

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра економічної кібернетики

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему Застосування інструментарію підтримки прийняття рішень в управлінні
ІТ-проектами

Виконав: студентка 2 курсу, групи 8.0519-ек
спеціальності 051 Економіка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Економічна кібернетика

(код і назва освітньої програми)

Ю. О. Коляда

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри, к.е.н., Чеверда С. С.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент кафедри, к.е.н., Очеретін Д. В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет _____

Кафедра _____

Рівень вищої освіти _____

Спеціальність _____

(код та назва)

Освітня програма _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

(підпис)

« _____ » _____ 20 ____ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЄКТ СТУДЕНТЦІ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) _____

керівник роботи _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « ____ » _____ 20 ____ року № _____

2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи _____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 98 с., 14 рис., 16 табл., 1 додаток, 79 джерел.

Об'єкт дослідження – процес прийняття рішень в управлінні ІТ-проєктами.

Предмет дослідження – методи, моделі та програмне забезпечення для прийняття рішень в управлінні ІТ-проєктами.

Мета роботи – застосування моделей, методів та програмного забезпечення для удосконалення прийняття рішень в управлінні ІТ-проєктами.

Методи дослідження – теорія систем та системний аналіз, математична логіка, нечітка логіка, метод аналізу ієрархій.

Обґрунтовано теоретичні та науково-методичні підходи до управління проєктами, сучасні методи та моделі, принципи проєктного управління, а також основні фактори, що впливають на прийняття рішень під час управління ІТ-проєктами. Здійснено аналіз сучасних програмних засобів для управління ІТ-проєктами, а саме: функціональні можливості, компоненти, налаштування платформ, специфіку їх змісту, способів реалізації та кінцевого результату. Розглянуто особливості та характеристики веб-проєктів: комунікаційна та соціальна орієнтованість, залежність від людського фактору, невизначеність у проєктних даних. Визначено характеристики веб-проєкту, що впливають на його управління: фінансові чинники, учасники (замовник і розробники), ресурси.

Удосконалено метод вибору стратегії управління веб-проєктом, який відрізняється від відомих властивістю враховувати неповні та неточні проєктні данні, що дає можливість генерувати проєктні рішення з управління веб-проєктом за умов невизначеності та змінності характеристик проєкту. Розроблено методіку прийняття оптимальних проєктних рішень на основі методу аналізу ієрархій із урахуванням невизначеностей, яка реалізує методи та алгоритм вибору стратегії управління веб-проєктом. Використання запропонованої методіки управління веб-проєктом дозволило зменшити витрати часу та поліпшити якість управлінських рішень в умовах невизначеності.

СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ВЕБ-ПРОЄКТОМ, НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ, НЕЧІТКА ЛОГІКА, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕБ-ПРОЄКТУ.

SUMMARY

The master's qualification work contains three sections, 98 pages, 14 figures, 16 tables, 1 appendices, 79 sources.

The object of research is the decision-making process in IT project management.

The subject of research – methods, models and software for decision making in the management of IT-projects

The purpose of the work is to use models, methods and software to improve decision-making in IT project management.

Research methods – systems theory and systems analysis, mathematical logic, fuzzy logic, method of analysis of hierarchies.

Theoretical and scientific-methodical approaches to project management, modern methods and models, principles of project management, as well as the main factors influencing decision-making during IT-project management are substantiated. The analysis of modern software tools for IT-project management is carried out, namely: functionality, components, platform settings, specifics of their content, methods of implementation and end result. Features and characteristics of web projects are considered: communication and social orientation, dependence on the human factor, uncertainty in project data. The characteristics of the web project that affect its management are determined: financial factors, participants (customer and developers), resources.

Improved method of choosing a web project management strategy, which differs from the known property to take into account incomplete and inaccurate project data, which allows you to generate project solutions for web project management under conditions of uncertainty and variability of project characteristics.

