

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

«Дослідження моделей та методів моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів»

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи УПГІТм-20-1

Самохвалов В.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. Петров К.Е.

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

Петров К.Е.
(прізвище, ініціали)

2021 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____

Кафедра _____ Інформаційних управляючих систем _____

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)

« _____ » _____ 20 ____ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ Самохвалову Василю Олександровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження моделей та методів моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів

листопада 2021 р. № 1646Ст

3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації та інтернет джерела з тематики атестаційної роботи

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: дослідити особливості моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів; дослідити існуючі методи та моделі моніторингу виконання робіт у процесі розробки ІТ-проектів; розробити новий метод моніторингу виконання робіт; провести апробацію розробленого методу моніторингу виконання робіт при реалізації ІТ-проекту.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на атестаційну роботу	08.11.2021	
2	Аналіз літератури та Інтернет-джерел	08.11.2021-09.11.2021	
3	Дослідження сучасного стану вирішення проблеми	1.11.2021	
4	Формування проблеми	.11.2021	
5	Постановка задачі	.11.2021	
6	Формування критеріїв ефективного моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів	.11.2021	
7	Аналіз підходів до моніторингу виконання робіт	.11.2021	
8	Дослідження методів оцінки ефективності роботи моніторингу виконання робіт	.11.2021	
9	Дослідження існуючих методів моніторингу виконання робіт	.2021	
10	Розробка методу моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проекту	.2021	
11	Апробація отриманих результатів	.2021	
12	Написання пояснювальної записки	.2021-07.12.2021	
13	Підготовка презентації	08.12.2021	
14	Надання роботи для перевірки на плагіат	09.12.2021	
15	Надання роботи на підпис науковому керівникові	09.12.2021	
16	Надання роботи на рецензію	10.12.2021	
17	Надання підписаної завідувачем кафедри роботи в ЕК	10.12.2021	
18	Захист	13.12.2021	

листопада 2021 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Петров К.Е.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить: 88 с., 4 розділи, 44 рис., 7 табл., 31 джерело.

АНАЛІЗ ДАНИХ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА, МОНІТОРИНГ, НЕЗАВЕРШЕНА РОБОТА, СІТКОВИЙ ГРАФІК, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ, СТАНДАРТИ МОНІТОРИНГУ, УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Об'єктом дослідження є процес виконання комплексу робіт при розробці ІТ-проектів.

Предметом дослідження є моделі та методи моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів.

Метою досліджень є дослідження та розробка актуальних методів та моделей моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проекту, дослідження впливу моніторингу на об'єми незавершених робіт з проекту та контроль термінів їх виконання.

Практична значимість роботи полягає у підвищенні моніторингу виконання робіт, контролю обсягу незавершених робіт та термінів їх виконання.

В результаті роботи було розроблено метод моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проекту, що спеціалізується на контролі обсягу незавершених робіт. Отримані результати можна використовувати для подальшої оптимізації та практичній реалізації розробленого підходу та інших наукових досліджень. У роботі були використані наступні методи дослідження: загальнонаукові (аналіз і синтез, індукція, узагальнення, аналітичний, формалізація, класифікація, порівняльний), системного аналізу, порівняння, логічного узагальнення результатів.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work contains: 88 pages, 4 sections, 44 pictures, 7 tables, 31 sources.

CRITIQUE PATH, DATA ANALYSIS, INTELLIGENT SYSTEMS, MONITORING, MONITORING STANDARDS, PROJECT MANAGEMENT, SYSTEM ANALYSIS, UNFINISHED TASKS

The object of research is the process of process of performing a set of works in the development of IT projects.

The subjects of research are models and methods of monitoring the implementation of work in the development of IT projects.

The purpose of the research is to study and develop current methods and models of monitoring the performance of work in the development of IT projects, study the impact of monitoring on the volume of work in progress and control the timing of their implementation. The practical significance of the work is to increase the monitoring of work performance, control of the volume of work in progress and deadlines.

As a result of the work, a method was developed to monitor the performance of work in the development of an IT project specializing in the control of the volume of work in progress. The obtained results can be used for further optimization and practical implementation of the developed approach and other research. The following research methods were used in the work: general scientific (analysis and synthesis, induction, generalization, analytical, formalization, classification, comparative), system analysis, comparison, logical generalization of results.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Аналіз предметної області та постановка задачі дослідження.....	10
1.1 Методи планування процесу виконання робіт з проекту	10
1.2 Суть мережевих методів планування та управління	11
1.3 Мережеві методи планування в управлінні проектами.....	14
1.4 Постановка задачі.....	16
2. Особливості моделі управління при розробці ІТ-проектів.....	18
2.1 Особливості мережевого планування в умовах невизначеності	18
2.2 Аналіз системи моніторингу в управлінні ІТ-проектами	25
2.3 Розподіл ресурсу на мережі	31
3. Дослідження реалізації проекту у вигляді ІС.....	45
3.1 Характеристики CASE технологій	45
3.2 Дослідження методології функціонального моделювання IDEF0.....	50
3.3 Дослідження особливостей моделювання процесів в нотації DFD	55
4. Апробація результатів дослідження.....	59
4.1 Розв'язування прикладної задачі моніторингу виконання робіт з ІТ-проекту	59
Висновки	69
Перелік джерел посилання	71
Додаток А Графічний матеріал.....	75

ВСТУП

Актуальність роботи. Планування й управління комплексом робіт щодо проекту – актуальне та складне завдання. Оцінка часових і вартісних параметрів функціонування системи, що здійснюється в рамках цього завдання, проводиться різними методами. Серед наявних велике значення має метод мережевого планування. Воно дає змогу пов'язати виконання різних робіт і процесів у часі, отримавши прогноз загальної тривалості реалізації всього проекту.

Будь-який проект являє собою комплекс цілеспрямованих і взаємозалежних робіт, для виконання яких виділяються необхідні ресурси й установлюються певні терміни. Процес управління проектом, починаючи від етапу передпроектних досліджень (генерації, аналізу та відбору ідей) до етапу закриття проекту, є застосування методології системного аналізу до діяльності, спрямованої на досягнення реальних змін на краще. Ефективне управління проектом потребує урахування й оптимізації психологічних, економічних, фінансових, технологічних, екологічних, організаційних, юридичних та інших факторів.

Уперше процесом календарного планування та впорядкування почали займатися американські вчені Р.В. Конвей, В.Л. Максвелл, Л.В. Миллер. Серед українських дослідників можна виділити праці О.О. Карагодової, В.Р. Кігель, В.Д. Рожок.

Метою роботи є дослідження моделей та методів моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- 1) розкрити теоретико-методологічні засади управління ІТ-проектами;
- 2) провести аналіз особливостей моделі управління при розробці ІТ-проектів;

3) дослідити існуючі методи моніторингу виконання робіт у процесі розробки ІТ-проектів;

4) розробити методу моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів;

5) реалізувати запропонований метод моніторингу виконання робіт проекту у вигляді модуля ІС;

6) провести апробацію розробленого методу моніторингу виконання робіт при реалізації ІТ-проекту.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Методи планування процесу виконання робіт з проекту

Під час побудови будь-якого складного проекту завжди була потреба у визначенні методів для планування та відстеження статусу робіт з проекту, список яких складається під час структурного та функціонального аналізу системи, що розроблюється. Найпростішими методами відстеження є лінійні діаграми, таблиці трудових витрат, витрат ресурсів, терміни для кожної з робіт що виконується та проекту вцілому; фінансові таблиці, графіки. Правильне використання кожного з цих методів дозволяє отримати якісну оцінку корисності робіт, що виконуються, на базовому рівні, який може бути незадовільним для сучасних стандартів контролю та проведення робіт.

Більш сучасними та продвинутими є комплексні вирішення: різні методи дослідження операцій, що виконуються, методи мережевого аналізу(критичного шляху), аналізу і оцінки програм – PERT, переваги якого розкриваються при використанні для досягнення цілей проекту, що пов'язані з фактором невизначеності, є менш детермінованими.

Мережа передування є найпростішим методом візуалізації операцій, що виконуються паралельно.

Використовування методів критичного шляху підходить для використання у випадках, коли заздалегідь можна досить точно оцінити тривалість робіт. Метод PERT підходить аналізу робіт, для яких оцінки витрат та часу виконання носять більш імовірносний характер. Ключовим фактором використання обох методів є статуси завершення усіх робіт, що передують тій, для якої проводиться аналіз.

Альтернативою можна вважати метод GERT, що дозволяє планувати терміни виконання та витрати у ситуаціях, коли для завершення проекту в цілому не обов'язкове виконання повного списку робіт, що були означені на

початку розробки. Цей метод дозволяє використовувати моделювання різних ситуацій з ціллю отримання даних для побудови оцінок імовірнісних реалізацій подій, що можуть статися під час роботи над проектом.

1.2 Суть мережевих методів планування та управління

Одними з перших методів планування та управління є плани-графіки, які використовувались для моніторингу виконання виробничих процесів. Використовувались як лінійні, так і стрічкові графіки, на яких, за допомогою орієнтованих осей, можна побачити відносини часу до масштабів виконання робіт. Такі лінійні графіки доцільно використовувати на короткострокових проектах або для оперативного планування виробничої діяльності та масштабів. Простота побудови та використання таких методів має недолік у кількості інформації, що може бути відображена з їх допомогою. Подібні системи не вміщують у собі інформації, з допомогою якої можна було б зв'язати взаємозв'язки окремих робіт у загальну систему або процес досягнення запланованих кінцевих цілей підприємства.

Наступним важливим кроком можна вважати побудову та використання мережевого планування, що вже може служити достатньою основою для подальших економічних та математичних розрахунків, аналітики прийнятих рішень та побудови майбутніх стратегічних планів.

Під мережевим плануванням прийнято розуміти графічне зображення певного комплексу виконуваних робіт, що відображає їх логічну послідовність, існуючу взаємозв'язок і плановану тривалість, і забезпечує подальшу оптимізацію розробленого графіка на основі економіко-математичних методів і комп'ютерної техніки з метою його використання для поточного управління ходом робіт.

Саме тому більш сучасні підходи дозволяють не лише візуалізувати процес виконання робіт та побудову майбутніх схем виконання, а й використовувати для моделювання, аналізу та оптимізації проектів для виконання більш складних та комплексних об'єктів, розробок і т.д.

Мережева модель комплексу будується у вигляді орієнтованого графа, вершини та зв'язки між якими використовуються для опису технологічних та проектних робіт і етапів, що повинні бути виконані у процесі розробки ІТ-проекту. Найкраще дана модель показує себе при використанні на складних виробничих робіт, коли важливо відобразити усю широку кількість економічних систем та робіт, що пов'язані між собою.

Використання отриманого об'єму інформації не обмежено плануванням довгострокових робіт. Даний метод добре підходить для поточної координації між керівниками та безпосередніми виконавцями з ціллю гнучкої зміни порядку або термінів виконання.

Використання мережевого планування в сучасному виробництві допомагає досягти наступних стратегічних та операційних цілей:

- 1) розумно обирати цілі розвитку кожного підрозділу підприємства з урахуванням існуючих вимог ринку та запланованих кінцевих результатів;
- 2) чітко визначені деталізовані завдання на основі їх зв'язку з однією стратегічною метою в плановому періоді для всіх підрозділів і служб підприємства;
- 3) залучення до основних етапів майбутньої роботи майбутніх безпосередніх виконавців з виробничим досвідом і високої кваліфікації;
- 4) більш ефективний розподіл і раціональне використання обмежених ресурсів на підприємстві;
- 5) прогнозувати хід основних етапів критично важливої роботи та своєчасно приймати планові та управлінські рішення, необхідні для коригування термінів;

6) проведення багатоваріантного економічного аналізу різноманітних технологічних приймачів та послідовних способів виконання робіт для досягнення запланованих результатів, а також розподілу ресурсів;

7) необхідно коригувати графік роботи з урахуванням зовнішнього середовища, внутрішнього середовища та інших змін ринкової кон'юнктури;

8) використовувати сучасні комп'ютерні технології для обробки великих масивів довідкової та нормативної інформації, виконання поточних розрахунків, створення мережевих моделей;

9) своєчасно отримувати необхідні планові дані про фактичний хід, витрати та результати виробництва;

10) забезпечення взаємодії довгострокової загальної стратегії в процесі планування та управління з конкретними короткостроковими цілями підприємства.

Отже, використання системи мережевого планування сприяє розробці оптимального варіанту стратегічного плану розвитку підприємства, що є основою для оперативного управління робочим комплексом під час його реалізації. Основним плановим документом у цій системі є мережевий розклад, або просто мережа, що є інформаційно-динамічною моделлю, що відображає всі логічні зв'язки та результат роботи, проведеної для досягнення кінцевої мети стратегічного планування. Мережевий графік з необхідним рівнем деталізації показує, які роботи, в якій послідовності та в який час необхідно виконати, щоб забезпечити завершення всіх заходів не пізніше зазначеного або запланованого періоду.

Основою мережевого моделювання є подання запланованого комплексу робіт у вигляді цілеспрямованого графіка. Граф — це умовна діаграма, що складається із заданих точок (вершин), які з'єднані певною системою прямих. Сполучні відрізки вершин називають ребрами графа (дуги). Орієнтований — це графік, у якому стрілки вказують напрямок усіх його ребер або дуг. Графіки називаються картами, лабіринтами, мережами та

діаграмами. Вивчення цих схем здійснюється методами теорії, яку називають «теорією графів». Він працює з такими поняттями, як контури, тощо.

Стежка – це послідовність дуг або робіт, де кінець кожного попереднього відрізка збігається з початком наступного.

Контур означає кінцевий шлях, в якому початкова вершина або подія збігається з кінцевою. Іншими словами, мережевий граф — це орієнтований граф без контурів, дуг чи ребер, які мають одну чи декілька числових характеристик. Ребра в колоні вважаються роботою, а борода – подіями.

Роботи - це будь-який виробничий процес або інша дія, що веде до досягнення певних результатів, подій. Роботу слід розглядати як можливе очікування початку подальших процесів, пов'язаних із перервами чи додатковими витратами часу.

Події є кінцевим результатом попередньої роботи. Подія відображає факт роботи, уточнює процес планування, виключає можливість різної інтерпретації різних процесів і результатів. На відміну від роботи, вона зазвичай має тривалість, подія — це лише момент завершення запланованої дії, наприклад, вибір мети, складання плану, виготовлення товару, оплата продукції, надходження грошей. тощо Події можуть бути початковими чи початковими, кінцевими чи кінцевими, простими чи складними, а також проміжними, попередніми чи наступними тощо.

1.3 Мережеві методи планування в управлінні проектами

Важливими елементами управління проектами є своєчасна та точна підготовка матеріалів проекту, початкові умови проекту, обмеження та вимоги, види підтримки проекту, методи та прийоми управління проектом.

