиці опису стадій та етапів створення системи створена матриця відповідальності (таблиця 3.3).

Умовними позначеннями ролей у матриці відповідальності є: В – виконавець; П – приймання роботи; КО – координація робіт; К – контроль.

Таблиця 3.3 – Матриця відповідальності

Етап проекту	МП	А	П	П/Д	ОБД	Т
1	2	3	4	5	6	7
Попереднє обстеження	П	В				
Формування вимог	В,П	В				
Створення статуту	В,П	В				
Розробка дерева цілей	В					
Аналіз існуючих методів	П	В				
Розробка концепції модифікованого метода	В,К,П	В	В	В	В	
Створення ТЗ	В,К,П	В				
Укладання згоди до розробки	В,П	КО				
Проектування архітектури	В,П,К		В,КО	В,КО	В,КО	
Проектування БД	П		КО		В	
Розробка алгоритму метода	П,К	КО	В	КО	КО	
Розробка дизайну	П		КО	В		
Реалізація модифікованого методу	П,К	КО	В			
Реалізація архітектури	П		В	КО		
Реалізація БД	П				В	
Реалізація дизайну	П		КО	В		
Створення документації	П,К	КО	В	В	В	
Перевірка відповідностей до цілей проекту	П,К	КО				В
Тестування БД	П					В
Тестування ефективності	П					В

Кінець таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Тестування навантаження	П					В
Аналіз придатності до експлуатації	В,П	В,К О				В
Розробка робочої документації до системи	В,П	В,К О				
Інсталяція	КО,П	КО	В			
Тестування на підприємстві замовника	КО,П					В
Впровадження	П,КО	В				
Консультація замовника з роботи системи	П,КО	В				
Договір про успішне закінчення проекту	В,П					

Псевдоніми, які застосовуються у матриці відповідальності, зазначені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Псевдоніми учасників проекту

Псевдонім	Опис
МП	Менеджер проекту
А	Аналітик
П	Програмісти
П/Д	Програміст-дизайнер
ОБД	Оператор БД
Т	Тестувальник

На основі даних з матриці відповідальності та за допомогою середовища розробки MS Project була побудована організаційна структура виконавців OBS та структура споживаних ресурсів RBS.

Схема структури виконавців OBS представлена на рисунку 3.1.

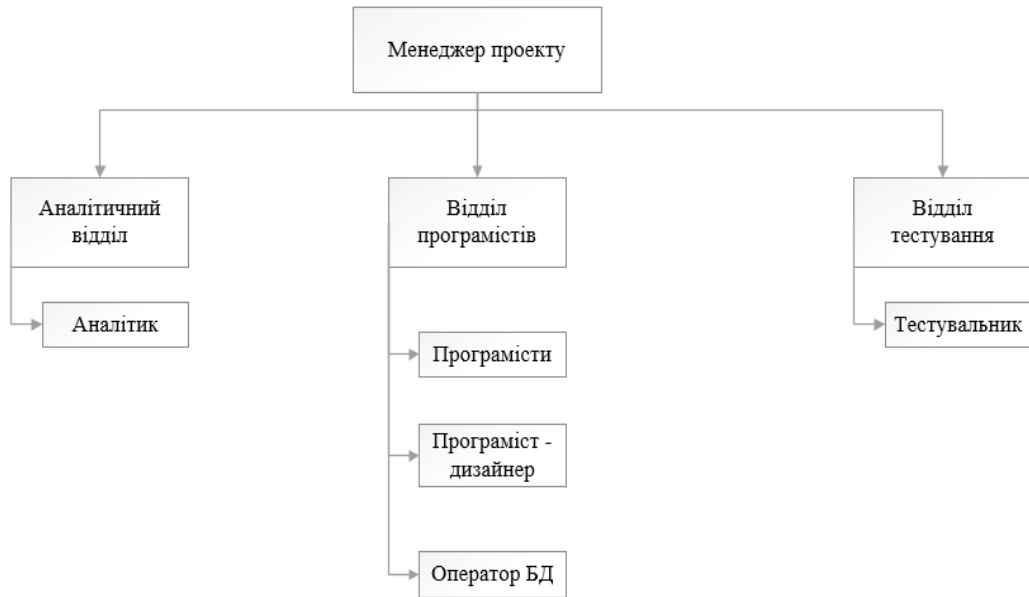


Рисунок 3.1 – Схема структури виконавців OBS

Схема структури споживання ресурсів, а саме людських ресурсів, RBS представлена на рисунку 3.2



Рисунок 3.2 – Схема структури людських ресурсів RBS

У даному випадку не враховуються ресурси на технічні засоби та інформаційні ресурси, оскільки вони вже є у наявності та були закуплені у ході попередніх проектів.

У кожній організації запропонований свій вигляд створення проектних даних, але варто зазначити, що звичайного списку процесів замало для конструктивного аналізу стану проекту.

На рисунку 3.3 наведено табличне представлення процесів ІТ-проекту з зазначенням його тривалості та ресурсів.