A method of making optimal design decisions based on the method of analysis of hierarchies taking into account uncertainties, which implements the methods and algorithm for selecting a web project management strategy.

The use of the proposed method of web project management has reduced time and improved the quality of management decisions in conditions of uncertainty.

WEB PROJECT MANAGEMENT STRATEGIES, UNCERTAINTY, FUZZY LOGIC, METHOD OF ANALYSIS OF HIERARCHIES, CHARACTERISTICS OF WEB PROJECT.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
SUMMARY	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ.....	10
1.1 Особливості ІТ-проектів та управління ними	10
1.2 Аналіз інструментарію для управління ІТ-проектами.	16
1.3 Аналіз сучасних програмних засобів для управління ІТ-проектами.....	24
РОЗДІЛ 2. СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.....	30
2.1 Моделювання процесу управління іт-проектами	30
2.2 Невизначеність у процесах прийняття рішень з управління ІТ-проектами..	44
2.3 Алгоритм прийняття рішень з управління веб-проектами з урахуванням невизначеностей	55
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ВЕБ-ПРОЄКТАМИ.....	59
3.1 Алгоритм вибору стратегії управління веб-проектами в умовах невизначеності.....	59
3.2 Концепція системи прийнятті рішень з управління іт-проектами.....	80
3.3 Аналіз ефективності системи підтримки прийняття рішень з управління іт- проектами	85
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	91
ДОДАТОК А.....	98

ВСТУП

В наші дні розвиток ІТ-проектів, результатом яких є продукт, що в повній мірі функціонує у Всесвітній павутині, характеризується необхідністю якомога швидше приймати оптимальні рішення, а також необхідністю росту ефективності здатності функціонування в складних умовах конкурентоспроможності. На відміну від минулого етапу початкових намагань ведення комерційної діяльності в Інтернеті, коли головною метою було визначено фактично трансформації бізнесу від традиційних вербальних до новітніх інтерактивних методів роботи, на даний момент завдання якнайшвидшого росту та охоплення їх сегменту ринку в Інтернеті є найбільш актуальною. Забезпечити потрібну швидкість, а також якість рішень, що можуть бути прийняті можна завдяки розробці відповідного програмного й математичного забезпечення, завдяки якому можна буде оптимізувати та в певній мірі замінити рішення керівника проекту.

Автоматизація прийняття рішень в процесі ведення проекту може достатньо зменшити час, що витрачається на підготовку та планування ІТ-проекту, також кількість робочих годин працівників, що беруть участь у реалізації. Важливою перевагою автоматизації є зменшення людського фактора під час прийняття рішень: зменшення рівня помилок і зниження рівня людської суб'єктивності. Так як процес прийняття рішень методом програмного забезпечення є швидшим, аніж із використанням людських ресурсів, час фінішу проекту є меншим, що принципово важливо для веб-проектів, які розробляються високими темпами, і для яких мінімізування часу, а для їх виконання є пріоритетом.

Методи й інструменти, що застосовуються в процесі управління веб-проектами на сьогоднішній день, не враховують:

– специфіки веб-проектів як самостійної категорії та групи ІТ-проектів, а саме особливості фінального результату проекту, їх соціальну та комунікаційну

спрямованість, проблему формалізації даних веб-проектів, погану структуру та їх динаміку;

- вплив людського фактору на певні процеси та етапи управління проектами та його використання під час всього життєвого циклу проекту;

- наявність невизначеності, що містять дані, котрі використовують під час прийняття важливих керівних рішень та в управлінні власне веб-проектом.

Новітні технології управління веб-проектами представлені такими розробками, як IPI.Manager, TeamBridge Service, Primavera Project Planner, Redmine тощо. Такі структури, як OASIS, Project Management Institute Inc., ISO, Google, ANSI, IBM, Microsoft активну працюють над розробкою новітніх стандартів, методів, способів управління веб-проектами. Перелічені фактори кажуть про те, що проблеми дослідження у сфері удосконалення методів та інструментів керування веб-проектами є дуже актуальними з точки зору теорії, а також і з застосування на практиці.