Мережні методи управління проектами - Методи, що включають плани розробки проекту на окремих етапах (роботах, етапах), контроль їх

відповідності, а також усунення відхилень від планів для оптимізації часу виконання проекту.

Для невеликих і простих проектів найкраще використовувати діаграми Ганта, великомасштабні – складні методи управління мережами, найпопулярнішими з яких є Програма оцінки та огляду (PERT) і Метод критичного шляху (CPM).

Діаграма Ганта (названа на честь американського інженера Генрі Ганта) являє собою таблицю зі стовпцями. У лівій колонці показано об'єкт, який потрібно виміряти. Інші стовпці відповідають одиницям часу (години, дні, тижні). У верхній лівій частині колонок введіть число, що вказує на плановий обсяг робіт, а праворуч - загальний підсумок планів, розрахований з початку колонки.

Методи CPM і PERT аналізують проекти для планування етапів проекту. Рис. 1 загалом показано основні етапи реалізації цих методів. Перший етап визначає окремі роботи, що входять до проекту, їх послідовність і тривалість. Потім проект представляється у вигляді мережі, яка графічно зображує послідовність проекту. Розрахунки базуються на мережах, побудованих на третьому етапі, в результаті чого складається графік реалізації проекту.

CPM передбачає, що робочі години визначені, тому кожна робота характеризується лише одним параметром часу. Він використовується для планування роботи та моніторингу, який має чіткі стандарти часу, витраченого на кожну операцію.

Використовуючи обидва методи, дотримуйтеся обох послідовностей:

- визначає всі основні роботи проекту;
- встановити всі зв'язки між видами робіт і визначити їх послідовність;
- намалюйте мережу, що містить усі вакансії;
- визначити часові та (або) грошові витрати на кожну роботу;
- розрахувати критичний шлях (від початку найдовшого проекту до кінця);

- використовуйте мережу для виконання плану проекту, графіка роботи, управління та контролю.

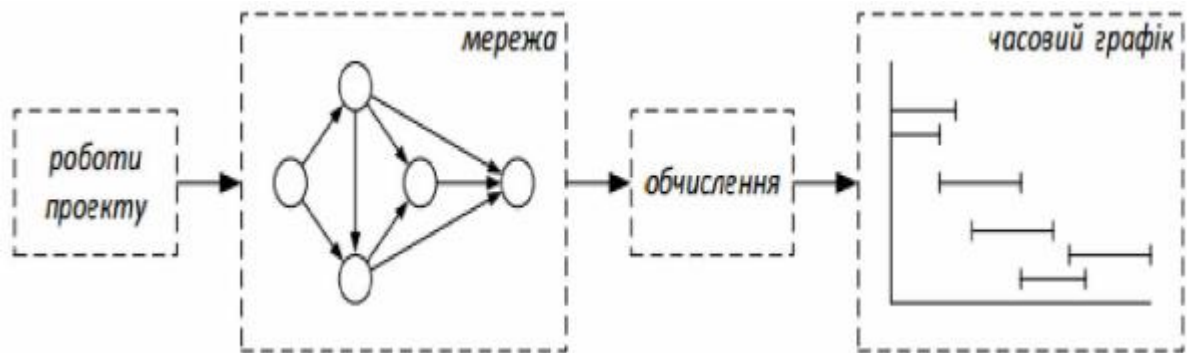


Рисунок 1.1 – Основні етапи виконання методів CPM та PERT

Знаходження критичного шляху є одним із найважливіших етапів контролювання проекту. Роботи на критичному шляху - це ті завдання, затримка у вирішенні яких призводить до зриву термінів реалізації проекту. Тому необхідно тримати під контролем дотримання термінів виконання цих робіт.

1.4 Постановка задачі

З усього вищезазначеного можна визначити об'єкт, предмет та мету дослідження. Об'єктом дослідження є процес моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів.

Предметом дослідження роботи є моделі та методи моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів.

Метою роботи є дослідження актуальних методів моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів та розробка нового методу, привівши приклад його використання.

Таким чином для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити особливості моніторингу виконання робіт при розробці ІТ-проектів;
- дослідити існуючі методи та моделі моніторингу виконання робіт у процесі розробки ІТ-проектів;
- розробити новий метод моніторингу виконання робіт;
- реалізувати та провести апробацію розробленого методу моніторингу виконання робіт при реалізації ІТ-проекту.

2 ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ІТ-ПРОЕКТІВ

2.1 Особливості мережевого планування в умовах невизначеності

Оскільки характерною рисою проектів є їхня унікальність, то дуже часто буває складно визначити точно тривалість виконання окремих робіт, тому потрібно брати до уваги невизначеність термінів виконання окремих робіт проекту.

Метод аналізу та оцінки програм PERT (Program Evaluation and Review Technique) володіє перевагами перед методами критичного шляху і мереж передування в ситуаціях, коли досягнення цілей проекту пов'язане з фактором невизначеності.

PERT-аналіз передбачає тривимірну оцінку очікуваної тривалості робіт:

– оптимістичну (T_{min}) - мінімальний реальний період часу, протягом якого може бути виконана операція. (Існує дуже невелика ймовірність, яка зазвичай оцінюється як 1%, що дана операція буде завершена в більш короткі терміни);

– песимістичну (T_{max}) - максимальний реальний період часу, протягом якого операція повинна бути виконана. (Існує дуже невелика ймовірність, яка зазвичай оцінюється як 1%, що виконання даної операції займе більше часу);

– найвірогіднішу ($T_{\text{ім}}$)- найбільш точне припущення періоду часу, необхідного для виконання конкретної операції. Оскільки $T_{\text{ім}}$ є найбільш вірогідною тривалістю, це значення являє собою також моду β -розподілу;

– використання трьох оцінок не тільки дозволяють оцінити тривалість операції, але і дозволяють отримати вірогідну оцінку (ProbabilityEstimate) часу завершення всіх операцій, що входять до мережевого графіку. Коротко дану процедуру можна описати наступним чином: оцінка тривалості операції

(Estimated Activity Time) являє собою середньозважене значення, в якому більший вага припадає на найбільш ймовірну оцінку, а менший - на максимальну і мінімальну тривалість .

Використовується така формула розрахунку очікуваної тривалості роботи $T_{оч}$ ((*Expected Time*) за трьома оцінками часу:

$$T_{оч} = \frac{T_{min} + 4T_{йм} + T_{max}}{6}, \quad (2.1)$$

де: T_{min} — мінімально можлива тривалість роботи;

T_{max} — максимально припустима тривалість роботи;

$T_{йм}$ — найімовірніша тривалість роботи

Експерти мають можливість дати три оцінки тривалості робіт, що дозволяє в різному ступені врахувати ризики, які впливають на їх виконання. Замість однієї величини тривалості робіт цей метод дозволяє отримати нормальний розподіл ймовірності тривалості.

Розподілом змінної є закономірність ймовірності зустрічі різних її значень.

Нормальний розподіл характеризується тим, що крайні значення змінної в ньому зустрічаються досить рідко, а значення, які наближені до середнього значення, — досить часто. Графік нормального розподілу — «дзвіноподібна» крива.

Експерти мають можливість дати три оцінки тривалості робіт, що дозволяє в різному ступені врахувати ризики, які впливають на їх виконання. Замість однієї величини тривалості робіт цей метод дозволяє отримати нормальний розподіл ймовірності тривалості (2.1 рис).

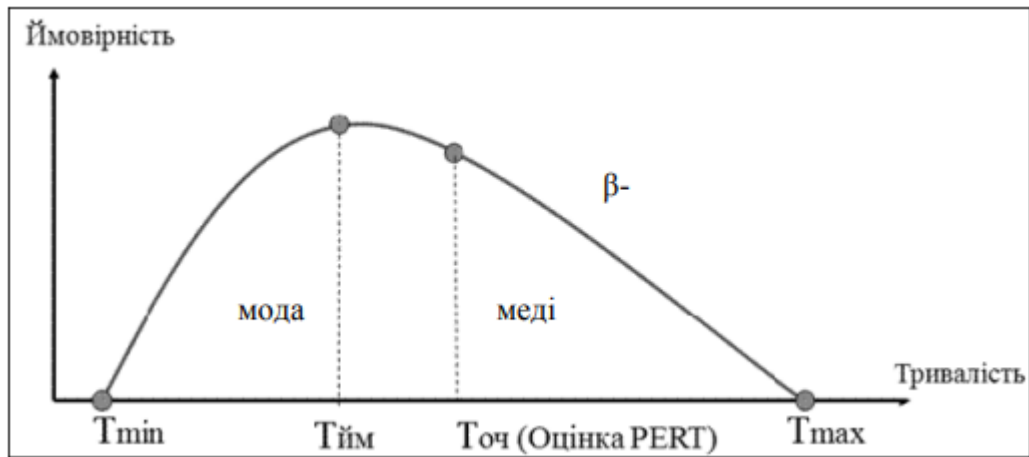


Рисунок 2.1 – Графік щільності розподілу ймовірності тривалості окремої роботи

Для визначення можливих коливань або мінливості цих значень використовуємо відому статистичну міру мінливості — дисперсію, або варіацію значень часу на виконання робіт:

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2. \quad (2.2)$$

У формулі враховуються тільки дисперсії робіт, які створюють критичний шлях.

Згідно з теорією ймовірності, ймовірність виконання проекту в межах $(T - 6\sigma; T + 6\sigma)$ дорівнює 68,27%, а ймовірність виконання проекту в межах $(T - 3\sigma; T + 3\sigma)$ дорівнює 99,73%, тобто практично стовідсоткова ймовірність.

Отже, вірогідність виконання роботи проекту в діапазоні часу від 5,33 до 11,33 годин складає 99,7%.

Для спрощених розрахунків, можна використати формули по двох оцінках, відповідно для середнього очікуваного:

$$t_{оч} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \quad (2.3)$$

та середнього квадратичного:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{(t_{max} + t_{min})^2}{5}}, \quad (2.4)$$

Використання трьох оцінок тривалості операцій дає можливість оцінювати ступінь невизначеності терміну завершення проекту. Це здійснюється наступним чином:

а) складають значення дисперсій всіх операцій, розташованих на критичному шляху - $\sigma_{кр}$. (У випадку, коли для проекту визначено більше одного критичного шляху - вибирають шлях, де дисперсія має більше значення):

$$\sigma_{кр} = \sqrt{\sum \sigma_{ікр}^2}; \quad (2.5)$$

б) підставляють це значення, а також призначений термін закінчення проекту і очікуваний час завершення проекту у формулу аргументу функції Лапласа X , яка має наступний вигляд

$$X = \frac{T_{дир} - T}{\sigma_{кр}}, \quad (2.6)$$

$T_{дир}$ – директивний термін виконання всього комплексу робіт проекту;

T – очікуваний час завершення проекту;

$\sigma_{кр}$ – сума дисперсій тривалості операцій, що лежать на критичному шляху.

в) обчислюють значення аргументу X ;

г) використовуючи значення X , визначають ймовірність завершення проекту в призначений термін (для цього слід скористатися таблицею нормального розподілу ймовірностей).

Враховуючи, що розподіл часу завершення проекту є нормальним, і маючи цей розподіл, можемо обчислити імовірність завершення проекту у обумовлений термін $T_{дир}$ за формулою:

$$P = \Phi(X) = \Phi\left(\frac{T_{дир} - T}{\sigma_{кр}}\right), \quad (2.7)$$

де $\Phi(X)$ – значення функції Лапласа для нормального розподілу ймовірностей;

$T_{дир}$ – директивний термін виконання всього комплексу робіт проекту;

X – аргумент функції Лапласа.

Ймовірність завершення проекту в визначений термін повинна знаходитись в межах $0,35 < P < 0,65$. Якщо $P < 0,35$, то існує значна небезпека зриву розрахованого терміну проекту, тому необхідно перебудувувати мережевий графік і перераховувати його параметри. Якщо $P > 0,65$, то це свідчить, що в критичній та субкритичній зонах знаходиться відносно мала кількість робіт, тобто є значні резерви. В цьому випадку також необхідно переглянути мережевий графік і зменшити тривалість виконання робіт.

Аналіз мережевого графіка здійснюється в такому порядку:

- 1) перевіряється топологія мережевого графіка, тобто доцільність виділення кожної роботи, послідовність виконання робіт та взаємозв'язки між ними, можливість підвищення паралельності виконання окремих робіт;
- 2) розраховується напруженість мережевого графіка;
- 3) розраховується імовірність завершення заключної події в обумовлений термін.

Для розрахунку напруженості мережевого графіка перш за все обчислюються коефіцієнти напруженості робіт згідно з наведеною нижче формулою:

$$k_{Hi} = \frac{t[L_{max}] - t^1[L_{кр}]}{t[L_{кр}] - t^1[L_{кр}]}, \quad (2.8)$$

де $t[L_{max}]$ – тривалість максимального шляху, який проходить через дану роботу;

$t^1[L_{кр}]$ – частина максимального шляху $[] L_{max} t$, яка співпадає з критичним шляхом, за винятком тривалості роботи i , яка розглядається;

$t[L_{кр}]$ – тривалість критичного шляху.

У критичних роботах коефіцієнт напруженості дорівнює одиниці.

Далі роботи розподіляються згідно з коефіцієнтами напруженості по зонах у таких інтервалах:

- критична зона: $1 \geq k_{Hi} > 0,95$;
- субкритична зона: $0,95 \geq k_{Hi} > 0,8$;
- резервна зона: $0,8 \geq k_{Hi}$.

Після цього знаходиться питома вага робіт кожної зони – критичної $C(\%)$, субкритичної $S(\%)$, резервної $R(\%)$ – за формулами:

$$C(\%) = \frac{C}{C+S+R}, \quad (2.9)$$

$$C(\%) = \frac{C}{C+S+R}, \quad (2.10)$$

$$C(\%) = \frac{C}{C+S+R}, \quad (2.11)$$

де C , S , R – відповідно кількість робіт в критичній, субкритичній та резервній зонах.

На підставі розрахованих коефіцієнтів знаходять коефіцієнт напруженості всього мережевого графіка за формулою:

$$K_{YCC}(\%) = C(\%) + 0,5S(\%). \quad (2.12)$$

Коефіцієнт напруженості графіка повинен знаходитися в межах 15-25%. Якщо коефіцієнт більше, це свідчить про перевантаженість проекту й складність його практичної реалізації в обумовлений термін.

Визначення за допомогою мережевих графіків критичного шляху і тривалості виконання робіт інколи показує, що обчислені терміни перевищують планові завдання. Виникає потреба скорочення окремих робіт для забезпечення запланованого строку виконання проекту. Цю процедуру ще називають оптимізацією мережевого графіка.

Оптимізація мережевих графіків полягає в покращенні процесів планування, організації й утворенні комплексу робіт із метою скорочення витрат економічних ресурсів, і підвищення фінансових ресурсів при заданих планових обмеженнях .