Ініціація проекту	23 днів	Вт 01.09.20	Чт 01.10.20		
Попереднє обстеження	4 днів	Вт 01.09.20	Пт 04.09.20		МП;А
Формування вимог	2 днів	Пн 07.09.20	Вт 08.09.20	2	МП;А
Створення статуту	3 днів	Ср 09.09.20	Пт 11.09.20	3	МП;А
Розробка дерева цілей	2 днів	Ср 09.09.20	Чт 10.09.20	3	МП
Аналіз існуючих методів	5 днів	Пн 14.09.20	Пт 18.09.20	4;5	МП;А
Розробка концепції модифікації	4 днів	Пн 21.09.20	Чт 24.09.20	6	МП;А;П;П/Д;ОБД
Створення ТЗ	4 днів	Пт 25.09.20	Ср 30.09.20	7	МП;А
Укладання згоди до розробки	1 день	Чт 01.10.20	Чт 01.10.20	8	МП;А
Проектування	8 днів	Пт 02.10.20	Вт 13.10.20	1	
Проектування архітектури	2 днів	Пт 02.10.20	Пн 05.10.20		МП;П;П/Д;ОБД
Проектування БД	2 днів	Вт 06.10.20	Ср 07.10.20	11	МП;П;ОБД
Розробка алгоритму метода	3 днів	Чт 08.10.20	Пн 12.10.20	12	МП;А;П;П/Д;ОБД
Розробка дизайну	1 день	Вт 13.10.20	Вт 13.10.20	13	МП;П;П/Д
Реалізація	12 днів	Ср 14.10.20	Чт 29.10.20	10	
Реалізація модифікованого м	3 днів	Ср 14.10.20	Пт 16.10.20		МП;А;П
Реалізація архітектури	1 день	Пн 19.10.20	Пн 19.10.20	16	МП;П;П/Д
Реалізація БД	2 днів	Вт 20.10.20	Ср 21.10.20	17	МП;ОБД
Реалізація дизайну	1 день	Чт 22.10.20	Чт 22.10.20	18	МП;П;П/Д
Створення документації	5 днів	Пт 23.10.20	Чт 29.10.20	19	МП;А;П;П/Д;ОБД
Тестування	8 днів	Пт 30.10.20	Вт 10.11.20	15	
Перевірка відповідностей до	2 днів	Пт 30.10.20	Пн 02.11.20		МП;А;Т
Тестування БД	2 днів	Вт 03.11.20	Ср 04.11.20	22	МП;Т
Тестування ефективності	2 днів	Чт 05.11.20	Пт 06.11.20	23	МП;Т
Тестування навантаження	2 днів	Пн 09.11.20	Вт 10.11.20	24	МП;Т
Закінчення проекту	16 днів	Ср 11.11.20	Ср 02.12.20	21	
Аналіз придатності до експлу	2 днів	Ср 11.11.20	Чт 12.11.20		МП;А;Т
Розробка робочої документації	4 днів	Пт 13.11.20	Ср 18.11.20	27	МП;А

Рисунок 3.3 – Табличне представлення процесів ІТ-проекту

В наслідок створення табличного представлення процесів у ІТ-проекті можна сформувати діаграму Гантта, яка наочно відображує у графічному вигляді графік робіт ІТ-проекту та визначені ресурси для кожного процесу.

Діаграмою Гантта називаються стовпчасті діаграми, які розповсюджено використовують при проектуванні проектів і за допомогою них проекти набувають графічної сутності.

Діаграма Гантта має вигляд послідовних відрізків. Ці відрізки – це процеси. Залежно від довжини відрізка визначається його тривалість. Оскільки при розробці проекту обрана каскадна модель життєвого циклу ІТ-проекту, то після закінчення одного процесу починається інший.

Біля кожного процесу вказано, які людські ресурси задіяні у його виконанні. Діаграма Гантта зображена на рисунку 3.4.