Метою даної роботи є застосування моделей, методів та програмного забезпечення для удосконалення прийняття рішень в управлінні ІТ-проектами.

Щоб досягнути цю мету потрібно вирішити наступні важливі завдання:

- здійснити аналіз особливостей веб-проектів як складової категорії ІТ-проектів;

- провести аналіз сучасних методів, засобів й особливостей під час управління веб-проектами;

- виконати аналіз проектних характеристик, що є базисом прийняття рішень з управління веб-проектом;

- розробити метод вибору стратегії управління веб-проектом на основі характеристик проекту із врахуванням їх невизначеностей;

- вдосконалити метод вибору стратегії та системи прийняття управлінських рішень за умов невизначеності проектних характеристик під час управління веб-проектами.

Об'єкт дослідження – процес прийняття рішень в управлінні ІТ-проектами.

Предмет дослідження – методи, моделі та програмне забезпечення для

прийняття рішень в управлінні ІТ-проєктами.

Методи дослідження. В даній роботі теорія систем і системний аналіз використовувалися для аналізу всіх процесів прийняття рішень під час управління комерційними веб-проєктами, а також класифікації чинників прийняття рішень при проєктуванні. Математична логіка та нечітка логіка були використані під час розробки методів аналізу та обробки невизначеностей в проєктних характеристиках. Для оптимального вибору стратегії управління веб-проєктами було використано метод аналізу ієрархії.

Наукова новизна результатів, що були отримані, полягає в нижче переліченому:

– удосконалено метод вибору стратегії управління веб-проєктом, який відрізняється від відомих властивістю враховувати неповні та неточні проєктні данні, що дає можливість генерувати проєктні рішення з управління веб-проєктом за умов невизначеності та змінності характеристик проєкту;

– розроблено методикку прийняття оптимальних проєктних рішень на основі методу аналізу ієрархій із урахуванням невизначеностей, яка реалізує методи та алгоритм вибору стратегії управління веб-проєктом.

Апробація отриманих результатів даної кваліфікаційної роботи: основні положення дослідження були повідомлені під час III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції вузів і молодих вчених «Інформаційні технології: теорія і практика» (Харків) і XV Міжнародної наукової конференції, а також практична конференції «Виклики та перспективи розвитку нової економіки на глобальному, державному та регіональному рівнях» (Запоріжжя).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

1.1 Особливості ІТ-проєктів та управління ними

Управління ІТ-проєктами як процесом, що спрямовано на досягнення конкретної бізнес-мети, базується на ряді основних концепцій та визначень, що надають значення сутності, змісту, особливостей та процедурі реалізації зазначеного процесу.

Проєкт – це тимчасова діяльність, спрямована на створення унікального продукту, послуги або результату [78]. Це обмежена часовими рамками діяльність, що має визначений початок та кінець, зазвичай обмежений датою, але також може обмежуватися фінансуванням або досягненням результатів, яка здійснюється для реалізації унікальних цілей та завдань, зазвичай, щоб призвести до вигідних змін або створення доданої вартості [51].

Веб-продукт – інформаційний ресурс або інформаційний сервіс, реалізований в мережі Інтернет, створений в результаті виконання всіх етапів веб-проєкту [63].

Життєвий цикл веб-проєкту – часовий проміжок від моменту започаткування проєкту до моменту припинення функціонування створеного в його межах веб-продукту або переведення його в інші бізнес-процеси [46].

Типовий життєвий цикл веб-проєкту складають такі стадії [51]:

- ініціювання (розроблення концепції);
- планування (передпроєктні дослідження, вибір шляхів реалізації, визначення необхідних ресурсів);
- виконання (реалізація послідовності дій, визначених планом із використанням виділених ресурсів), завершення (формування та підтвердження результатів, погодження їх із замовником);
- супровід і підтримання створеного веб-продукту.