Якщо t_i — нормальна тривалість i -ї роботи, t_i^* — тривалість i -ї роботи за умов максимально можливого скорочення, то M_i — максимально можливе скорочення тривалості роботи:

$$M_i = t_i + t_i^*. \quad (2.13)$$

Якщо C_i — розрахункові витрати на виконання i -ї роботи за нормальних умов і термінів виконання; C_i^* — витрати на виконання i -ї роботи в умовах максимального скорочення її тривалості за рахунок

додаткових ресурсів, то в розрахунку на один день питомі витрати на скорочення тривалості i -ї роботи (K_i) обчислюються за формулою:

$$K_i = \frac{C_i^* - C_i}{M_i}. \quad (2.14)$$

2.2 Аналіз системи моніторингу в управлінні ІТ-проектами

У стандарті ISO 21500: 2012, що розроблений проектним комітетом ISO / PC 236 «Управління проектами» зазначається, що проект складається з унікального набору процесів, які включають координовані і контрольовані операції з датою початку та завершення, що виконуються для досягнення мети [2].

Проекти мають як спільні, так і відмінні ознаки, серед основних можна відокремити такі [4]:

1) цільова спрямованість, спрямованість на досягнення мети, означає, що перш за все за проектом стоїть його мета та головними опорними точками про розробці є саме шляхи її досягнення. Цілі проекту мають бути чітко сформульованими, сумірними, обмеження – заданими, встановлені вимоги – здійснюваними, а функціональні процеси розроблюємого продукту – встановленими;

2) бюджетне обмеження. Роботи з виконання проекту мають підпорядковуватись двом мірилам: витрати часу та ресурсна вартість. Усі завдання у процесі розробки мають бути оптимізовані за цими критеріями;

3) час дії. Перед початком робіт потрібно визначити етапи та періоди виконання проекту, за яких проект може рахуватись як успішний або невдачний; опираючись на ці пункти можна регулювати строки, вартість або час, що потрібні на виконання подальшого об'єму робіт;

4) життєвий цикл. Проект розробляється, функціонує та розвивається. Завжди повинен бути чіткий взаємозв'язок різних видів діяльності за проектом. Проект, не залежно від його специфікації, функціональних потреб або обмежень, завжди проходить певні етапи на шляху його розробки. Правильно опираючись на них потрібно оцінювати статус розробки загалом;

5) система функціонування та елементний склад проекту, координоване між собою виконання дій. Головна суть проектів – це визначення їхньої складності втілення в життя;

6) проект може існувати в певному зовнішньому середовищі, його елементи мають великий вплив. Тому проект треба аналізувати обов'язково з урахуванням умов середовища, в якому його здійснюють;

7) унікальність. Для замовника кожен проект може бути унікальним, але при аналізі прогресу виконання робіт можна майже завжди дотримуватись загальних норм та правил [4].

В процесі реалізації проекту ініціатор, замовник проекту та партнери, а також безпосередньо менеджмент проекту, відповідно до розподілу функціональних обов'язків, здійснюють систематичний та безперервний збір, аналіз та використання інформації з метою ефективного управління проектом, прийняття необхідних рішень та забезпечення очікуваних результатів.

Ефективне управління проектом повинно забезпечити виконання усіх необхідних робіт своєчасно, повно і відповідати певним вимогам. З цією метою впродовж всієї фази реалізації проекту здійснюється моніторинг.

Місце моніторингу у життєвому циклі проекту унаочнює рис. 2.2.

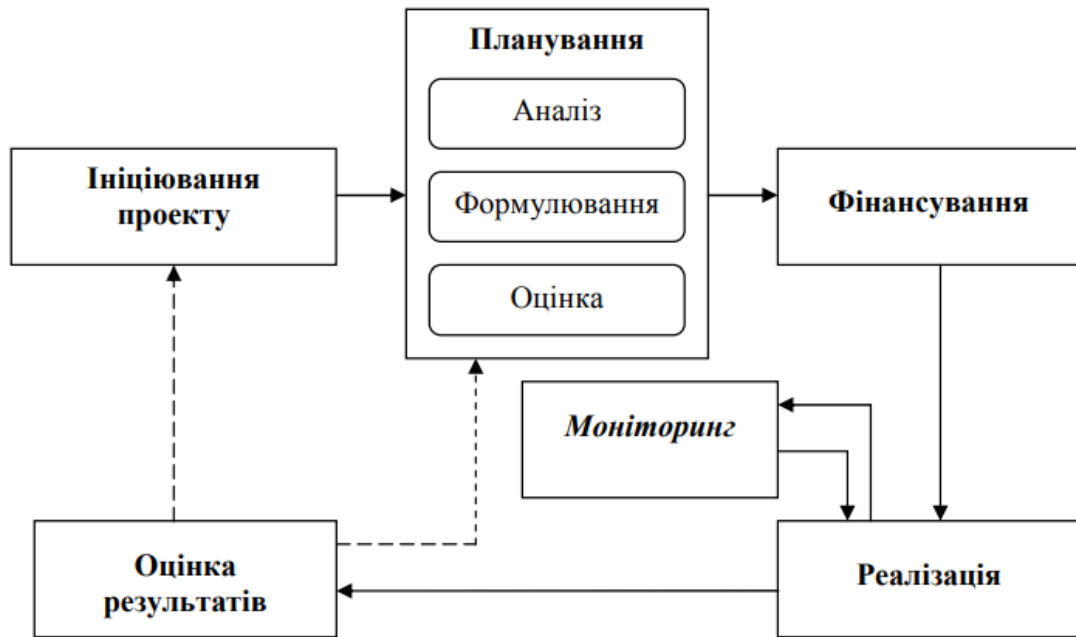


Рисунок 2.2 – Місце моніторингу в життєвому циклі ІТ-проекту

Залежно від функцій учасників проекту можна класифікувати моніторинг за видами. Так виділяють три види моніторингу проектів:

- фінансовий;
- маркетинговий;
- технічний.

Фінансовий моніторинг проводиться на першому етапі освоєння інвестицій. Під постійне спостереження підпадають поелементно здійснені витрати. Моніторинг здійснюється у розрізі використання джерел фінансування: власних, позикових або залучених коштів.

Маркетинговий моніторинг проводиться з метою забезпечення своєчасних поставок матеріально технічних ресурсів; його здійснюють ті учасники, на яких покладені обов'язки у контрактах за матеріально-технічним забезпеченням.

Технічний моніторинг, крім інвестора та його представників, здійснюють звичайно генеральний підрядник, субпідрядники,

проектувальники, контрактор тощо. Даний вид моніторингу проводився з метою забезпечення відповідності технічних, конструкторських умов.

Основні об'єкти моніторингу ІТ-проекту представлені на рис. 2.3.

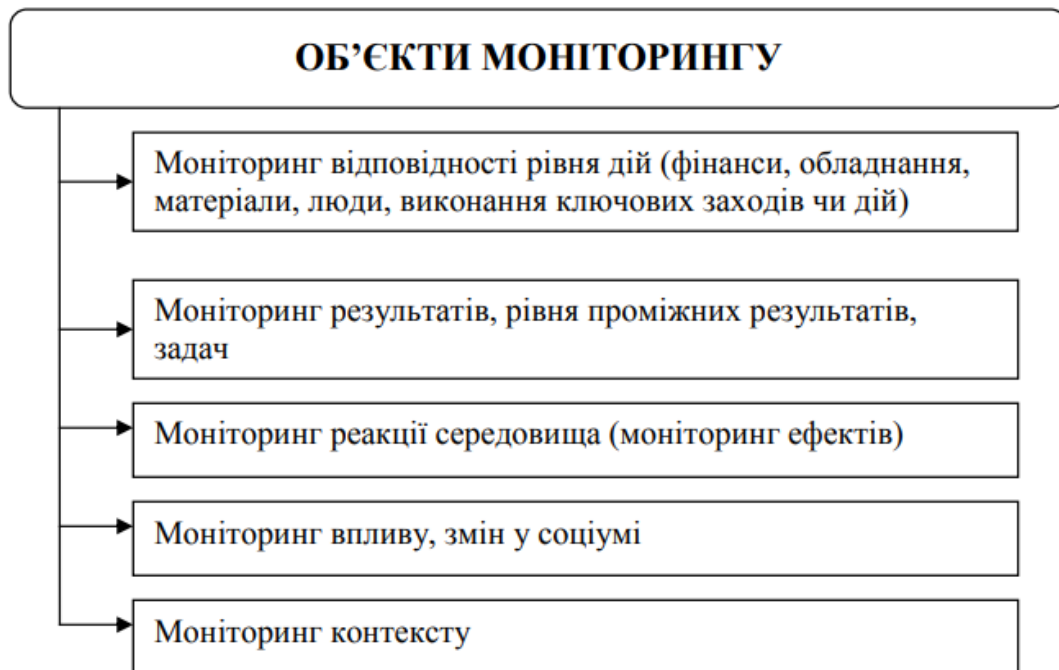


Рисунок 2.3 – Об'єкти моніторингу ІТ-проекту

Вказані об'єкти моніторингу можуть бути розширені в залежності від специфіки проекту.

У структурі системи моніторингу проекту можуть бути виділені наступні підсистеми:

а) підсистема формування індикаторів, яка відповідає за підбір і адаптацію індикаторів моніторингу протягом життєвого циклу проекту;

б) підсистема збору інформації, в межах якої на підставі вже створених в ході реалізації проекту подій проводиться збір первинної інформації за обраною для даного етапу проекту системою індикаторів;

в) підсистема обробки інформації, яка реалізує зміст семантичного аспекту інформаційних систем. В основі обробки інформації лежить порівняння отриманих первинних даних з раніше визначеними бажаними значеннями відповідних індикаторів;

г) підсистема представлення інформації, яка забезпечує передачу кінцевих значень (виходу системи моніторингу проекту) до безпосередніх користувачів.

Систематизація пропонованих в сучасній науковій літературі підходів до організації моніторингу реалізації проектів дозволяє виділити п'ять основних організаційних форм систем моніторингу:

- а) створення відокремленого організаційного підрозділу;
- б) дисипативний моніторинг (англ. dissipated monitoring & evaluation);
- в) робоча група з моніторингу;
- г) комісія з моніторингу (англ. Monitoring committee);
- д) автоматизована система моніторингу проекту (англ. virtualized monitoring & evaluation system) [8].

Формування системи моніторингу повинно базуватися на наступних принципах:

- системного підходу (комплексна підготовка і оцінка інформації, прийняття рішень і розробка прогнозів і рекомендацій);
- гнучкості реагування на зміни;
- оперативності прийняття управлінських рішень;
- відповідності цілям організації;
- періодичності, тобто регулярного оновлення інформаційної і методологічної бази моніторингу;
- співставності показників [9].

На основі завдань і принципів моніторингу можна виділити його основні етапи (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Етапи побудови системи моніторингу в процесі управління ІТ-проекту

Система моніторингу, що характеризується якісною організацією, на етапі реалізації проекту дозволяє контролювати хід проведення робіт і бути готовим до внесення змін до проекту, що дозволить успішно реалізувати його.

Важливим елементом системи ефективного моніторингу проекту є підготовка відповідної документації, такої, як календарний план, статут проекту, реєстр ризиків, регламентуючі і методичні документи (регламент планування та звітності, методичні рекомендації з планування та моніторингу, інструкції для користувачів автоматизованої системи моніторингу).

При проведенні моніторингу проекту необхідно відстежувати такі складові, як:

- використання ресурсів;
- процес виконання проекту з урахуванням календарних термінів, а також відповідності методів, технологій і процедур, що використовуються – запланованим;
- ступінь досягнення поставлених цілей;
- вплив проекту на загальний стан організації [9].

Важливою складовою системи моніторингу ІТ-проекту є кваліфіковані фахівці з комплексним системним мисленням, що можуть здійснювати аналіз ситуації. За відсутності таких, можливе залучення консультантів у сфері моніторингу.

Реалізація проектів завжди супроводжується виникненням ризиків, тому, в систему моніторингу мають бути включені методи ідентифікації ризиків, визначення величини та управління ними.

2.3 Розподіл ресурсу на мережі

Розглянемо завдання розподілу ресурсу на мережі, поставлену в [11]. У задачі є два суб'єкта - Замовник та Виконавець. Останній може виконувати для першої роботи, причому все безліч робіт A розбито на непересічні підмножини A_1, \dots, A_n - проекти. Проекти представлені мережевими графіками,

т. з. частковими порядками L_1, \dots, L_n (технологічними відносинами попередження) на безлічі робіт, що входять до них. Для кожної роботи $a \in A$ відомо кількість $r(a)$ одиниць скалярного ресурсу, що складається, необхідного для її виконання, а також вартість роботи $c(a)$, одержувана Виконавцем після її завершення.

Ресурсні показники є найбільш загальними усередненими показниками витрачання ресурсів і під час комплексу робіт. Вони також відображають умови виконання робіт, насамперед склад та кількість використовуваних трудових та матеріально – технічних ресурсів. Ресурси, що безпосередньо використовуються для виконання комплексу робіт, у випадку включають машини та механізми, трудові ресурси, а також матеріали. Розрізняють два основні типу ресурсів.

Складені (невідновлювані) ресурси. До них належать матеріали. До складованих ресурсам можуть бути віднесені також грошові кошти, споживання яких під час виконання роботи (комплексу) вважається рівним вартості цієї роботи (комплексу). У цьому сенсі можна розглядати вартість як один із видів складованих ресурсів.

Нескладні (відновлювані) ресурси. До них відносяться трудові ресурси, машини, механізми, виробничі площі та ін.

Нескладні ресурси називають також ресурсами типу потужностей, що складаються – ресурсами типу матеріалів.

При подальшому викладі під ресурсом наявним у розпорядженні Виконавця, будемо розуміти фінансові ресурси, які Виконавець може направити на реалізацію проекту, то є собівартість виконуваних Виконавцем робіт.

Повний ресурс R , наданий у розпорядження Виконавця, обмежений, і він не може виконати всі безліч A_1, \dots, A_n робіт. Виконавши ту чи іншу сукупність робіт $X_1 \subseteq A_1, \dots, X_n \subseteq A_n$ допустиму за технологічним:

$$x \in X_i \& y \in L_i x \Rightarrow y \in X_i, \quad (2.15)$$

та ресурсним обмеженням

$$\begin{aligned} & \sum_{a \in A_i} r(a) + \dots + \sum_{a \in A_n} r(a), \\ \varphi = & \sum_{a \in A_i} c(a) + \dots + \sum_{a \in A_n} c(a) + p. \end{aligned} \quad (2.16)$$

Виконавець отримує оплату рівну сумі вартості виконаних робіт, і, додатково, премії p Замовника, розмір якої не перевищує цієї величини P та умови отримання якої обумовлені нижче. Виконавець зацікавлений у підвищенні оплати φ . Що стосується цільового функціоналу ψ Замовника, то до нього входять лише повністю завершені проекти. Більш точно, проекти A_1, \dots, A_n мають для Замовника певні цінності V_1, \dots, V_n , і цільовий функціонал Замовника – це сума

$$\psi = V_1 \delta_1 + \dots + V_n \delta_n, \quad (2.17)$$

де δ_i - булева змінна, що приймає значення 1, якщо i - й проект завершений $X_i = A_i$ і 0 інакше.