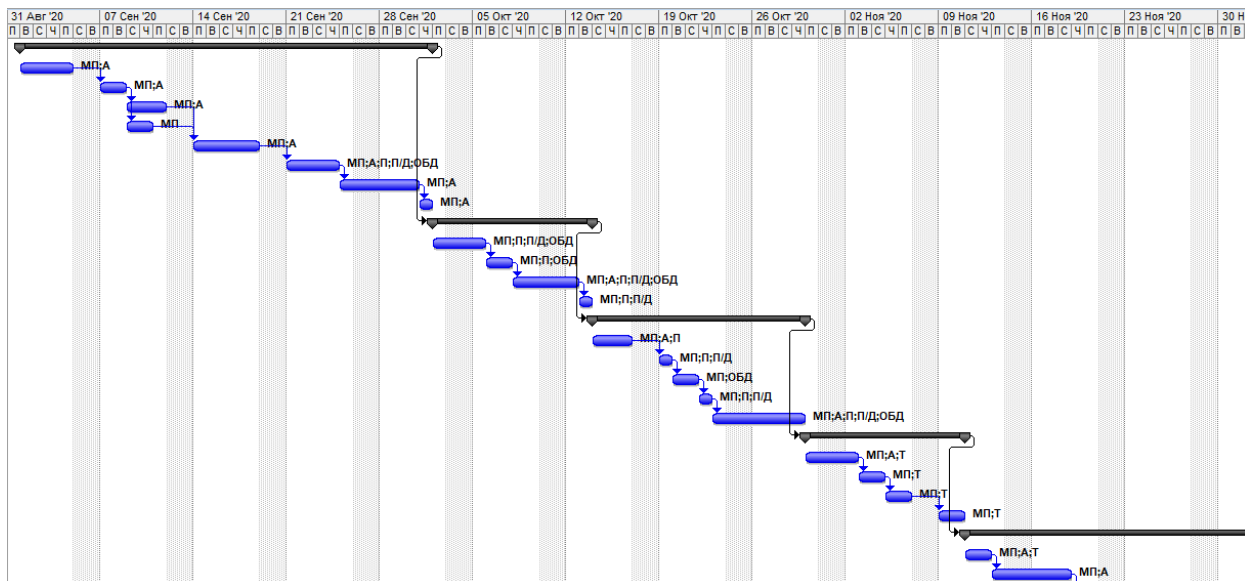


Рисунок 3.4 – Діаграма Гантта для ІТ-проекту

Ризики та невизначені обставини можуть перешкодити виконанню ІТ-проекту в задані раніше тимчасові рамки. За статистикою, яка одержана від різних ІТ компаній світу, можна помітити, що саме ризики несуть найбільші відхилення від часу виконання. Без урахування ризиків, пов'язаних з кожною операцією, багато ІТ-проектів не відповідають раніше запланованим тимчасовим обмеженням. Проблему ризиків дозволяють вирішувати деякі методи, наприклад, такі як метод PERT.

Сутність методу полягає у виставленні трьох оцінок: оптимістичної; песимістичної; найвірогіднішої. Далі використовується формула PERT та

отримується результат, який враховує ризики та намагається показати усереднені дані.

Отже за оптимістичну оцінку буде взято оцінку з діаграми Гантта, що складає 86 днів при урахуванні вихідних. Найімовірнішою оцінкою за діаграмою Гантта взято 92 дні. Песимістичною оцінкою за діаграмою Гантта взято 100 днів.

Ці дані використовуємо у формулі PERT

(3.1)

Отримаємо наступні результати :

92,33 (дні)

Аналіз отриманих результатів показав, що при передбачуваному ході виконання ІТ-проекту з виникненням непередбачених ситуацій, тривалість виконання істотно не збільшиться.

Виходячи з цього можна припустити, що перешкоди на шляху виконання ІТ-проекту, загалом, мають несуттєвий вплив на цей ІТ-проект.

3.3 Визначення критичного шляху ІТ-проекту

При плануванні ІТ-проектів можна виявити, що деякі процеси виконуються паралельно, внаслідок цього існують кілька шляхів проходження графа. У будь-якому ІТ-проекті існують тривалі операції, на які йде вагомий відсоток від усього часу виконання проекту. Такі операції прийнято називати критичними. Зміна початкових або кінцевих термінів операції може привести до суттєвих порушень всього ІТ-проекту.

Критичним шляхом називають послідовність цих габаритних операцій в проекті, що і є тривалістю проекту в цілому. Саме поняття «критичні» в даному випадку не є синонімом найважливіших, хоча дуже часто так і є, що ці критичні операції основоположні у проекті.

Критичний шлях не є постійною величиною. Будь-які зміни у плані проекту відразу можуть вплинути на весь критичний шлях. Критичний час в даному випадку можна назвати запасом або резервом часу. Цей резерв має дві підгрупи: загальний резерв та вільний резерв.

Вільним резервом прийнято вважати час, на який можна відстрочити початок роботи.

Загальний резерв – це час, на який можна відстрочити завдання до завершення проекту.

Критичною є та задача проекту, яка не має резерву. Некритичні задачі – це задачі, у яких є резерви часу і вони можуть обирати початок робіт, але тільки в межах свого резерву.

Щоб отримати критичний шлях ІТ-проекту, було застосоване середовище розробки MS Project 2007. Оскільки для побудови класичної діаграми Гантта вже були зіставлені процеси у програмі, вибирався лише тип відображення критичного шляху. Критичний шлях наведено на рисунку 3.5.