Веб-проект – це проект спрямований на створення соціально-комунікаційного інформаційного продукту з визначеним набором характеристик, який базується на використанні веб-технологій та ресурсів і можливостей мережі Інтернет [63].

Управління веб-проектами – це процес організації, контролю та впливу на реалізацію всіх етапів веб-проекту, що спрямований на досягнення його головної мети за певних вимог, термінів, умов з використанням певних ресурсів.

Замовник веб-проекту – це особа, організація, установа чи інша структура, що ініціює, визначає бізнес-мету, умови та вимоги веб-проекту, здійснює фінансування і підтверджує його реалізацію та досягнення кінцевої фінальної цілі проекту.

Менеджер веб-проекту – це людина, котра визначає стратегію веб-проекту, методи й засоби її реалізації, а також взаємодіє з замовником, організовує і контролює всі його етапи, і вживає необхідних проектні заходів в процесі його реалізації.

Виконавець веб-проекту – це постійна група фахівців, що забезпечує ефективне виконання всіх етапів і завдань та досягнення основної цілі веб-проекту.

Споживач веб-продукту – це група людей, що використовують веб-продукт, котрий створено в рамках веб-проекту, і забезпечують досягнення бізнес-цілей замовника.

Визначення головних понять дозволяє точно описати та змоделювати процеси керування веб-проектами, а також визначати їх особливості й основні проектні характеристики, а також виокремити їх головні проблеми, та складності.

Класифікація веб-проектів дозволяє виявити їх головні показники, особливості та проектні характеристики. Це дозволяє детально вказати процеси управління веб-проектами та їхні параметри. Для класифікації веб-проектів, зокрема, використовувалися їх ключові характеристики, такі як обсяг і

тривалість, мета, прибутковість, функції та масштаб.

Варто зазначити, що за тривалістю та обсягами згідно класифікації Gartner веб-проекти можна поділити на малі, середні та великі [80].

Малими («легкими») чи нішевими проектами називають досить бюджетні веб-проекти, що мають від кількох до 50 осіб-виконавців, його термін виконання – варіюється від 3 тижнів до 1 року. Як показав аналіз ринку [80], як показує сьогодні більшість веб-проектів належать до категорії малих та середніх веб-проектів.

Є комерційні і некомерційні веб-проекти згідно способу користування результатами та завданнями.

У категорію комерційних включено веб-проекти наступних напрямків:

- CRM-інструменти корпоративних ресурсів;
- інтернет-комерція;
- хмарні сервіси;
- інтернет-маркетинг;
- інтернет-підтримка основного бізнесу;
- онлайн-розваги і лотереї;
- надання інтернет-послуг;
- інформаційні та новинні служби;
- PR та реклама.

До некомерційних відносяться наступні веб-проекти:

- соціальна, соціальна і комунікаційна;
- освітні, пізнавальні та освітні;
- штат;
- благодійна;
- політичний;
- громадські;
- приватне.

Також варто зазначити, що значна частина веб-проектів поєднана, тобто поєднує як комерційні, так і некомерційні компоненти в собі.

До особливостей веб-проектів, способів їх реалізації та управління ними, що відрізняють їх від інших типів та категорій ІТ-проектів, можна віднести наступні:

- головна мета веб-проекту – створення кінцевого продукту для широкої та необмеженої аудиторії споживачів-користувачів;

- людський фактор є дуже важливим в веб-проектах, це в першу чергу пов'язано із соціально-комунікативним характером результатів веб-проекту та з урахуванням великої кількості ергономічних, культурних, психологічних, естетичних та соціальних вимог;

- в більшості випадків, замовником та споживачем результатів веб-проекту є різні люди, це, в свою чергу, створює проблеми у визначенні вимог та проектних характеристик кінцевого продукту;

- веб-проект завжди є індивідуальним, він враховує особливості потреб замовника і споживача, фінальне призначення продукту і, не тиражується у вигляді певних готових рішень;