Слід зазначити, що приватними випадками функціоналу ψ є повне число завершених проектів та випадок, коли Замовник встановлює на безлічі проектів пріоритети. Замовник має намір використовувати премію p збільшення свого функціоналу ψ , тобто.е., кажучи неформально, для боротьби з "незавершенкою". Пропонується розглянути ситуацію з позицій гри Г2 [12]. Іншими словами, стратегії Замовника - це договори з Виконавцем, у яких обумовлено булевий вектор $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_n)$, проектів, що підлягають завершенню, $[0, P]$, що виплачується ϵa також розмір премії p Замовником Виконавцю при дійсному виконання зазначених проектів.

Крім того, договір припустимо, якщо у Виконавця вистачає ресурсу для його виконання. Розглянуте завдання полягає в наступному: знайти допустимий надійний (договір, що максимізує цільовий функціонал Замовника).

Зазначене завдання називатимемо завданням Замовника. Відповідно до загальної методології вирішення ігор Γ_2 для вирішення задачі Замовника необхідно попередньо вирішити наступне завдання Виконавця: знайти максимальну оплату $c(R)$, яку може собі гарантувати без премії Виконавець, маючи ресурс R .

Завдання Замовника є наступним завданням булевого програмування: максимізувати залежний від n булевих змінних лінійний функціонал

$$V_1 \delta_1 + \dots + V_n \delta_n = \psi \rightarrow \max, \quad (2.18)$$

за умови виконання двох лінійних обмежень:

$$[\sum_{a \in A_1} r(a)] \delta_1 + \dots + [\sum_{a \in A_n} r(a)] \delta_n \leq R, \quad (2.19)$$

$$[\sum_{a \in A_1} r(a)] \delta_1 + \dots + [\sum_{a \in A_n} r(a)] \delta_n \geq c(R) - P, \quad (2.20)$$

Зазначимо, що перше обмеження виражає допустимість, а друге — надійність договору. Крім того, за визначенням величини $c(R)$ до зазначених двох обмежень можна додати ще одне:

$$[\sum_{a \in A_1} c(a)] \delta_1 + \dots + [\sum_{a \in A_n} c(a)] \delta_n \leq c(R), \quad (2.21)$$

справедливе для будь-якого ресурсно-допустимого набір проектів. Введемо такі позначення:

$$r_i = \frac{[\sum_{a \in A_1} r(a)]}{R}, \quad (2.22)$$

де r_i - відношення кількості ресурсу, необхідного до виконання i -го проекту, до повного ресурсу R .

Очевидно, що якщо $r_i > 1$, то проект ресурсно неприпустимий і $\delta_i = 0$, тому надалі без обмеження спільності вважаємо $0 \leq r_i \leq 1$ для всіх проектів у задачі Замовника:

$$c_i = [\sum_{a \in A_1} c(a)]/c(R), \quad (2.23)$$

c_i — відношення оплати, яку отримує Виконавець при виконанні i -го проекту, до гарантованої оплати $c(R)$. Оскільки $r_i \leq 1$ т. е. всі проекти окремо ресурсно допустимі, то $0 \leq c_i \leq 1$. Проекти, для яких $r_i > 1$, однак мають розглядатися в задачі Виконавця, тому що вони там можуть виконуватись неповно.

Позначимо через $\rho = P/c(R)$ відношення розміру премії до гарантованої оплати $c(R)$. Зрозуміло, що за $\rho \geq 1$ будь-який договір надійний, тому рахуємо $0 \leq \rho \leq 1$. З урахуванням введених позначень Завдання Замовника можна переписати в наступному вигляді:

$$V_1 \delta_1 + \dots + V_n \delta_n = \psi \rightarrow \max, \quad (2.24)$$

$$r_1 \delta_1 + \dots + r_n \delta_n \leq 1, 1 - \rho \leq c_1 \delta_1 + \dots + c_n \delta_n \leq 1. \quad (2.25)$$

Виконавець не зобов'язаний виконувати увесь обсяг робіт. Нехай він витрачує на i -й проект R_i одиниць ресурсу. Обозначимо через

$$\sigma_i = R_i / \sum_{a \in A_i} r(a). \quad (2.26)$$

ступінь освоєння i -го проекту.

Зазначимо, що тепер δ_i ; не бульова, а безперервна змінна з інтервалу $[0, 1]$. Позначимо також через $F_i(\delta_i) \in [0, 1]$, максимальну частку вартості i -го проекту, яку може отримати Виконавець за ступенем освоєння цього проекту δ_i ; Завдання визначення функції $F_i(\delta_i)$, є i -я локальне завдання Виконавця або, можна сказати, задача i -го підвиконавця. Припустимо, що функції $F_i(\delta_i)$ відомі, наприклад, таблично задані для значень δ_i вибраних з кроком $10 \cdot k$. $k=2$ повинні бути відомі дані наступного типу: при освоєнні 16-го проекту на 42% можна отримати 67% його повної вартості тощо. у разі вирішення завдання Виконавця:

$$\left[\sum_{a \in A_1} c(a) \right] F(\delta)_1 + \dots + \left[\sum_{a \in A_n} c(a) \right] F \rightarrow \max = c(R), \quad (2.27)$$

$$r_1 \delta_1 + \dots + r_n \delta_n \leq 1, \delta_1, \dots, \delta_n \in [0, 1]. \quad (2.28)$$

Таким чином, якщо для кожного проекту в окремо відома функція $F_i(\delta_i)$ – вартість проекту в залежності від його освоєння, то завдання Виконавця вирішується просто.

Розглянемо тепер завдання виконавця для кожного окремого проекту, тобто завдання побудови функції $F(\delta)$ для довільного мережевого проекту (тут і далі ми опускаємо індекс i).

Отже, нехай є один проект, тобто частково впорядковане безліч A , кожному елементу якого приписані дві ваги $r(a)$ і $c(a)$.

Завдання Виконавця ось у чому: знайти технологічно допустимі для даного мережного графіка безлічі робіт максимальної вартості, ресурсна вага якого не перевищує заданої величини R . Тобто необхідно знайти максимум функції:

$$\sum_{x \in X} c(x) \rightarrow \max, \quad (2.29)$$

$$\sum_{x \in X} r(x) \leq R. \quad (2.30)$$

Як показав А. В. Карзанов, це завдання в своєю загальною постановкою для довільних порядків є NP -важкою навіть тоді, коли $r(a) \equiv 1$, тобто. ресурсна вага безлічі дорівнює його потужності, а величина $z(a)$ приймає лише два значення, скажімо, 1 та 2.

Таким чином, як зазначається в [14] є мало надій на те, що можна запропонувати точні процедури знаходження функцій $F(\delta)$ для довільних порядків трудомісткість яких була обмежена деяким поліномом від кількості робіт у мережевому проекті. Проте для деяких окремих випадків функції $F(\delta)$ будуються просто. Найпростіший з них – це мережевий проект, що представиться лінійним графом, тобто той випадок, коли порядок є простий ланцюг. Для такого порядку побудова функції $F(\delta)$ є тривіальним завданням. Використовуючи ідею «злиття» ланцюгів, розташованих послідовно чи паралельно, неважко будувати функції для довільних послідовно-паралельних порядків. Таким чином, завдання полягає в тому, щоб привести вихідну мережу до послідовно-паралельних множин робіт. Така мережа називається агрегується, тобто її можна звести до однієї дуги.

Використовуючи поняття агрегованої мережі, можливо отримати шукану залежність $F(\delta)$ для мережі довільного вигляду. У роботах В.М. Буркова [15] показано, що мережі, досить загального виду, можуть бути приведені до виду, що припускає агрегування.

Це можливо на підставі наступного алгоритму [16].

1 крок. Визначаємо всі послідовні безлічі дуг і замінюємо їх однією дугою.

2 крок. Визначаємо всі паралельні множини дуг і замінюємо їх однією дугою.

3 крок. Беремо довільну вершину (виключаючи вхід та вихід) рис. 2.5.

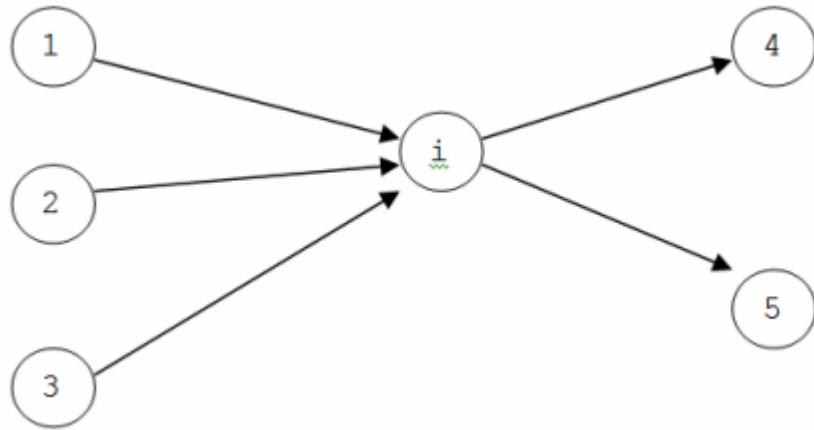


Рисунок 2.5 – Результат після третього кроку

Замінюємо цю вершину на три вершини (Рис. 2.6).

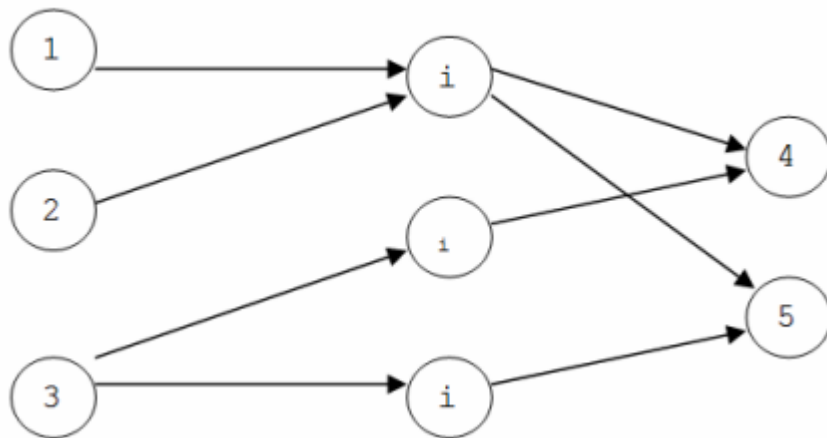


Рисунок 2.6 – Заміна вершини i

Ми отримали дві послідовні безлічі дуг. Агрегуючи їх, отримуємо мережу рис. 2.7.

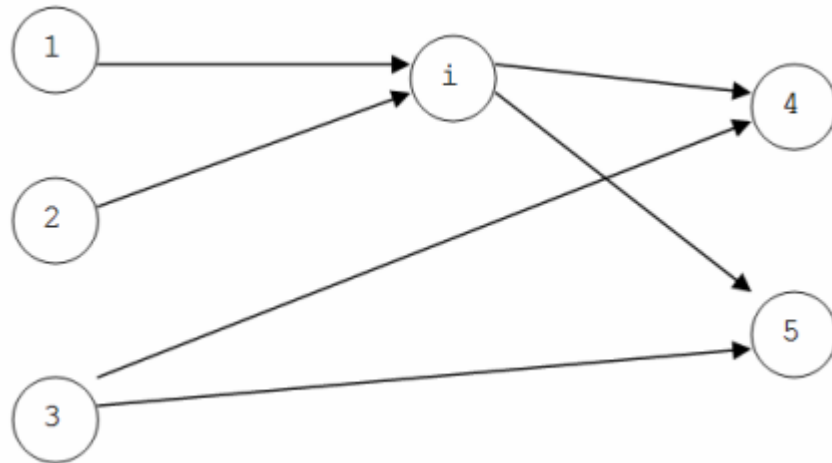


Рисунок 2.7 – Агрегування роботи і

Діючи аналогічно, ми приходимо до мережі, зображеною на рис.2.8, що не містить вершини і. Далі процедура повторюється для будь-якої іншої вершини, крім входу та виходу.

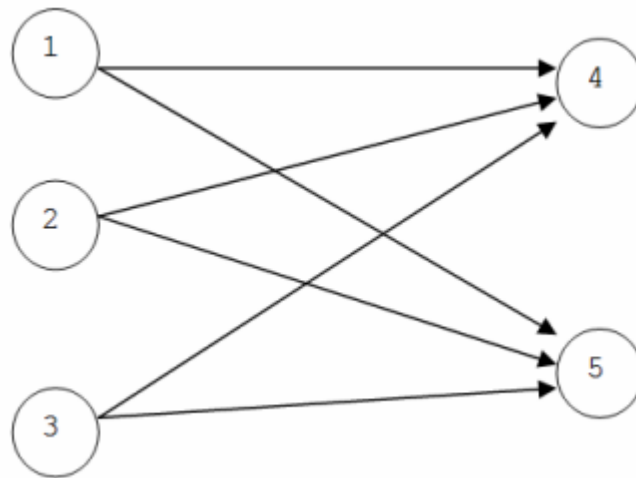


Рисунок 2.8 – Агрегування паралельних робіт

Як показано на роботах В.М. Буркова таке агрегування в результаті призводить до мереж, еквівалентних вихідним, тобто кожному шляху вихідної мережі буде відповідати деякий шлях у перетвореній мережі.

Формальний опис представленого методу можна представити у вигляді діаграми IDEF0, рис 2.9, та діаграми послідовностей, рис 2.10.