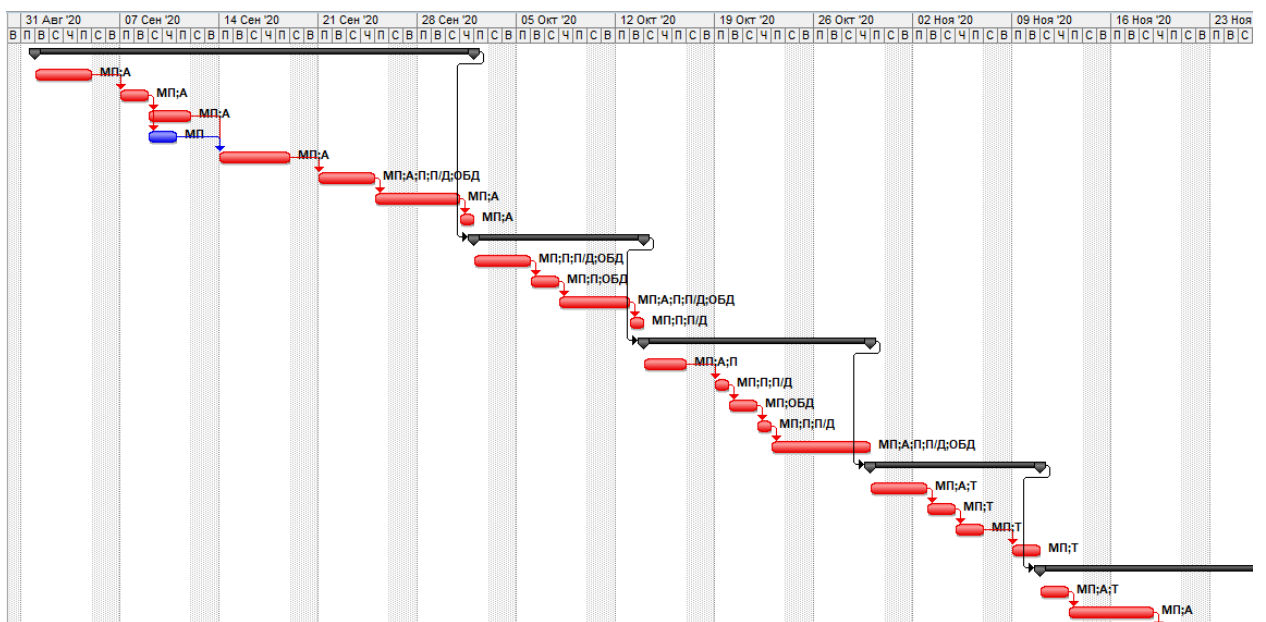


Рисунок 3.5 – Критичний шлях ІТ-проекту

Оскільки в проекті майже всі операції виконуються послідовно, усі процеси позначені червоним кольором, а це означає, що вони вже знаходяться на критичному шляху.

При аналізі критичного шляху можна позначити, що одна операція не є критичною, а саме операція «Розробка дерева цілей». Для усунення простою в роботі на 1 день прийнято рішення про здвиg операції на один день, тобто усунення некритичної операції.

3.4 Опис експерименту з використання модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів

Модифікований метод оцінювання вартості ІТ-проектів було розроблено на підставі проведених досліджень існуючих методів. На основі отриманих результатів досліджень були проведені заходи з експериментального застосування модифікованого методу.

Використовуючи набір даних та алгоритми реалізації методів було проведено експеримент для виявлення ефективності модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проекту.

При проведенні експерименту були використані класичний метод PERT та модифікований метод оцінювання вартості ІТ-проектів.

Як дані були обрані класичні послідовності задач ІТ-проекту. Оцінки створені при суб'єктивному оцінюванні.

Перелік задач ІТ-проекту наведено нижче:

- ініціація проекту;
- постановка задач;
- розробка технічного завдання (ТЗ);
- проектування функціональних частин проекту;
- реалізація функціональних частин проекту;

- тестування;
- завершення проекту.

Після надання переліку задач ІТ-проекту були розроблені оцінки до кожної задачі. Оцінки наведено у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Оцінки до кожної роботи

Номер роботи	Назва роботи	Оптимістична оцінка	Песимістична оцінка	Найбільш ймовірна оцінка	Кінцевий результат
1	Ініціація проекту	300	500	450	433,33
2	Постановка задач	350	500	400	408,33
3	Створення ТЗ	180	250	200	205
4	Проектування функціональних частин	600	800	680	686,66
5	Реалізація функціональних частин	1000	1200	1100	1100
6	Тестування	600	750	650	658,33
7	Завершення проекту	200	300	220	230
Кінцева сума					3721,65

За класичним методом PERT отримані наступні результати. Загальна сума становить 3721.65 умовних одиниць.

При застосуванні модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проекту виникає потреба у використанні додаткової змінної від експертів. Назва змінної – коефіцієнт унікальності операції. Цей коефіцієнт відображує, наскільки операція нова у виконванні.

Так, наприклад, якщо операція являє собою стандартну операцію без суттєво новаторських частин, то коефіцієнт унікальності буде зміщено в межі до 1, адже виконується напрацьована діяльність. При достатньому рівні новизни коефіцієнт буде зміщуватися вище 1, тим самим відображаючи, що виконання операції не є типовим.

Для виконання такого проекту буде потрібно виділити більше матеріальних ресурсів.

При використанні модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проекту отримані наступні результати, які наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Оцінки та коефіцієнт унікальності до кожної роботи

Номер роботи	Назва роботи	Оптимістична оцінка	Песимістична оцінка	Найбільш ймовірна оцінка	Коефіцієнт унікальності
1	Ініціація проекту	300	500	450	0,95
2	Постановка задач	350	500	400	1,02
3	Розробка ТЗ	180	250	200	0,98
4	Проектування функціональних частин	600	800	680	1,02
5	Реалізація функціональних частин	1000	1200	1100	1,01
6	Тестування	600	750	650	0,98
7	Завершення проекту	200	300	220	1

Процес виставлення коефіцієнту відрізняється гіперчутливістю. Невірне встановлення цього коефіцієнту веде до спотворення результатів за усіма стадіями ІТ-проекту.