- результати веб-проектів, в більшості випадків реалізуються в дуже скорочені терміни, що пояснюється динамікою споживчої аудиторії, щодо короткого життєвого циклу версій продуктів та постійної необхідності в оновленні;

- для реалізації веб-проекту використовуються індивідуальний набір технологій, спеціальні платформи та інструменти розробки;

- веб-проекти зазвичай погано структуровані, що супроводжується частими змінами властивостей компонентів проекту та зв'язків між ними під час його реалізації;

- слід зазначити, що веб-проекти характеризуються неповнотою, неточністю, а також ненадійністю даних, що потрібні для процесу управління проектом;

- процес керування веб-проектом не можна назвати повністю визначеним, тому прийняті рішення змінюються в процесі реалізації проекту відповідно до конкретних змін вимог клієнта, ринкової кон'юнктури, цільової аудиторії тощо.

До особливостей управління та реалізації комерційних веб-проектів відносяться чіткі та конкретні вимоги відносно рівня якості реалізації, дедлайнів, коректного функціонування фінального веб-продукту; визначене структурування, а також визначення складових проекту; прийняття участі в управлінні веб-проектом представників замовника; довгострокове надання підтримки коректного функціонування веб-продукту.

Вага та вплив людського фактора є однією з основних характеристик управління веб-проектами. Це пов'язано з тим, що фінальним результатом веб-проекту є веб-продукт, який реалізовано шляхом створення інформаційного веб-ресурсу чи веб-сервісу в мережі Інтернет. Важливою складовою веб-продукту, що реалізується в рамках певного веб-проекту, є його візуальна презентація та сприйняття інтерфейсу користувачем. Оскільки кінцевим споживачем веб-продукту є людина, процес його реалізації супроводжується впливом певних додаткових психологічних, соціальних, ергономічних, культурних, естетичних факторів, а також певними характеристиками цільової аудиторії.

Як результат, соціальні та комунікаційні характеристики результатів реалізації веб-проектів визначають ступінь впливу людського фактора на рівні дій замовника та підрядника веб-проекту. На цьому етапі важливо сформулювати спільне бачення результатів проекту та однозначне розуміння вимог та умов, що досягається взаємодією відповідальних осіб обох сторін, а також координацією позицій та формуванням набору погоджених показників веб-проекту, що потім становитимуть основу вибору стратегії керування та процесів прийняття рішень в процесі реалізації проекту. Взагалі, основна вага людського фактора у проектах створює проблеми процесів управління, через складність формалізації головних показників і параметрів веб-проекту, через появу неоднозначностей, неточностей, невизначеності в даних проекту та, як результат зниження показника надійності, частих змін значущих проектних характеристик в процесі виконання веб-проекту, ускладнення процесів прийняття рішень проекту та зниження їх якості, можливості та ефективності

використання CASE-інструментів для управління веб-проєктами.

Як результат, правильний розгляд ролі, ваги та ступеню впливу людського фактора є одним з головних питань керування веб-проєктами.

Особливості та вплив людського фактора (peopleware) в ІТ-проєктах досліджують, в своїх наукових працях Скотт Беркун (Scott Berkun)[64], Ларрі Константін (Larry Constantine) [37], Том Демарко (Tom DeMarco) [42] та інші. Головною концепцією перелічених авторів є унеможливлення ефективної реалізації будь-якого ІТ-проєкту, а також веб-проєкту, як специфічної категорії без різностороннього аналізу та врахування ступеню впливу людського чинника та його окремих наслідків. У [37, 64] визначено головні сфери впливу людського фактору на процес реалізації ІТ-проєкту і його управління.

Серед них найактуальнішими в процесі управління веб-проєктами є:

- якість та продуктивність веб-проєкту;
- взаємодія між замовником та підрядником веб-проєкту;
- робота групи виконавців;
- прийняття рішень щодо проєкту;
- управління реалізацією проєктної діяльності;
- організаційні задачі;
- розробка інтерфейсів людина-машина;
- ведення документації тощо.