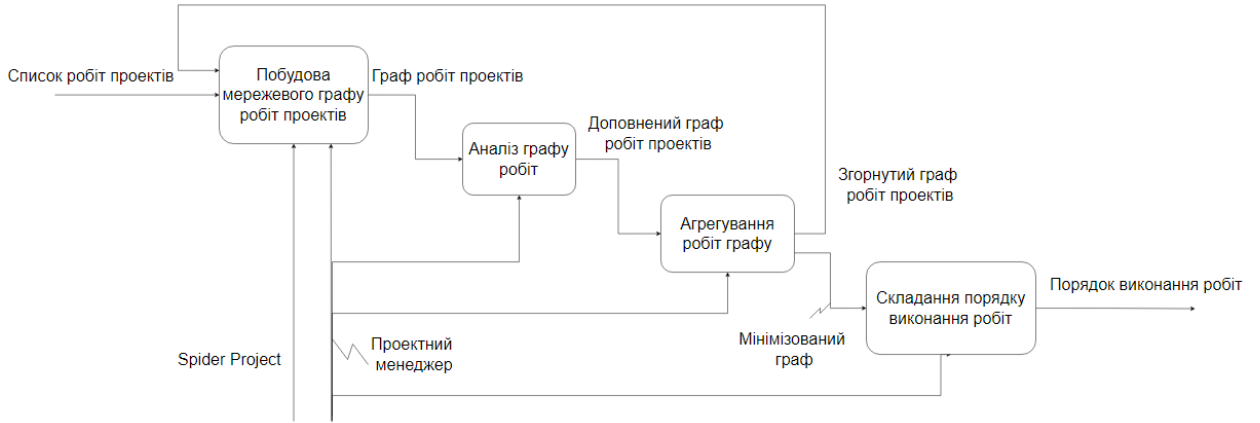


Рисунок 2.9 - Діаграма IDEF0



Рисунок 2.10 – Алгоритм описаного методу

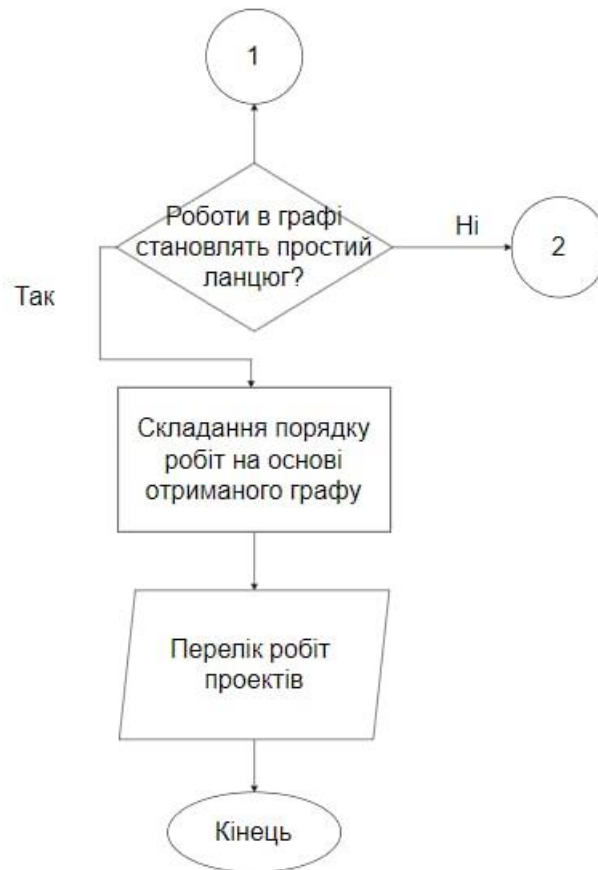


Рисунок 2.10 – Алгоритм описаного методу

Розглянемо процедуру агрегування мережі на прикладі, що описує виконання будівельного проекту. При цьому метод виконання робіт прийняти потоковий, тобто об'єкт, що будується розбивається на захватки. У прикладі проект складається з трьох видів робіт, що виконуються на трьох захватках. Мережеве уявлення такого проекту наведено на рис. 2.9.

Мережа на рис. 2.9 не є агрегованою, тому що відсутні множини паралельно і послідовно виконуваних робіт. Але якщо розбити вершину 3 на дві, то з'являються два безлічі послідовно виконуваних робіт (це роботи 2-3₁ і 3₁-7, а також 2-3₂ і 3₂-4), та паралельно виконуваних робіт: 2-3₂; 3₂-4 та робота 2-4. Відповідний результат наведено на рис. 2.10.

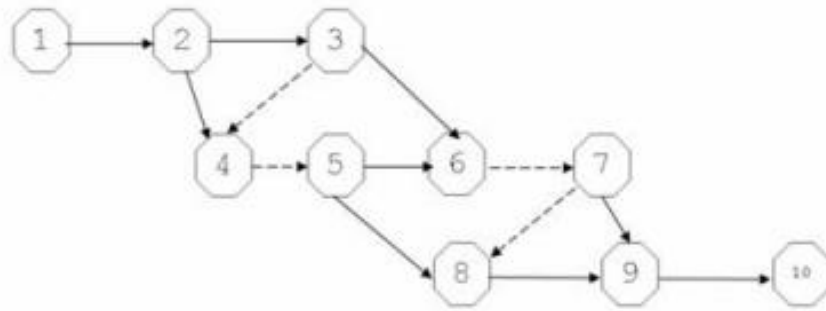


Рисунок 2.11 – Початковий вид

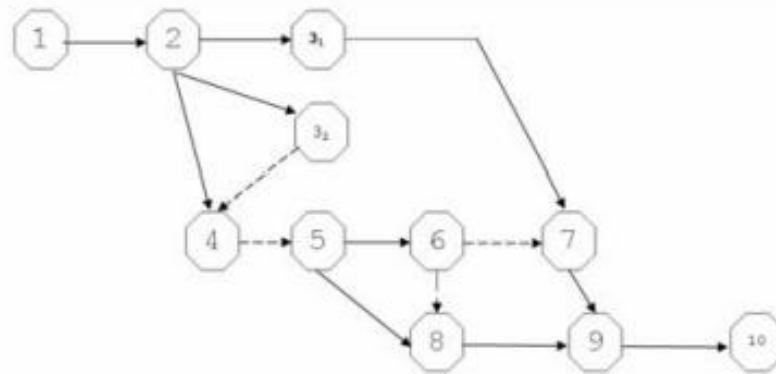


Рисунок 2.12 – Розділення вершини 3

Аналогічно розбиваємо вершину 7 на дві, а потім вершину 6 на три. В результаті такого перетворення отримуємо агреговану мережу у вигляді послідовно виконуваних робіт, представлену на рис. 2.11.



Рисунок 2.13 – Остаточний вид

У даній мережі роботи (1 – 2) та (9 – 10) не є агрегованими, і тому їх характеристики не змінилися. Робота (2-9) є агрегованою. Використовуючи агреговану мережу можна побудувати шукану залежність.

Враховуючи особливості мережевого представлення будівельно-монтажних робіт, що виконуються потоковим методом, можна застосувати

наступний алгоритм, який розглянемо на прикладі. При цьому слід зазначити, що Поточне виконання робіт може моделюватися за допомогою матриць. Розглянемо завдання будівельного проекту у вигляді матриці, що показує, взаємозв'язок робіт, які підлягають виконанню. На відміну від загальноприйнятого уявлення у клітинах матриці будемо вказувати не тривалість виконання відповідних робіт, а необхідний обсяг фінансових ресурсів, тобто собівартість роботи (числівник) та суму коштів, що виплачується Замовником, тобто ціна роботи (знаменник). Відповідні дані наведено у табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Матриця

Номер захватки	Вид роботи		
	1 робота	2 робота	3 робота
1 захватка	10/15 (1,5)	20/24 (1,2)	18/30 (1,67)
2 захватка	11/14 (1,27)	19/23 (1,21)	17/28 (1,65)
3 захватка	12/17 (1,42)	21/26 (1,24)	16/27 (1,69)

Мережа на рис. 2.12 та матриця в табл. 2.1 пов'язані наступним чином: перша робота (у матриці це перший стовпець) відповідатимуть роботи 1 – 2, 2 – 3 та 3 – 6 мережі; друга робота (другий стовпець матриці) – 2 – 4, 5 – 6 та 7 – 9; та третя робота – 5 – 8, 8 – 9, 9 – 10.

Взаємозв'язок робіт з матриці визначається досить просто: паралельно можуть виконуватися роботи, що лежать на діагоналі матриці, то є перша робота на 1 захватці повинна виконуватись першою (робота 1 – 2) і жодна робота не може виконуватися паралельно до неї. Далі одночасно можуть виконуватись роботи: друга на 1 захватці та перша на 2 захватці (робота 2 – 3 та робота 2 – 4) тощо.

Усього для завершення проекту потрібно ресурсів обсягом 144, у своїй обсяг отриманих коштів становитиме 204. Визначаємо таблицю можливі значення функції вартості $c(x)$. Мінімальний розмір витрат, необхідний для початку робіт дорівнює 10, а вартість 15. Далі необхідно 21 одиниця ресурсу,

що відповідає 29 одиницям вартості (це відповідає виконанню першої роботи на 1 та 2 захватках). Далі необхідно 30 од. ресурсу, що принесе 39 од. доходу тощо.

Таким чином, для побудови функції вартості необхідно переміщатися за діагоналями матриці, наведеної у табл. 2.1. У кожній діагоналі клітини розташовуються у міру зростання витрата, потім вибираються можливі значення витрат, що становлять всі можливі комбінації з даних, що знаходяться на аналізованій діагоналі. Результати такого розрахунку представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку

Освоєння $r(x)$	10	21	33	41	48
Вартість $c(x)$	15	29	46	53	69

Для вирішення поставленого завдання можна запропонувати досить простий евристичний алгоритм:

Попередній крок. Знаходимо ефективність виконання кожної роботи, тобто для кожній із робіт знаходиться відношення $c(x) / r(x)$. Відповідні дані наведено у кожній клітині матриці табл. 1 у дужках. Знаходимо потрібну кількість ресурсів для виконання всього проекту. У цьому прикладі воно дорівнює 144. Рішення починаємо від нижньої правої, тобто південно-східної, клітини матриці.

Отримане рішення відповідає виконанню першого виду робіт на всіх захватках, а другу та третю роботи необхідно виконати лише на першій захватці.

Цікаво відзначити, що якби роботи велися у загальноприйнятій послідовності, то є необхідно було б виконати першу роботу на всіх захватках, а другу роботу на першій та другий захватки, то це відповідало б використанню 72 од. ресурсу та принесло 93 од. доходу.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ У ВИГЛЯДІ ІС

3.1 Характеристики CASE технологій

З появою сучасної обчислювальної техніки системний аналіз значно розширив свої можливості і все більше входить у повсякденну практику. Протягом останніх 30 років виникла і інтенсивно розвиваються комп'ютерні засоби аналізу систем. Спочатку вони використовувались для побудови інформаційних систем і були відомі як CASE технології [18-21]. Термін CASE (Computer Aided Software Engineering) використовується і в даний час доволі широко. Первісне значення терміну CASE, обмежене питаннями автоматизації розробки тільки програмного забезпечення інформаційних систем, сьогодні одержало нове звучання і охоплює процеси аналізу складних організаційних і технічних систем. Тепер під терміном CASE-засоби розуміють програмні засоби, що підтримують процеси аналізу і формулювання вимог до складних систем різного призначення, процеси створення і супроводження інформаційних систем, засоби проектування приладного програмного забезпечення.

Одним з напрямків цих технологій є методологія структурного аналізу та проектування - SADT методологія (Structured Analysis and Design Technique). Цей напрямок розробки програмних засобів обчислювальної техніки виник в 60 – 70х роках минулого сторіччя і знайшов розвиток в роботах Дугласа Росса та інших авторів [22]. Він широко застосовується при вирішенні проблем аналізу проектування та експлуатації складних систем. На його основі розроблена методологія IDEF0 (Icam DEFinition), що є головною частиною програми ICAM (Інтеграція комп'ютерних і промислових технологій), виконаної з ініціативи ВВС США. Методологію системного структурного аналізу використовують НАТО, Міжнародний валютний фонд, інші міжнародні організації та передові промислові фірми [21-25]. У 90-х роках минулого сторіччя були розроблені і прийняті

міжнародні стандарти з використання SADT - технологій та побудови моделей складних систем, відомих як IDEF - моделі [26,27].

Розглянемо ці особливості комп'ютерних технологій:

Мова опису систем в SADT - технологіях - це певна графічна мова зі строгими правилами, які ми вивчатимемо далі. Вона має універсальний характер і дозволяє описати найширше коло систем штучного і природного характеру, технічних та організаційних систем.

Стандартизація дозволяє: подолати різноманітність підходів до вирішення проблем системного аналізу, розуміти і використовувати вказану методологію спеціалістами різних наукових напрямків, керівниками та рядовими виконавцями, знаходити розуміння між спеціалістами різних країн. Основні нормативні документи затверджуються в міжнародних стандартах. Ці стандарти видають такі організації, як ISO та IEC (ISO - International Organization of Standardization - Міжнародна організація із стандартизації, IEC - International Electro technical Commission - Міжнародна комісія з електротехніки).

Основою SADT - технологій є створення і аналіз моделей систем та їх подальше використання. Моделі систем, що об'єднують ці технології, можна розділити на дві великі групи, а саме:

- моделі, орієнтовані на функції систем (функціональні моделі);
- моделі, орієнтовані на об'єкти, які входять в систему (інформаційні моделі).

Першу групу моделей прийнято називати функціональними моделями, а другу - моделями даних, або інформаційними моделями. У функціональних моделях головну роль відіграють функції, що виконують певні частини системи, а об'єкти системи служать інтерфейсами (зв'язками), які об'єднують ці функції. Функціональні моделі відомі під позначенням IDFE0 - моделей, моделі даних – IDFE1. Для практичного використання CASE - технологій розроблені спеціалізовані програмні продукти. Їх взаємозв'язок показано на рис. 3.1.

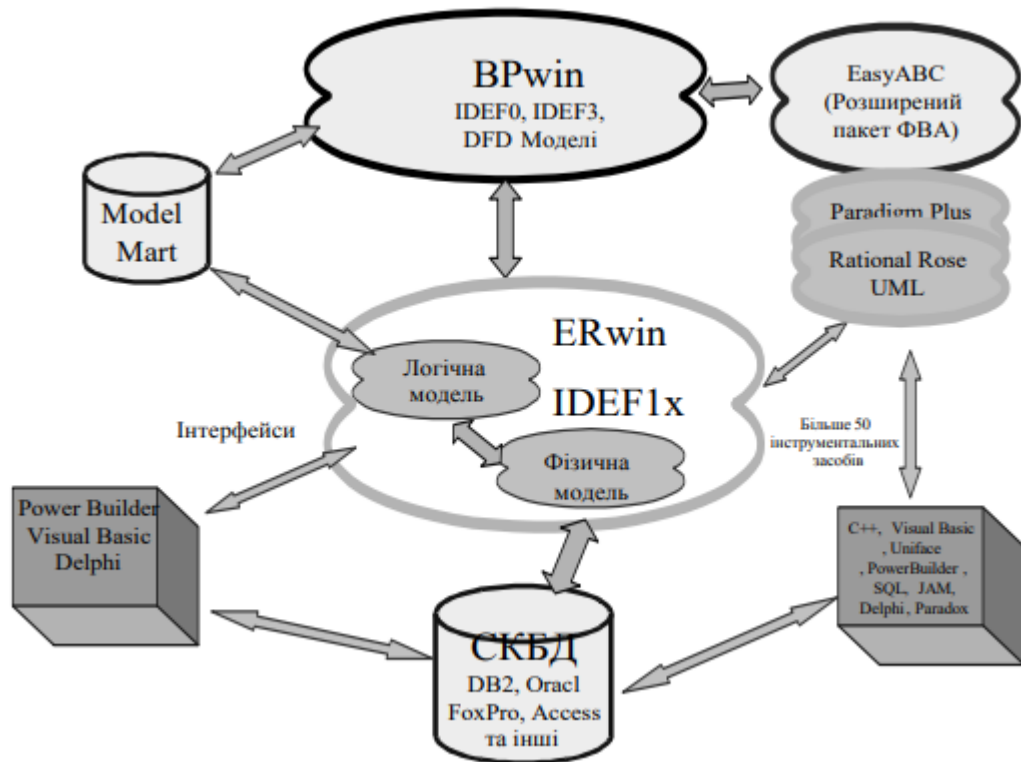


Рисунок 3.1 – Програмні продукти CASE - технологій, що використовуються для виконання системного аналізу

Пакет BPwin дозволяє створювати моделі:

- IDEF0 (Icam DEFinition) - функціональна модель системи;
- IDEF3 - логічна модель послідовності робіт;
- DFD (Data Flow Diagrams) - модель потоків даних, а також виконувати функціонально-вартісний аналіз (ФВА).