Результати порівняння методу PERT та розробленого в атестаційній роботі модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проекту наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Порівняння результатів

Номер роботи	Назва роботи	Результат PERT	Результат модифікованого
1	Ініціація проекту	433,33	411,66
2	Постановка задач	408,33	416,49
3	Розробка ТЗ	205	200,9
4	Проектування функціональних частин	686,66	700,39
5	Реалізація функціональних частин	1100	1111
6	Тестування	658,33	645,16
7	Завершення проекту	230	230

Кінцева сума	3721,65	3715,60
--------------	---------	---------

Проведений аналіз результатів порівняння методів показав, що при встановленні коефіцієнту унікальності операції k були виділені операції, на які будуть зменшені грошові витрати, та виділені операції, на які потрібні додаткові грошові витрати.

Отриманий результат складає 3715,60 умовних одиниць, що на 6.05 умовних одиниць менше, чим при розрахунку за допомогою методу PERT.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок щодо модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проекту, тобто використання цього методу є доцільним як експериментального методу або альтернативного для порівняння результатів.

Головною проблемою при використанні розробленого методу стає визначення коефіцієнту унікальності операції.

Помилкове визначення цієї змінної може спотворити кінцеві результати проекту.

Розроблений модифікований метод оцінювання вартості ІТ-проектів може застосовуватися у ІТ-компаніях проектними менеджерами, але оскільки існують проблеми розрахунку не тільки грошових потоків, то метод знайде застосування у інших галузях діяльності.

4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ІТ-ПРОЕКТІВ

4.1 Опис системного програмного забезпечення

Для реалізації програмного продукту оцінювання вартості ІТ-проектів була обрана мова JavaScript. JavaScript – мультіпарадігменна мова програмування, яка підтримує об'єктно-орієнтований, імперативний і функціональний стилі.

JavaScript прийнято використовувати як вбудовану мову для програмного зв'язку між об'єктами. JavaScript набув широкого застосування при роботі у браузерях і виступає як мова сценаріїв для інтерактивності web-сторінок.

Серед основних рис цієї мови можна визначити наступні:

- динамічна типізація;
- автоматичне керування пам'яттю;
- протипне програмування.

За допомогою web-додатку phpMyAdmin виконується робота з базою даних. Він представляє користувальницький web-інтерфейс для взаємозв'язку з системою управління базами даних (СУБД) MySQL.

Особливістю phpMyAdmin є можливість використання СУБД MySQL без безпосереднього введення SQL команд, тим самим надаючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Оскільки програмний додаток являє собою web-сайт, то не має різниці, якою ОС буде користуватись кінцевий користувач.

Серед десктопних ОС можна виділити Windows 10, MacOS та Linux.

Мобільні ОС по типу IOS та Android можуть використовуватись при роботі з програмним забезпеченням, оскільки мають можливість роботи з web-інтерфейсом.

4.2 Опис програмної реалізації

Розроблене програмне забезпечення є web-додатком для демонстрації робіт з оцінювання вартості IT-проектів.

На початку роботи із програмним продуктом для користувача розроблена початкова сторінка інформації про застосований модифікований метод, а саме початковий опис та математична формула, за якою виконується розрахунки.

На верхній частині програмної сторінки знаходяться пункти меню, за допомогою яких можна переміщуватися за розділам сайту, таким як:

- проекти (які в даний час проходять оцінювання);
- виконані проекти;
- інформація про метод оцінювання вартості IT-проекту.

Екранна форма сторінки метода представлена на рисунку 4.1.

При виборі пункту «Проекти» користувач переходить до сторінки проектів, які потребують оцінювання або знаходяться в фазі оцінювання.

Екранна форма сторінки проектів наведена на рисунку 4.2.

При виборі пункту «Проект № 1» користувач переміститься до сторінки цього проекту, на якій знаходяться оцінювані задачі та поля, в яких встановлюються оцінки вартості. В даному випадку наведено повністю не оцінений проект. Екранна форма сторінки «Проект № 1» наведена на рисунку 4.3. При повертанні на сторінку «Проекти» та виборі пункту «Проект № 2» користувач переміститься до сторінки цього проекту. В даному випадку проект №2 має виставлені оцінки для 1-го процесу і наглядно демонструє можливість редагування поставлених раніше оцінок. Екранна форма сторінки «Проект № 2» наведена на рисунку 4.4. Якщо користувач обере пункт меню «Виконанні проекти» він переміститься на сторінку виконаних проектів і зможе обрати будь який для перегляду.