В результаті впливу людського фактора на веб-проєкти виникають такі явища: неповнота та неточність даних та показників веб-проєкту, можливість зміни показників проєкту в ході реалізації веб-проєкту, поява неоднозначностей та складностей у даних веб-проєкту, ризиків помилок під час реалізування проєкту, можливості прийняття невірних та малоефективних рішень щодо керування проєктом, порушення дедлайнів, вимог, умов надання фінансів проєкту тощо, погіршення якості кінцевого веб-продукту, та як результат цього, поява ризику порушити проєктну угоду, досягнення кінцевої бізнес-мети чи реалізацію проєкту взагалі.

Тобто, вплив людського фактору в різних галузях управління веб-

проектами та перелічені наслідки роблять необхідним і важливим розроблення спеціальних практичних та методологічних рішень. Застосування інших методів і засобів для визначення та структурування результатів людського впливу та прийняття рішень щодо управління проектом за перелічених умов створить ефективне управління веб-проектом, що враховує наслідки впливу людського фактору.

1.2 Аналіз інструментарію для управління IT-проектами.

Сучасна концепція керування веб-проектами бере свій початок у 50 – 60-х роках ХХ століття, коли виникла необхідність у створенні нових підходів до організації бізнесу в контексті їх пришвидшеного розвитку. Головні концепції управління проектами в IT-галузі було сформовано в 70 – 80 рр., їх розвиток пов'язаний із збільшенням ваги, а також зростанням обсягу ринку інформаційних технологій. У 90-х роках IT-сектор мав активний розвиток, що був пов'язаний зі створенням інформаційних ресурсів та послуг в мережі Інтернет. У цей відрізок часу концепція власне веб-проекту виникла як окрема категорія IT-проектів. Основні принципи, на яких базуються сучасні підходи до управління веб-проектами в Інтернеті, викладені, у працях Скотта Беркуна [64], С. Архипенкова [16], Карла Вігерса [116], С. Бушуєва [27, 28] та правила, розроблені IEEE, ISO, Інститутом управління проектами (США), Microsoft, IBM та іншими організаціями [82, 83].

Положення, що лежать в основі сучасного способу керування онлайн-проектами, поділяються на наступні групи [68]:

- загальне управління проектами;
- специфічні, враховуючи особливості веб-проектів, що становлять собою окрему категорію IT-проектів;
- спеціальні, призначені для управління IT-проектами.

Загальні принципи керування проектами описані в таких роботах, як [46, 51, 57, 74]. Відповідно до їх положень, управління проектами здійснюється в

наступних галузях [51, 82]: управління щодо змісту веб-проектів, терміни проекту, управління витратами, управління людськими робочими ресурсами, управління якістю, управління комунікацією проекту, управління закупівель (закупівля готової продукції або послуг незалежних виробників, необхідних для проекту), керування зацікавленими сторонами.

У кожному із напрямків приймається рішення про те, як управляти певним ресурсом.

Стандартний набір сучасних принципів управління ІТ-проектами базується насамперед на базисах програмної інженерії та практиці таких проектів, які були розроблені за останні десятиліття. Основною відмінністю процесу управління ІТ-проектами через їх конкретний зміст, місце застосування та мета є важлива роль наступних спеціальних задач [38, 47]:

- визначення, узгодження та формалізація функціональних, нефункціональних та додаткових вимог проекту;
- організація управління вимогами до проекту;
- вибір та обґрунтування технічних, програмних та технологічних платформ для реалізації проекту;
- вибір, планування та впровадження CASE-технологій та інструментів для автоматизованої розробки програмного забезпечення;
- розробка та затвердження архітектури програмного продукту, що розробляється в рамках ІТ-проекту;
- організація тестування, перевірки та оцінки розробленого програмного продукту;
- документація результатів розробки проекту;
- організація продажу програмної продукції, навчання та консультування користувачів;
- підтримка та обслуговування програмних продуктів.