Пакет ERwin призначений для створення моделей даних, а саме:

- IDEF1x - логічна і фізична моделі даних;
- ERD (Entity-Relationship Diagrams) модель “сутність – зв’язок”, а також для встановлення взаємозв’язку між моделями даних і системами керування базами даних (СКБД).

Крім програмних продуктів BPwin та Erwin, у пакет програм входять:

- Model Mart – депозитарій моделей, призначений для зберігання створених моделей, в якому є великим набір раніше створених моделей і можливість їх використання при моделюванні;
- Easy ABC – розширений пакет функціонально-вартісного аналізу (ФВА), призначений для розширення можливостей виконання ФВА складних систем, коли засоби пакету Erwin недостатні;
- інтерфейси з мовами програмування Power Builder, Visual Basic, Delphi;
- засоби об'єктно орієнтованого програмування Rational Rose UML, Paradigm Plus;
- засоби генерації на основі логічної моделі даних прикладних програм в основних типах систем керування базами даних (СКБД DB2, Oracle, FoxPro, Access та ін.) і зворотної генерації прикладних програм у логічні моделі даних пакету Erwin.

Розглянутий пакет програм забезпечує створення п'яти основних типів моделей систем і їх різновидностей. Кожна з вказаних моделей має свої особливості і суттєво відрізняється від інших. Ці моделі є подальшим розвитком більш простих моделей, розглянутих в попередніх розділах цього посібника. Якщо описані вище моделі відображають тільки певні сторони системи, певні види зв'язків у ній, то SADT - моделі є більш повним описом системи з точки зору її структури та функціонування. Це відноситься як до функціональних моделей, так і до моделей даних. Крім того, ці моделі створюються на комп'ютері. Комп'ютерні моделі є програмним продуктом, створеним на мові структурного програмування.

Всі найбільш відомі методології структурного програмування базуються на ряді загальних принципів. В якості основних двох базових принципів використовують такі [22]:

–принцип "поділяй і володій" - принцип вирішення складних проблем шляхом розбиття їх на множину менших незалежних завдань, які легкі для розуміння та вирішення;

–принцип ієрархічного впорядкування - принцип організації складових частин проблеми в ієрархічні древовидні структури з внесенням нових деталей на кожному рівні.

Виділення двох базових принципів не означає, що інші є другорядними.

До найбільш вживаних принципів слід віднести такі:

–принцип абстрагування - полягає у виділенні суттєвих аспектів системи і абстрагування від несуттєвих;

–принцип формалізації - полягає в необхідності чіткого методичного підходу до вирішення проблеми, встановлення і дотримання формальних правил на всіх етапах виконання аналізу;

–принцип узгодженості - полягає в обґрунтованості та узгодженості елементів;

–принцип структурування даних - полягає в тому, що усі дані повинні бути структуровані й ієрархічно організовані.

Побудова SADT-моделі розпочинається з представлення всієї системи у вигляді найпростішої компоненти - одного блока і дуг, що показують зв'язки системи із зовнішнім середовищем. Оскільки єдиний блок представляє всю систему як одне ціле, ім'я, яке вказують в середині блоку, є загальним і відноситься до всієї системи. Вхідні й вихідні дуги також загальні і дають повний набір зовнішніх зв'язків системи в цілому.

Потім блок, що представляє систему як одне ціле, деталізується на другій діаграмі за допомогою декількох блоків, з'єднаних інтерфейсними дугами. Ці блоки представляють основні підфункції вихідної функції. Така декомпозиція виявляє повний набір підфункцій, кожна з яких представлена як блок, а границі блока визначені інтерфейсними дугами. Кожна з цих

підфункцій таким же чином може бути піддана декомпозиції для більш детального представлення.

Під час виконання системного аналізу з використанням вказаних програмних продуктів створюють, як правило, не одну а декілька моделей, а саме: модель AS-IS (як є) – модель, що описує систему в тому стані, в якому вона знаходиться в даний момент часу, та моделі TO-BE (як буде) – моделі, що описують систему після того, як будуть впорядковані й удосконалені всі процеси в системі, тобто моделі ідеальної системи, яка, на нашу думку, найбільш раціонально організує роботу системи. Методологія передбачає побудову декількох моделей TO-BE з тим, щоб серед них можна було вибрати кращу за певними критеріями.

3.2 Дослідження методології функціонального моделювання IDEF0

Функціональна модель системи будується на основі функціональної діаграми. Крім чисто функціональних діаграм IDEF0 ця модель може включати діаграми, орієнтовані на дані, а саме DFD та IDEF3. Отже, до складу функціональної моделі можуть входити такі діаграми:

- функціональні діаграми IDEF0;
- діаграми потоків даних потоків даних DFD (Data Flow Diagramming);
- діаграми опису послідовності процесів IDEF3 (Work Flow Diagramming);
- діаграма дерева вузлів функціональної моделі (Node Tree Diagramming).

У функціональній моделі діаграми IDEF0 відіграють головну роль. Діаграми DFD (потоків даних) і IDEF3 (опису послідовності процесів), як правило, доповнюють модель на нижніх рівнях декомпозиції, хоча вони

можуть мати самостійне значення і будуватись як самостійні діаграми, починаючи з верхнього рівня. Діаграма Node Tree (дерева вузлів) просто демонстраційна, вона показує модель у загальному вигляді.

Серед названих діаграм у першу чергу розглянемо функціональну діаграму IDEF0. Сукупність таких діаграм складає функціональну модель. Остання призначена для аналізу функціонування технічних та організаційних систем. Вона відображає процеси роботи системи, взаємодію її частин у процесі функціонування. Технічними системами, які вона дозволяє вивчати, можуть бути машини, механізми й цілі автоматизовані виробництва.

Розглянемо загальні особливості моделі IDEF0. Спочатку функції системи описувалися без уточнення. Цей опис називається відповідною діаграмою контексту. Він має багато спільного з системою типу моделі «чорний ящик», але вказує не назву системи, а її основну функцію (мета, завдання). Надалі контекстна діаграма підлягає функціональній декомпозиції. У результаті останнього основна функція системи, описана на контекстній діаграмі, поділяється на підфункції (ціль - підціль, завдання - підзадача). Потім кожна підфункція розбивається на менші підфункції тощо. Щоб досягти найпростішого рівня деталізації. Результатом функціональної декомпозиції є поділ функцій системи на елементарні процеси в термінах аналізу, які можна описати простими специфікаціями. Результат функціональної декомпозиції може бути представлений у вигляді ієрархічної моделі, яка називається діаграмою дерева вузлів, тоді як дерево вузлів є основою функціональної моделі, але не самою функціональною моделлю. На цій схемі показана вся композиція моделі. Його зовнішній вигляд показаний на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Приклад дерева вузлів функціональної моделі

Контекстна діаграма зображується прямокутником з вхідними й вихідними величинами. На відміну від моделі типу “Чорний ящик” у прямокутнику контекстної діаграми вказується не назва системи, а її основна функція (ціль системи). Входи й виходи контекстної діаграми розподілені не по двох, а по чотирьох сторонах прямокутника. Призначення цих сторін такі:

– ліва сторона відповідає входам системи (input), величинам, які поступають у систему і переробляються нею у вихідні величини;

– верхня сторона відповідає входам по керуванню (control), тобто різним керуючим діям, командам, стратегіям поведінки, процедурам, документам, що регламентують виконання роботи тощо. Ці величини не змінюються, а служать тільки для керування;

– права сторона відповідає виходам системи (output), продуктам її діяльності, результатам перетворення вхідних величин, шкідливим виділенням, відходам тощо;

– нижня сторона відповідає механізмам (mechanism), а саме засобам, ресурсам, за допомогою яких виконуються вказані в прямокутнику функції.

Вигляд контекстної діаграми показано на рис 3.3.

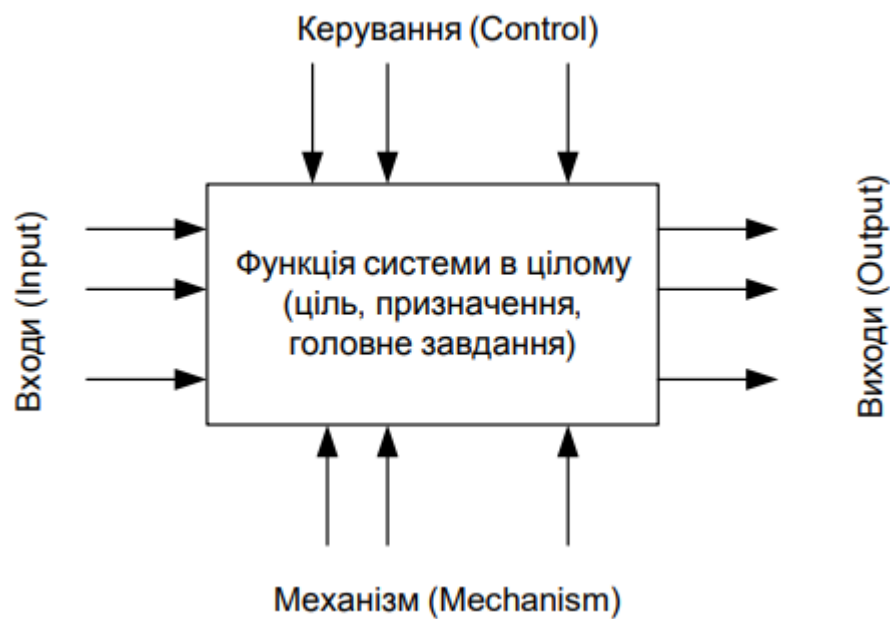


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд контекстної діаграми

Функціональна модель є додатковою деталлю (розбивкою) контекстної діаграми. Спочатку функція системи загалом (мета, мета, головне завдання) ділиться кілька окремих функцій (завдання, завдання, мети). Рекомендується вибрати від 2 до 6 таких ознак. Ці функції (іноді називають роботами) (діяльності) представлені окремими блоками на окремому складаному листі. Кожен функціональний блок (робота), що представляє окрему функцію

(завдання, ціль або завдання), представлений прямокутником. Сторінки робочих прямокутників (функціональних блоків) мають те саме призначення, як і сторінки контекстної діаграми, розглянутої вище. Між окремими функціональними блоками здійснюються зв'язки відповідно до логіки роботи системи. Зв'язки між функціональними блоками є стрілками (часто їх називають дугами). Кожна дуга відповідає певному об'єкту (об'єкту, субстанції, документу, а іноді й словесному порядку) або їх комбінації, що переміщується від блоку до блоку. Дуги можуть розгалужуватися та зливатися, як показано на рис. 3.4.



Рисунок 3.4 – Розгалуження і злиття дуг

Дуга, утворена об'єднанням інших дуг, відповідає всім об'єктам, які у дугах до злиття. Після розгалуження дуга може вмістити всі предмети чи частини. Щоб визначити, які об'єкти відповідають дузі, позначають її, дають назву, потім описують об'єкти. Розташування дуг, їх назви та опис відповідних об'єктів повинні відповідати певним правилам, про які йдеться далі.

Функціональна модель побудована на кількох сторінках та надрукована на аркушах паперу. Створіть контекстну діаграму на першому аркуші, діаграму розбивки контекстної діаграми на другому аркуші та блок-схему кожного функціонального блоку на наступних аркушах. Таким чином, вся модель складається із серії схем поділу функціональних блоків. Крім діаграм

розбиття, модель може містити діаграму вузлів функціональної моделі, окремі діаграми, зв. Усі документи складено за певними правилами, пронумеровано, об'єднано в один документ. Комп'ютерна версія моделі зберігається в пам'яті комп'ютера і може бути збережена як окремий файл із розширенням *.bpl.

3.3 Дослідження особливостей моделювання процесів в нотації DFD

Наступним аспектом функціональної моделі є відображення потоків даних за допомогою діаграм DFD (Data Flow Diagramming). Ці діаграми у функціональній моделі можуть доповнювати те, що вже показано в IDEF0 діаграмах. Вони описують потоки даних між окремими роботами системи. Під потоками даних у даному випадку розуміють як матеріальні так і інформаційні потоки. Матеріальні потоки - це, наприклад, сировина, матеріали, заготовки, продукти виробництва, обладнання, транспортні засоби та ін. Інформаційні потоки – це інформація про замовлення, дані про стан ринку, про наявність сировини, запасних частин, запаси на складах, виконані роботи, вузькі місця у виробництві, виготовлена продукція, інформація про вартість, команди керування та ін.

Схеми DFD – це другий із трьох типів діаграм функціональних моделей, що дозволяють створити програмний пакет BPwin. Ці діаграми є функціональними моделями, оскільки основними елементами є роботи, а дані діють як інтерфейс, що з'єднує роботи. На відміну від схем IDEF0, вони приділяють більше уваги потокам даних. Як і інші функціональні моделі, вони дозволяють більш детально показати інформаційну сторону системи, а саме потоки даних у системі, їхню декомпозицію та послідовність передачі та зберігання даних. Як правило, ці діаграми входять до функціональної моделі,

за винятком низького рівня діаграм IDEF0. Це доповнення робить функції системи зрозумілішими, розширює їх, деталізує в інформаційному аспекті.

Ключовими елементами блок-схеми даних DFD є:

- роботи (функції обробки інформації);
- потоки даних (дуга вхідних та вихідних значень);
- сховища даних;
- зовнішні особи.

Робота на діаграмах DFD зображує функції перетворення даних у системі, включаючи матеріальні об'єкти та інформацію. По суті вони відповідають роботі над діаграмами IDEF0. Вони представлені закругленими кряями із прямокутниками (рис. 3.7). Як і на діаграмах IDEF0, вони мають входи та виходи, але не підтримують елементи управління та механізми.



Рисунок 3.7 – Роботи на DFD діаграмах

Дуга (потоки даних) визначає переміщення даних від однієї частини системи до іншої, від одного блоку роботи до іншого і зображується лініями. Оскільки кожна сторона робочого блоку на діаграмах DFD не має чіткого призначення, вхідні та вихідні дуги можуть бути приєднані до будь-якого типу робочого прямокутника.