Екранна форма сторінки «Виконані проекти» наведено на рисунку 4.5

Me.tods

[Проекти](#)[Виконані проекти](#)[Інформація про метод](#)

Метод оцінювання вартості на основі методу PERT

На данному сайті використовується модифікований метод PERT. Сутність модифікації методу є впровадження в класичний вид методу PERT додаткової змінної званої коефіцієнт унікальності роботи який формується на основі методу за аналогією. Це дасть можливість отримання додаткової точності при оцінюванні вартості окремо взятих завдань і всього проекту в цілому. Таким чином планується підвищення точності одержуваних вартісних показників. Формула за якою виконується обчислення знаходиться на рисунку 1.1.

$$T_e = \frac{1}{6}(T_0 + 4T_m + T_p) \times k$$

T_e – кінцеві значення вартості

T_0 – оптимістичні значення вартості

T_m – найвірогідніші значення вартості

T_p – песимістичні значення вартості

k – коефіцієнт унікальності операції

Рисунк 1.1

Рисунок 4.1 – Екранна форма «Інформації про метод»

Me.tods

[Проекти](#)[Виконані проекти](#)[Інформація про метод](#)

Проекти

[Проект № 1](#)..... від 02.04.20р.

[Проект № 2](#)..... від 11.06.20р.

[Проект № 3](#)..... від 01.09.20р.

Рисунок 4.2 – Екранна форма сторінки «Проекти»

Me.tods

[Проекти](#)[Виконані проекти](#)[Інформація про метод](#)

Проект №1

Назва етапу	Оптимістичні оцінки	Песимстичні оцінки	Найвірогідні	Коефіцієнт унікальності операції	Вартість
Попереднє обстеження Додаткова інформація щодо об'єкту автоматизування	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	NULL
Формування вимог до проекту	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	NULL
Створення статуту	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	NULL

Рисунок 4.3 – Екранна форма сторінки «Проект № 1»

Me.tods

[Проекти](#) [Виконані проекти](#) [Інформація про метод](#)

Проект №2

Назва етапу	Оптимістичні оцінки	Песимстичні оцінки	Найвірогідні	Коефіцієнт унікальності операції	Вартість
Попереднє обстеження	200 <input type="text"/>	300 <input type="text"/>	220 <input type="text"/>	1.01 <input type="text"/>	232.3

Рисунок 4.4 – Екранна форма сторінки «Проект № 2»

Me.tods

[Проекти](#) [Виконані проекти](#) [Інформація про метод](#)

Виконані проекти

[Проект № 5](#) завершено 01.03.19р.

[Проект № 6](#) завершено 05.06.19р.

[Проект № 7](#) завершено 02.07.19р.

Рисунок 4.5 – Екранна форма сторінки «Виконані проекти»

На даній екранній формі відображений список усіх проектів, які були виконанні раніше. До кожного проекту наведено дату, коли проект було завершено.

Екранна форма сторінки «Проект № 5» наведено на рисунку 4.6.

Me.tods

[Проекти](#)[Виконані проекти](#)[Інформація про метод](#)

Виконаний проект №5

Назва етапу	Оптимістичні оцінки	Песимстичні оцінки	Найвірогідні	Коефіцієнт унікальності операції	Вартість
Попереднє обстеження	800 грн.	1050 грн.	950 грн.	1.03	969.92 грн.
Формування вимог до проекту	400 грн.	530 грн.	490 грн.	1.02	491.30 грн.
Створення статуту	1800 грн.	2250 грн.	2000 грн.	1.07	2148.92 грн.
Розробка дерева цілей	910 грн.	1180 грн.	1070 грн.	1.02	1082.90 грн.

Рисунок 4.6 – Екранна форма сторінки «Проект № 5»

4.3 Опис комплексу технічних засобів

Для функціонування програмного продукту, який реалізує розроблений метод, постає необхідність у сервері, на якому зберігаються дані для вирішення задачі оцінювання вартості ІТ-проекту.

Для роботи з сервером необхідно обладнання із сторони користувача.

Сутністю функціонування клієнт-серверної архітектури, яка була запропонована для реалізації програмного продукту, є те, що користувач за допомогою персонального комп'ютера, планшету або мобільного телефону може отримувати доступ до збережених серверних даних.

Зі сторони користувачів технічне забезпечення передбачає наявність персонального пристрою з підключенням до Internet.

Обслуговуванням фізичної складової серверів займається хостинг-компанія.

Обслуговування фізичною складовою стаціонарних комп'ютерів компанії займається системний адміністратор або спеціаліст підтримки корпоративних мереж.

Для використання web-додатку потрібна корпоративна мережа з захищеним доступом до Internet.

4.4 Аналіз практичного використання модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів

В ході виконання MAP було розроблено програмне забезпечення, яке виконує автоматизовану реалізацію алгоритму модифікованого методу оцінювання ІТ-проектів.

Створений програмний додаток виконує головну функцію оцінювання за описаним методом.

Проаналізувавши розроблене програмне забезпечення, виділимо його переваги:

- програмне забезпечення інтуїтивно зрозуміле в використанні;
- функціонування методу є автоматизованим.

Але під час програмної реалізації розробленого методу були виявлені такі недоліки, як гіперчутливість до некоректно виставленого коефіцієнта унікальності операції. При похибках при заданні коефіцієнта унікальності операції модифікований метод веде до необоротних наслідків та створює проблему зайвого переоцінювання. У цьому випадку отримання неправильних даних може відбуватися на усіх етапах ІТ-проекту.