Сьогодні конкретні принципи управління мережевими проектами знаходяться в стадії розробки і формування та базуються на сучасних інноваційних тенденціях, результатах досліджень в області інтернет-технологій

і практиці розробки інтернет-проектів лідерами ринку. Дане формулювання основних принципів онлайн-управління веб-проектами можна знайти в [38, 51] та ін. Найбільш важливими принципами управління веб-проектами можна вважати [76]:

- управління Інтернет-проектами побудовано з урахуванням значного впливу людського фактору;
- управління здійснюється в умовах неякісної структури і неповної формалізації проекту;
- вимоги та умови до оформлення інтернет-проекту можуть суттєво змінитися в процесі його реалізації;
- час на виконання проектів і прийняття рішень є обмеженим;
- до керування веб-проектом прийнято використовувати метод ситуаційного управління;
- методи і технології керування проектами в галузі ІТ повинні бути гнучкими.

Даний перелік принципів управління не є повним, але в цілому він відображає їх специфіку і дозволяє організувати процес прийняття рішень під час керування веб-проектами з урахуванням їх основних особливостей і характеристик.

Принципи та підходи до керування веб-проектами сьогодні активно розвиваються і зазнають чималих удосконалень. Головними напрямками в цьому відношенні сьогодні є наступні:

- збільшення обсягу, функціональності, складності та професійного рівня Інтернет-проектів з подальшим розширенням області веб-продукції і технологій та області виконуваних ними завдань у всіх сферах людської діяльності;
- використання гнучких підходів, методів і веб-технологій робить керування проектом більш динамічним, ефективним, скорочує час необхідний для прийняття оптимальних проектних рішень, покращує їх якість, та значно знижує витрати;
- використання мобільної та віддаленої кооперації виконавців дозволяє

формувані команди для динамічної реалізації проєктів в Інтернет-мережі, які моментально реагують на зміну вимог до проєкту або умов реалізації проєкту;

- істотне підвищення рівня вимог до ризик-менеджменту і кібербезпеки інтернет-проєктів, що призводить до користування спеціальними підходами і технологіями для керування ними;

- зростаюча роль технологічних інструментів в онлайн-управлінні проєктами і рішеннях щодо веб-проєктів, особливо широке використання хмарних платформ і технологій для онлайн-реалізації проєктів керування ними. В цілому сфера прийняття рішень з управління веб-проєктами сьогодні активно розвивається як в галузі створення нових технологічних інструментів, так і в частині поліпшення та створення новітніх концептуальних і методичних рішень, заснованих на досягненнях новітніх технологій.

Методологія управління веб-проєктом заснована на концепції життєвого циклу проєкту-концепції, яку проєкт розглядає як серію фаз, подій, кожна зі своїм ім'ям і тимчасовими обмеженнями. Життєвий цикл проєкту – це базова концепція, на основі якої метод вирішення завдань запуску, організації, реалізації проєкту, фінансування робіт, розподілу інвестицій, прийняття проєктних рішень і деталей проєкту, отримання і підтвердження кінцевого результату, його застосування в певних бізнес-процесах і досягнення кінцевої мети веб-проєкту [46].

Відповідно до методології Інституту управління проєктами [51], протягом життєвого циклу інтернет-проєкту передбачаються такі завдання:

- ініціація (англ. Initiating);
- планування (англ. Planning);
- виконання (англ. Executing);
- контроль і моніторинг (англ. Controlling and Monitoring);
- завершення (англ. Closing).

Управління проєктами на етапах реалізації кожного з цих завдань передбачає, перш за все, розробку та затвердження рішень щодо проєкту та контроль за їх виконанням. Для кожного з етапів існує характерна категорія

завдань та рішень, які менеджер веб-проектів бере на себе для їх реалізації [72].