Сховища даних використовуються для опису даних, що тимчасово не використовуються, знаходяться в незмінному стані, в нерухомому стані,

зберігаються протягом певного періоду часу. Вони представлені правою частиною, розділеною відкритим прямокутником, як показано на рис. 3.8.

Сховища даних використовуються там, де дані (об'єкти, інформація) чекають на обробку, зберігаються, збираються для подальшої обробки.

Діаграми DFD можуть бути побудовані як незалежна модель системи або як частина функціональної моделі. Як незалежна модель, схема DFD будується, починаючи з контекстної схеми. У більшості випадків схеми DFD входять як доповнення до функціональної моделі з низьким рівнем роздільної здатності.

На будь-якому етапі побудови функціональної моделі має сенс продовжувати будувати діаграми DFD з діаграми IDEF0. Зворотний перехід від діаграми DFD до IDEF0 неможливий, оскільки діаграма DFD більш детальна, ніж IDEF0. Приклад схеми потоку даних наведено на рис. 3.10.

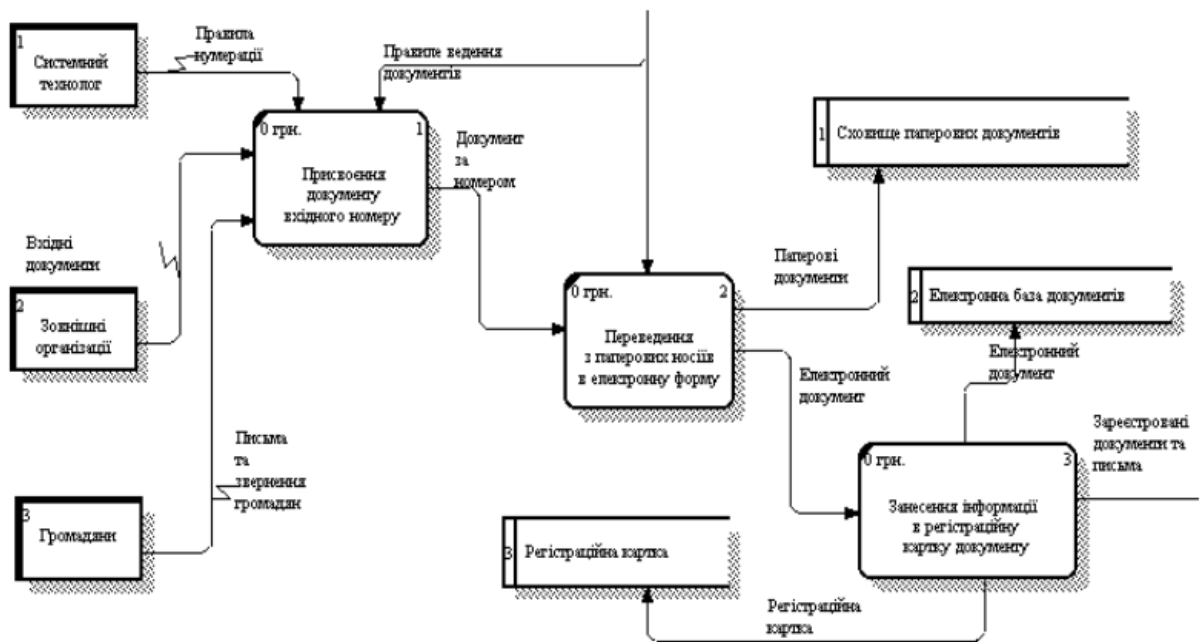


Рисунок 3.10 – Приклад діаграми потоків даних DFD: Реєстрація в установі документів і листів громадян

Ефективність розроблених діаграм залежить не лише від опису та попередньому аналізу системи, що будується, а й від уміння правильно інтерпретувати дані, що на ній зображені. Кожна діаграма містить велику кількість інформації і правильне читання її дозволяє зрозуміти всю цю інформацію.

4 АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Розв'язування прикладної задачі моніторингу виконання робіт з ІТ-проекту

Нехай існує підприємство, яке розглядає можливість розширення своєї виробничої діяльності. Для цього було складено бізнес план проекту, проаналізуємо його. Початкові інвестиції склали 26000 гр. од., та були використані на придбання обладнання та на пов'язані з цим витратами. На цю суму був отриманий кредит, вартістю 11% річних (тіло кредиту погашається рівномірними платежами).

Потрібно спрогнозувати грошові потоки господарської діяльності (табл. 4.1), виходячи з наведених даних.

Таблиця 4.1 – Прогноз руху грошових коштів проекту інформатизації

Параметри/періоди	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
1. Планові надходження грошових коштів від впровадження інформаційно-аналітичної системи	0	14,260	21,390	21,390	21,390	21,390
2. Планові витрати, усього:		4,971	6,867	6,867	6,867	6,867
2.1. Витрати на впровадження інформаційно-аналітичної системи та придбання засобів інформатизації	0	2,170	3,206	3,206	3,206	3,206
2.2. Оплата праці робітників з технічного обслуговування засобів інформатизації (з нарахуваннями)	0	1,094	1,094	1,094	1,094	1,094
2.3. Загальногосподарські витрати з комп'ютеризації та персоніфікація доступу працівників до інформаційних ресурсів	0	1,707	2,567	2,567	2,567	2,567
3. Амортизація	0	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200
4. Податок на прибуток $((1-2-3)*0,25)$	0	1,022	2,331	2,331	2,331	2,331
1	2	3	4	5	6	7
4.1. (з урахуванням сплати відсотків за кредит $((1-2-3-10)*0,25)$)		1,594	2,760	2,617	2,474	2,331
5. Потік грошових коштів від операційної діяльності (1-2-4)		8,267	12,192	12,192	12,192	12,192
5.1. (з урахуванням сплати відсотків за кредит (1-2-4.1))		7,695	11,763	11,906	12,049	12,192

Кінець таблиці 4.1

6. Витрати на придбання засобів інформатизації	-26000					
7. Потік грошових коштів від інвестиційної діяльності	-26000					
8. Потік грошових коштів (Cash Flow) від операційної та інвестиційної діяльності(5+7)	-26000	8,267	12,192	12,192	12,192	12,192
8.1. (з урахуванням сплати відсотків за кредит (5.1 + 7))	-26 000	7 695	11 763	11 906	12 049	12 192
9. Отримання кредиту на придбання засобів інформатизації	26000					
10. Сплата відсотків		-2,288	-1,716	-1,144	-572	0
11. Погашення кредиту		-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200
12. Потік грошових коштів від фінансової діяльності (9+10+11)	26000	18,512	19,084	19,656	20,228	20,800
13. Сальдо реальних грошей (5 + 7 +12)	0	-2,517	-49	523	1,095	1,667
13.1. (з урахуванням сплати відсотків за кредит (5.1 + 7+12))	0	207	4,847	5,562	6,277	6,992
14. Сальдо реальних накопичених грошей (грошові кошти на кінець періоду)		207	5 054	10 410	11 840	13 270

Отже, грошовий потік є ординарним, тобто надходження передують інвестиціям. Сальдо реальних грошей дозволяє зробити висновок щодо залишку коштів після сплати відсотків та кредитного тіла. Базу оподаткування, ми визначаємо як різницю між запланованими валовими надходженнями (виручка від реалізації), запланованими валовими витратами та амортизацією.

Оскільки проект буде реалізовуватися за рахунок отримання кредиту, відсоткова ставка визначена на рівні 14%, з них вартість кредиту становить 11%, а премія за ризик проекту складає 3%. Премія за ризик була розрахована експертами з використанням методу коригування ставки з урахуванням ризику. Ризики, що були визначені для інвестиційного проекту, а також їх розмір наведемо в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Ризики проекту

Ризик	Оцінка ризику, %
Зміна % ставки за кредитом	0,21
Зміна законодавства	0,20
Стихійне лихо	0,04
Ризик країни	0,82
Операційні ризики, пов'язані з функціонуванням інформаційної системи	0,29
Ризик появи аналогічних засобів інформатизації для забезпечення діяльності організацій	0,41
Ризик персоналу	0,37
Ризики технічного обслуговування	0,25
Ризики інформаційних втрат	0,21
Ризик неплатоспроможності підприємства-замовника	0,08
Ризик зниження фінансової стабільності	0,12
Премія за ризик	3,00

Оскільки проект реалізується тільки за кредитні кошти, а ціна кредиту враховує інфляційні очікування, то розрахунок інфляційних очікувань не є доцільним.

По-перше, розрахуємо період окупності проекту, оскільки цей показник дозволить зробити висновок щодо тривалості періоду, коли проект згенерує грошові потоки, які покривають вкладені у нього інвестиції. Вихідні дані для визначення періоду окупності наведемо в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок терміну окупності проекту, гр. од.

Період	0	1	2	3	4	5
Грошовий потік	-26000	8267	12192	12192	12192	12192
Кумулятивний грошовий потік	-26000	-17733	-5541	6651	18844	31036

Отже, ми можемо побачити, що наприкінці третього року грошові потоки за інвестиційним проектом покрили здійснені в нього інвестиції. Таким чином окупність проекту настає на протязі другого року його реалізації:

$$PP = 3 + (-5541)/12192 = 2,45 \text{ (2 роки 166 днів)}. \quad (4.1)$$

Але метод визначення періоду окупності не враховує часового фактору, а отже доцільним буде розрахунок дисконтованого періоду окупності проекту. Також позитивною якістю в розрахунку такого показника є те, що він враховує вартість капіталу через дисконтування грошових потоків. Розрахунок дисконтованого періоду окупності проекту наведемо в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок дисконтованого періоду окупності проекту, гр. од.(14 %)

Період	0	1	2	3	4	5	DPP
Дисконтований грошовий потік	-26000	7252	9382	8229	7219	6332	3,16
Кумулятивний дисконтований грошовий потік	-26000	-18748	9367	-1138	6081	12414	

Показники періоду окупності і дисконтованого періоду дозволяють побачити, протягом якого проміжку часу інвестиційні вкладення будуть не доступні для реінвестування.

Розрахуємо чисту приведену вартість проекту при 14% річних. Використовуючи формулу розрахунку NPV (Net Present Value):

$$NPV = (-INV) + \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k}, \quad (4.2)$$

де NPV – це різниця між усіма прибутками та витратами інвестиційного проекту, дисконтованими на відповідну ставку r .

Якщо $NPV \geq 0$, то проект ефективний, якщо $NPV < 0$, то проект неефективний.

Підставивши наші вихідні данні отримаємо:

$$NPV = (-26000) + 7252 + 9382 + 8229 + 7219 + 6332 = 12414, \quad (4.3)$$

де $NPV \geq 0$, отже, заданий інвестиційний проект інформаційних технологій є ефективним.

NPV, може бути знайдена за допомогою фінансової функції Microsoft Excel під маркуванням ЧПС (Рис.4.1).

Функція ЧПС допускає, щоб грошові внески здійснювались у кінці або на початку періоду, до того ж ці потоки не повинні бути постійними за весь період інвестиції.

ДИПЛОМ_КПІ_МОДЕЛЬ [Режим совместимости] - Excel (Сбой)

ФАЙЛ ГЛАВНАЯ ВСТАВКА РАЗМЕТКА СТРАНИЦЫ ФОРМУЛЫ ДАННЫЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ВИД НАДСТРОЙКИ

C12 : X ✓ fx =C6+ЧПС(C9,C8:G8)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4		Визначення NPV							
5									
6		Інвестиції	-26000						
7		Періоди	1	2	3	4	5		
8		Надходження за період	8267	12192	12192	12192	12192		
9		Відсоткова ставка	14%						
10									
11									
12		Значення NPV	=C6+ЧПС(C9,C8:G8)						
13									
14									
15									
16									
17									

Рисунок 4.1 – Обчислення NPV за допомогою функції ЧПС

На основі проведеного розрахунку можна зробити висновок, що проект генерує більше грошових коштів, ніж необхідно, щоб обслуговувати, залучений для його реалізації капітал. А надлишкові кошти накопичуються всередині компанії. Отже, якщо компанія буде реалізувати такий проект, то її фінансове становище покращиться. В нашому випадку компанія отримує 12 мільйонів 414 тисячі грошових одиниць прибутку.

Але для того, щоб визначити стійкість проекту, і побачити чи є адекватним значення обраної ставки дисконтування необхідно обрахувати внутрішню норму доходності інвестиційного проекту. Процес її розрахунку здійснюється за наступною формулою.

$$NPV = 0, \quad (4.4)$$

$$-INV + \sum_{k=1}^5 \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} = 0, \quad (4.5)$$

$$-2600 + \frac{8267}{(1+IRR)} + \frac{12192}{(1+IRR)^2} + \frac{12192}{(1+IRR)^3} + \frac{12192}{(1+IRR)^4} + \frac{12192}{(1+IRR)^5} = 0. \quad (4.6)$$

Розрахуємо за цією формулою IRR, з використанням програмного комплексу Microsoft Excel та функції Solver див. рис 4.2.

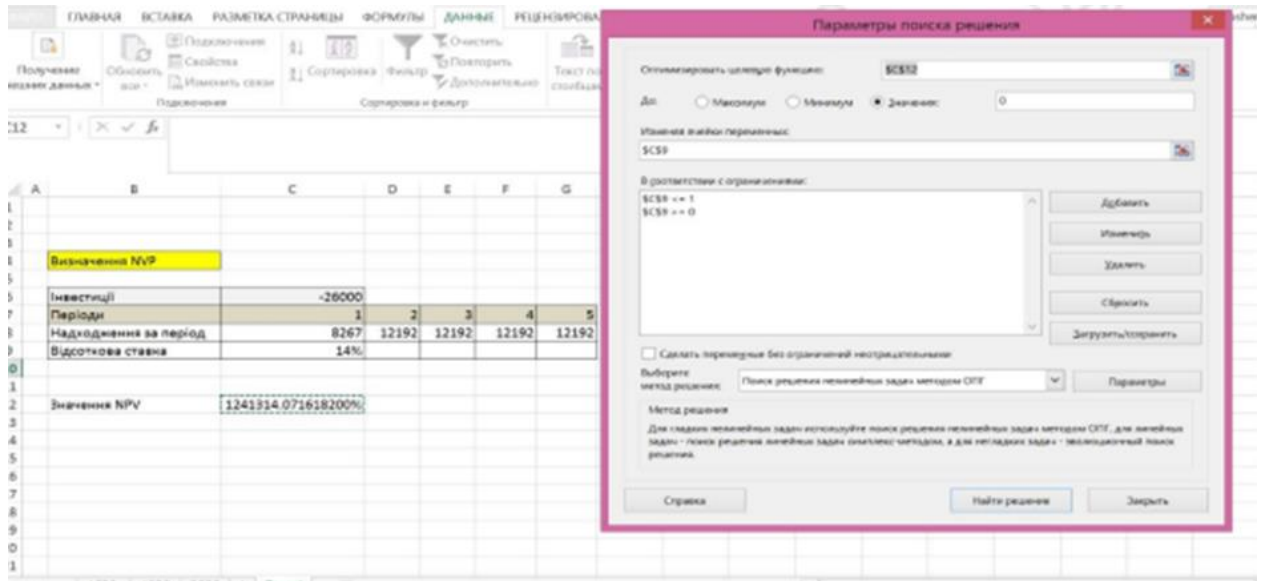


Рисунок 4.2 – Обчислення IRR за допомогою функції Solver

IRR дорівнює 31%. (див. Рис.4.3) Це свідчить про те, що цей проект забезпечить дохід, більший порівняно з обсягами інвестицій. А отже, прийняття цього проекту збільшить добробут інвесторів.