Аналіз програмної реалізації модифікованого методу оцінювання ІТ-проектів показав, що розроблене програмне забезпечення вийшло успішним. Воно реалізує головну функцію та частково задовольняє усім поставленим вимогам.

Подальша модифікація методу та розширення його функціональних можливостей із включенням альтернативних методів потенційно обґрунтована.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської атестаційної роботи було здійснено дослідження методів оцінювання вартості ІТ-проектів та проведена розробка модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.

Під час виконання магістерської атестаційної роботи були здійснені роботи з встановлення актуальності дослідження, проведено аналізи популярних існуючих методів оцінювання вартості проектів, виділена і сформована мета розробки модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів.

На підставі отриманих даних досліджень за кожним із розглянутих методів був розроблений модифікований метод оцінювання вартості ІТ-проектів. Описана сутність роботи модифікованого методу та розроблено його алгоритм.

Для підтвердження ефективності модифікованого методу оцінювання вартості ІТ-проектів було проведено експеримент з оцінювання декількох стандартних етапів будь-якого проекту та проведено порівняння модифікованого методу та класичного методу PERT.

У подальшому було створено програмне забезпечення, в якому наочно видна працеспроможність методу в умовах, близьких до реальних.

Основною сферою застосування даного методу є ІТ-компанії, даний модифікований метод повинен додати більшої гнучкості при роботі проектних менеджерів та бізнес-аналітиків в цих компаніях.

Слід додати, що завдяки універсальності початкового методу PERT, даний метод при необхідності аналізу та прогнозування може використовуватися у різних галузях.

Взявши до уваги отримані дані, доцільно продовжити дослідження у напрямку оцінювання та розробки додаткових модифікацій існуючих методів для створення комплексного програмного забезпечення.

Найбільш перспективною ланкою розвитку даної модифікації є впровадження штучного інтелекту, та за допомогою машинного навчання створення єдиної бази знань, яка б змогла позбавити експертів від виставлення нового коефіцієнту унікальності операції, тим самим зменшити вплив людського фактору.

Аналіз розробки показав, що дослідження та модифікація успішно реалізувались у вигляді програмного додатку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008:2015. Державний стандарт України. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
2. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення магістерської атестаційної роботи за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки (освітня програма «Управління проектами в галузі інформаційних технологій» освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр») / Упоряд.: Петров К.Е., Левикін В.М., Чалий С.Ф., Євланов М.В., Саєнко В.І., Міхнов Д.К., Міхнова А.В., Чала О.В. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 24 с.
3. Joseph W. Weiss, Ph.D, Robert K. Wysocki 5 - PHASE PROJECT MANAGEMENT A PRACTICAL PLANNING & IMPLEMENTATION GUIDE / – Cambridge, Massachusetts, 1992. – 117 с. – (Perseus Books Publishing, L.L.C).
4. Волков И.М., Грачева М.В. Проектный анализ: Учебник для вузов. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 423 с.
5. Разу М.Л., Воропаев В.И., Якутин Ю.В. и др. Управление программами и проектами: 17-ая модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 8. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 320 с.
6. Предпроектное обследование при разработке информационной системы. URL: <https://habr.com/ru/post/432844/> (дата звернення: 07.11.2020).
7. Теоретические и методологические основы оценки ИТ-стартапа // Трейбач Евгения Львовна, Макашова Вера Николаевна. – 2014. URL: <http://portalnp.ru/2014/07/2173> (дата звернення: 10.11.2020)
8. Евланов М. В. Модели, методы и информационная технология разработки архитектуры сложных информационных систем на основе

функциональных требований : дис. докт. техн. наук : 122 «Компьютерные науки / Евланов Максим Викторович – Харьков, 2016. – 429 с.

9. Чусавитина Г.Н., Макашова В.Н. Управление проектами с использованием MicrosoftProject : учеб. пособие. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный университет, 2009. – 196 с.

10. Ершов С.В. Управление проектами и программами. Конспект лекций. – Архангельск: САФУ. 2015 – 226 с.

11. Как избежать неправильного оценивания проектов URL: <https://dou.ua/lenta/articles/accurate-estimation/> (дата звернення: 10.10.2020).

12. Методы планирования стоимости проекта // Таурион URL: <http://www.taurion.ru/project/13/1> (дата звернення: 02.09.2020).

13. Майк Кон. Agile. Оцінка і планування проектів / Майк Кон., 2018. – 418 с.

14. Спиридонова Е.А. Оцінка вартості бізнесу. Підручник і практикум для бакалаврату та магістратури / Е.А. Спиридонова, 2016. – 317 с.

15. Мінько Е. В. Мінько А. Е. Зав'ялов Про А. Оцінка ефективності комерційних проектів. Навчальний посібник / Мінько Е. В. Мінько А. Е. Зав'ялов Про А., 2014. – 368 с.

16. Вольфсон Б. Л. Гибкое управление проектами и продуктами / Вольфсон Б. Л.. – Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2017. – 144 с.

17. Оценка стоимости проекта / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге, А.В. Полковников. – 2017. URL: <http://econom-lib.ru/7-93.php> (дата звернення: 07.11.2020).

18. Управление стоимостью проекта // Инфотех. URL: <https://sites.google.com/site/infodambueva/obespecenie-proektnoj-deatelnosti/upravlenie-stoimostu-proekta> (дата звернення: 14.09.2020).

19. Оценка стоимости проекта и составление бюджета // Московская Академия Предпринимательства при Правительстве Москвы. – 2016. – URL: <https://studfile.net/preview/5255705/page:15/> (дата звернення: 14.11.2020).

20. Клиффорд Ф. Грей. Управление проектами / Клиффорд Ф. Грей, Эрик У. Ларсон. – Москва, 2003. – 528 с. – (Дело и Сервис).
21. Стэнли Э. Портни. Управление проектами для "чайников" / Стэнли Э. Портни., 2006. – 368 с. – (Диалектика).
22. Scott Berkun. The Art of Project Management / Scott Berkun., 2006. – 400 с. – (O'Reilly Media).
23. Gregory M. Horine. Project Management Absolute Beginner's Guide / Gregory M. Horine., 2017. – 448 с. – (Que Publishing).
24. Том ДеМарко. Deadline. Роман об управлении проектами / Том ДеМарко., 2010. – 352 с. – (Манн, Иванов и Фербер).
25. Бодунов Б.Д. Лекция 6 - Управление стоимостью проекта / Б.Д. Бодунов. URL: http://master.cmc.msu.ru/files/bodunov2014_lecture_06.ppt (дата звернення: 21.10.2020).
26. Методы планирования стоимости проекта URL: https://studref.com/336164/informatika/metody_planirovaniya_stoimosti_proekta#475 (дата звернення: 21.10.2020)
27. Богданов В. Управление проектами в Microsoft Project 2007. Учебный курс / Богданов В. – Санкт-Петербург, 2004. – 592 с. – (ПИТЕР).
28. Пикулев Е. Управление стоимостью проекта с использованием метода освоенного объема / Евгений Пикулев URL: http://gibtech.ru/file/vebinars/upravlenie_stoimost_yu_proekta.pdf (дата звернення: 20.10.2020).
29. Практические аспекты управления стоимостью и финансированием проекта, 2014. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14129> (дата звернення: 02.12.2020).
30. Павлова В.А., Губарев Р. В. Система управління конкурентоспроможністю підприємства / В.А. Павлова, Р. // Європейський вектор економічного розвитку. 2014. № 2 (17) – С. 168-176
31. Репіна І.М. Управління процесом активації економічних ресурсів задля забезпечення конкурентних переваг підприємств / І. М. Репіна // Вісник

Криворізького економічного інституту КНУ : зб. наук. пр. ; № 2. – Кривий Ріг : КНУ, 2013. – С. 24–30

32. Позняк С. В. Управління вартістю та конкурентоспроможністю підприємства задля забезпечення його стійкого розвитку / С. В. Позняк, С. С. Данильченко. – 2015. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4611> (дата звернення: 03.09.2020).

33. Загальні поняття управління вартістю URL: https://stud.com.ua/78325/ekonomika/zagalni_ponyattya_upravlinnya_vartistyu (дата звернення: 017.09.2020).

34. Оцінка вартості проекту URL: https://pidru4niki.com/87722/menedzhment/otsinka_vartosti_proektu (дата звернення: 25.10.2020).

35. Как обеспечить успех проекта. Цена компетентности. Методология трехточечной оценки проектов URL: <https://tqm.com.ua/likbez/article/trehtocheynaya-ocenka> (дата звернення: 17.10.2020).

36. Планування вартості проекту URL: <https://studentbooks.com.ua/content/view/1313/42/1/2/> (дата звернення: 30.09.2020).

37. Ноздріна Л. В. Управління проектами / Л. В. Ноздріна, В. І. Ящук, О. І. Полотай. – Київ, 2010. – 432 с. – (Центр учбової літератури).

38. Гонтарева І. В. Управління проектами / І. В. Гонтарева. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2011. – 9 с

39. Ульянченко О. В. Управління проектами / О. В. Ульянченко, П. Ф. Цигікала. – Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2010. – 522 с.

40. Рентабельность IT проекта. URL: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/rentabelnost-it-proyekta.html> (дата звернення: 26.10.2020).

41. Методи та способи управління проектами у сфері IT URL: <https://it-consulting.com.ua/metodi-ta-sposobi-upravlinnya-proektami/> (дата звернення: 15.11.2020).

42. Якимчук В. С. Засоби планування та реалізації ІТ-проектів : дис. канд. техн. наук : 122 «Комп'ютерні науки / Якимчук В. С. – Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 52 с
43. Волков И. М. Проектный анализ: Учебник для студентов вузов. / И. М. Волков, М. В. Грачева. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 424 с.
44. Словник-довідник з питань управління проектами / Укл. С. Д. Бушуєв. – К. : Вид. дім «Деловая Украина», 2001. – 640 с.