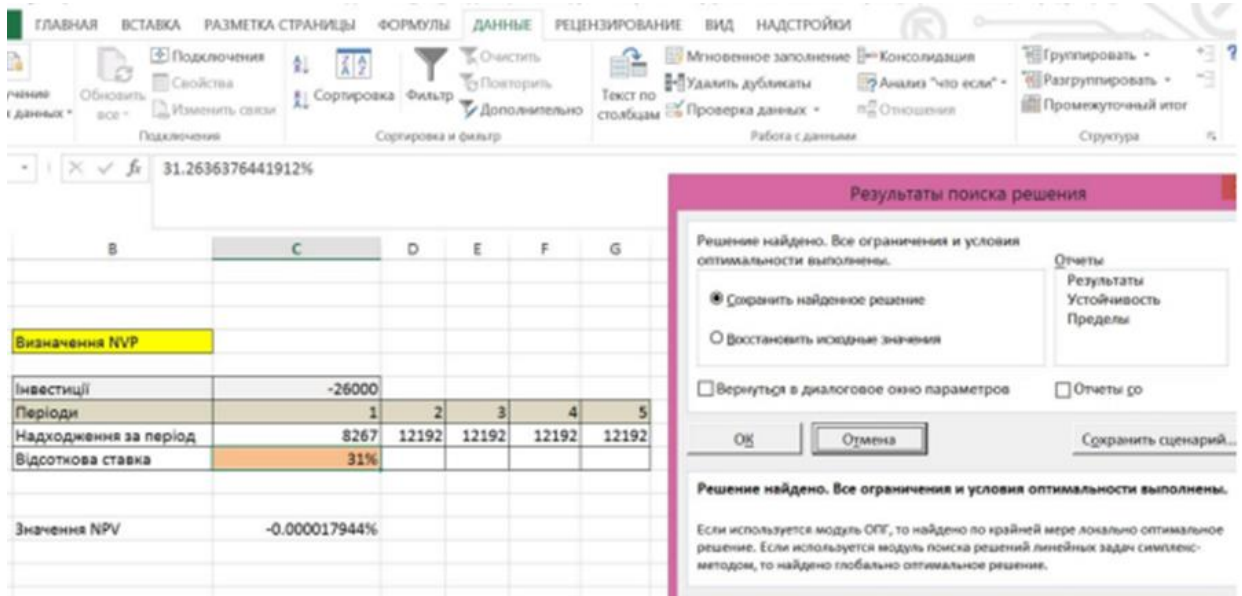


Рисунок 4.3 – Результат обчислення IRR

Якщо б внутрішня ставка дохідності була меншою за вартість кредиту (11%), інвестори понесли б додаткові витрати. При аналізі альтернативних проектів, використавши профіль чистого приведенного значення, можна зробити висновок, що наш проект є вигідним від 0 до точки перетину проектів (приблизно 23%), альтернативний проект стає вигідним при вартості капіталу більшої за 23%. (див. рис. 4.4).

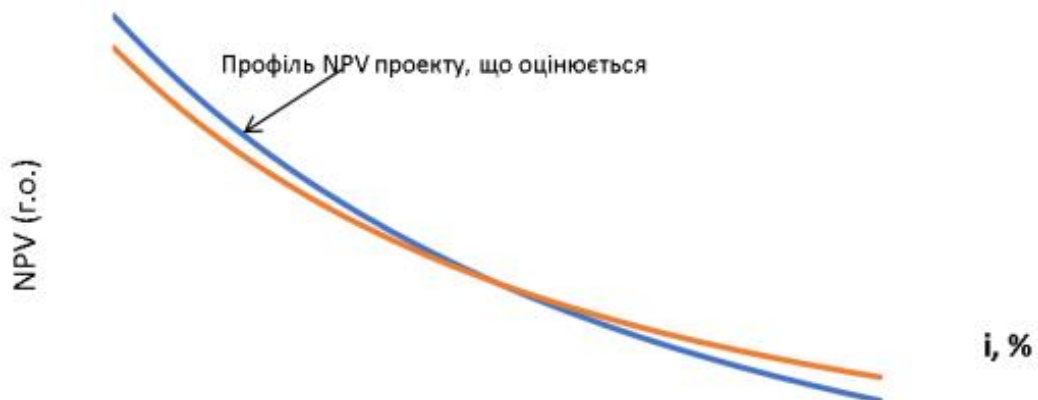


Рисунок 4.4 – Профіль NPV інвестиційного проекту

Підсумовуючи все вище зазначене, слід відмітити, що проект генерує потужний грошовий потік. Отже, інвестиційне рішення має бути позитивним.

Також, для підтвердження цього висновку слід підрахувати індекс рентабельності (прибутковості) PI (Profitability Index)– це відношення чистого дисконтованого грошового потоку до початкової інвестиції. PI обчислюється за формулою

$$PI = \frac{1}{INV} \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k}, \quad (4.6)$$

якщо $PI \geq 1$, то проект ефективний, в іншому випадку проект неефективний.

Показник PI є відносним і характеризує величину чистого дисконтованого доходу, що отримає інвестор на кожну вкладену у проект грошову одиницю.

$$\begin{aligned} PI &= \frac{1}{INV} \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} = \frac{1}{26000} \left(\frac{8267}{(1+r)} + \frac{12192}{(1+r)^2} + \frac{12192}{(1+r)^3} + \right. \\ &\left. \frac{12192}{(1+r)^4} + \frac{12192}{(1+r)^5} \right) = \frac{1}{26000} (7252 + 9382 + 8229 + 7219 + 6332) = \\ &\frac{38414}{26000} = 1.47, \end{aligned} \quad (4.7)$$

$$PI = 1,47 \geq 1. \quad (4.8)$$

Цей показник також свідчить на користь ефективності проекту.

До цього часу ми вважали, що проекти генерують відповідні грошові потоки, які були основою для вирішення щодо прийняття чи відхилення проекту. Але майбутні грошові потоки не можуть бути відомі наперед. Тому слід використовувати методи, які використовують для визначення ризику та

прийняття рішення чи варто отримання потенційно позитивного чистого приведенного значення відповідному ризику. До таких методів відносять аналіз чутливості [31], аналіз сценаріїв та симуляцію Монте-Карло.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи дійшли наступних висновків.

Сучасні компанії світу перейшли від традиційного підходу управління діяльністю до проєктного, який довів свою ефективність на практиці. Серед вітчизняних компаній проєктний підхід використовують переважною більшістю ІТ-компаній, оскільки постійний розвиток у зв'язку з потребою відповідності умовам ринку є вирішальним для цих компаній. Найбільші українські ІТ-компанії, як от: EPAM, SoftServe, GlobalLogic, Luxoft та інші, також мають розвинену систему управління проєктами, діяльність якої визначається рядом особливостей, характерних саме для ІТ-проєктів. Насамперед вони визначаються складністю, масштабністю, різноманітністю, а також високим ступенем ризику. Тому ІТ-компаніям важливо налагоджувати систему своєчасного виявлення ризиків та реагування. Важливою ланкою у системі управління проєктами є проєкт-менеджер, яким може бути спеціально навчена людина або ж розробник компанії. Проєкт-менеджер обирає методологію управління проєктами, найпоширенішою з яких є Скрам, та має визначені завдання на кожному етапі проєкту.

Вибір оптимальної методики управління проєктами важливий. Це забезпечить успіх реалізації проєкту. Тому, вирішуючи, який метод управління проєктами використовувати, необхідно враховувати потреби зацікавлених сторін, пов'язані з проєктом ризику, розмір проєкту, вартість і, звичайно ж, складність проєкту.

Управління проєктами на підприємстві та комплексне налаштування процесів управління всередині підприємства можуть надати істотну допомогу в розвитку економіки компанії в позитивному напрямі.

Використання waterfall-методів Agile та Lean багато в чому визначає швидкість створення нових продуктів і успіх компаній. Але впровадження

проектів супроводжується ризиками. Тому необхідні поглиблені дослідження саме в методах оцінювання проектних ризиків. Це стане темою наступних досліджень.

Система моніторингу проекту – це сукупність взаємопов'язаних елементів, що дозволяють досягнути визначених результатів проекту. Передбачаючи постійне спостереження за зміною кількісних і якісних індикаторів, система моніторингу як інструмент управлінської функції контролю, орієнтується на попередження проблем реалізації проекту, своєчасне й оперативне коригування стратегії бізнесу з урахуванням ефективного контролю.

Ефективна система моніторингу характеризується актуальною, повною інформацією за проектом, оптимізацією термінів і бюджету проекту, результативним управлінням ризиками, що дозволить успішно і вчасно реалізувати проект, та у кінцевому підсумку забезпечить фінансову стійкість компанії в роботі з проектами.

Перспективи подальших досліджень можуть брати до уваги подальшу розробку системи індикаторів моніторингу ІТ-проектів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. A Guide to the Project management Body Knowledge. Project Management Institute Standards Committee [Електронний ресурс] // Project Management Institute. – 2000. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cs.bilkent.edu.tr/~cagatay/cs413/PMBOK.pdf> (дата звернення 09.10.21).
2. Міжнародний стандарт з управління проектами ISO 21500:2012 [Електронний ресурс] // Міжнародна організація зі стандартизації ISO. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.iso.org/>(дата звернення 09.10.21).
3. Rukovodstvo po upravleniyu innovatsionnyimi proektami i programmami : t.1/ per. na rus. Yazyik pod red. S.D. Bushueva. – К.: Nauk. SvIt, 2009. – 173 s.
4. Біляєв С. С. Проектний підхід у підприємстві: сутність і специфічні ознаки / С. С. Біляєв // Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво. – 2016. – № 3. – С. 30-34.
5. Ведунг Е. Оцінювання державної політики і програм / Еварт Ведунг; пер. з англ. В. Шульга.– К.: Всеуито, 2003. – 351 с.
6. Посібник з підготовки проектів [Електронний ресурс] // GIZ. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://drive.google.com/drive/folders/0B7oNvXYIGTI8M2JHWWRoZ2E2ckE> (дата звернення 11.10.21).
7. Швець Л. П. Складові життєвого циклу проекту / Л. П. Швець, Н. П. Захаркевич // Університетські наукові записки. - 2011. - № 2. - С. 439-448.
8. Prokopen O. A. Sravnitelnyiy analiz organizatsionnyih form sistem monitoringa realizatsii proektov / O. A. Prokopen. // Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii. – 2012. – #2. – S. 68–72.
9. Matyash D. V. Organizatsiya sistemyi monitoringa v protsesse upravleniya proektami kompanii [Elektronniy resurs] / D. V. Matyash // Izvestiya

Altayskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – #2-2 (78). – Rezhim dostupu do resursu: <http://izvestia.asu.ru/> (дата звернення 11.10.21).

10. Кривов'язюк І. В. Місце контролінгу і моніторингу в процесах прийняття та реалізації інвестиційних рішень на підприємстві [Електронний ресурс] / І. В. Кривов'язюк, Л. В. Кривов'язюк, О. І. Кривов'язюк // Економічні науки. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.nbuu.gov.ua/> (дата звернення 11.10.21)..

11. Moiseev I. N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza. M.: Nauka, 1981.

12. Germeyer Yu. B. Igryi s neprotivopolozhnyimi interesami. M.: Nauka, 19/Б. 3

13. Geri M., Dzhonson D. Vyichislitelnyie mashinyi i trudnoreshaemyie zadachi. M.: Mir, 1982.

14. Geri M., Dzhonson D. Vyichislitelnyie mashinyi i trudnoreshaemyie zadachi. M.: Mir, 1982.

15. Burkov V.N., Gorgidze I.A., Lovetskiy S.E. Prikladnyie zadachi teorii grafov. Tbilisi: Metsniereba, 1974. - 234 s.

16. Alferov V.I., Barkalov S.A., Burkov V.N., Kurochka P.N., Horohordina N.V., Shipilov V.N. Prikladnyie zadachi upravleniya stroitelnyimi proektami. – Voronezh «Tsentralno – Chernozemnoe knizhnoe izdatelstvo» 2008. – 712 s.

17. Zinder E.Z. Biznes - reinzhiniring i tehnologii sistemnogo proektirovaniya: Uch. posobie.- M.: Tsentr informatsionnyih tehnologiy, 1996.

18. Kalyanov G.N. CASE strukturnyyi sistemnyiy analiz. M.: Lori, 1996.

19. Vendrov A.M. CASE-tehnologii. Sovremennyye metody i sredstva proektirovaniya informatsionnyih sistem. – M.: Finansyi i statistika. 1998. –176 s.

20. Vendrov A.M. Odin iz podhodov k vyiboru sredstv proektirovaniya baz dannyih i prilozheniy // SUBD. - 1995. - #3.

21. Maklakov S.V. VPwin i ERwin. CASE-sredstva razrabotki informatsionnyih sistem. – M.: DIALOG-MIFI, 1999 –256 s.

22. Marka D.A., Mak Gouen K. Metodologiya strukturnogo analiza i proektirovaniya.- M.: Meta Tehnologiya, 1993.
23. Gorin S.V., Tandoev A.Yu. CASE-sredstvo S-Designor 4.2 dlya razrabotki strukturyi bazyi dannyih // SUBD – 1996. - #1.
24. Gorin S.V., Tandoev A.Yu. Primenenie CASE-sredstva Erwin 2.0 dlya informatsionnogo modelirovaniya v sistemah obrabotki dannyih // SUBD. – 1995. - #3.
25. Gorchinskaya O. DESIGNER/2000 - novoe pokolenie CASEproduktov firmy ORACLE // SUBD. – 1995. - #3.
26. IEEE Std 1209-1992. IEEE Recommended Practice for the Evaluation and Selection of CASE Tools.
27. IEEE Std 1348-1995. IEEE Recommended Practice for the Adoption of CASE Tools.
28. Mezhdunarodnyie standartyi, podderzhivayuschie zhiznennyiy tsikl programmnyih sredstv. M.: Ekonomika, 1996.
29. Syichevskiy M. Ispolzovanie VPwin v kolsantingovyih proektah //Kompyuter Press.- 2002. –1.
30. Homonenko A.D., Tsyigankov V.M., Maltsev M.G. Bazyi dannyih. Uchebnik – SPb.: KORONA - print, 2000. – 416 s.
31. Borgonovo E., Peccati L.Sensitivity analysis in investment project evaluation, International Journal of Production Economics, Vol. 90(1), 2004. – P. 17-25.