Наприклад,

- на початковому етапі основним процесом прийняття рішень є визначення та узгодження умов веб-проекту та його вимог;
- на етапі планування прийняття рішення щодо вибору стратегії управління проектом, методів, засобів та засобів її реалізації;
- на етапі впровадження – прийняття проектних рішень щодо розподілу та ефективного використання ресурсів для реалізації конкретної стратегії управління веб-проектами;
- завдання управління та моніторингу проекту в режимі онлайн включає прийняття проектних рішень для оцінки середніх, фактичних результатів, впливу на процес реалізації проекту та його зміни;
- основні рішення щодо складання кінцевого результату, його оцінки та досягнення кінцевої мети проекту знаходяться на завершальній стадії. Тож на кожному етапі життєвого циклу проекту виконання важливих для нього завдань з метою надання ефективних проектних рішень на основі точних та надійних даних, що описують стан проекту в мережі Інтернет та його хід, а також найкращих методів прийняття рішень.

Найпоширенішими підходами до сучасного управління проектами в Інтернеті є традиційний підхід, PRINCE2, Agile, метод критичного шляху та процесно-орієнтований метод [86].

Традиційний підхід Традиційний підхід до управління проектами визначає конкретну послідовність дій, які слід вжити. У традиційному підході існує п'ять основних етапів: запуск, планування та проектування, впровадження, контроль (нагляд), завершення.

Не всі проекти мають усі вищезазначені кроки, оскільки проекти можуть бути завершені до їх повного завершення. Деякі проекти не проходять фазу планування або структурного моніторингу, а деякі можуть проходити фази 2, 3 та 4 кілька разів. Різні галузі використовують різні версії цих етапів проекту.

В ІТ-галузі традиційний підхід більш відомий як модель водоспаду

(каскадна) (67), тобто виконайте низки завдань одне за одним.

Модель водоспаду добре працює з невеликими чітко визначеними проектами і часто неефективна для великих проектів, які не були повністю визначені на початку. Це особливо важливо пам'ятати при розробці нових або інноваційних продуктів.

Варто зазначити, що модель водоспаду не дуже підходить для розробки програмного забезпечення з перелічених причин. По-перше, через те, що вимоги замовника до товару не оформлені, їх можна постійно уточнювати під час процесу розробки, а іноді навіть після завершення процесу розробки та випробувань. По-друге, обставини та умови, за яких використовується система, змінюються, і з часом кожна система повинна вдосконалюватися або припиняється її використання.

Враховуючи необхідність вдосконалення, можна зробити висновок, що модель каскаду буде виправданою лише як модель життєвого циклу для першої версії продукту [74].

Методологія PRINCE2 (PRINCE2 (PRojects IN Controlled Environments 2) – це структурований підхід до управління проектами, що поєднує методи PROMPT та PRINCE, розроблений у 1989 році Центральним телекомунікаційним та комп'ютерним агентством як національний стандарт Великобританії для управління IT-проектами. PRINCE2 – це метод управління проектами в чітко визначеній структурі.

PRINCE2 описує процедури координації діяльності команди проекту в процесі її розробки, а також процедури, що застосовуються у разі змін у проекті або у разі значних відхилень від початкового плану. Цей підхід фокусується на визначенні та презентації продукції, особливо на вимогах до якості. У цьому підході кожен процес визначається своїми вхідними та вихідними показниками з конкретними цілями та діями, які слід взяти. Це дозволяє контролювати будь-які відхилення від початкового плану. Завдяки розподілу процесів на керовані фази, PRINCE2 забезпечує ефективне управління ресурсами.

Підхід PRINCE2 включає наступну організаційну структуру:

- лідер проєкту – менеджер проєкту;
- рада проєкту, який складається із Замовника, Головного користувача та Головного експерта і перед ними відповідає Менеджер проєкту. Керівник проєкту також відповідає за моніторинг питань та подання пропозицій щодо альтернативних рішень Раді проєкту;
- служба project assurance, завданням якої є надання незалежного погляду на проєкт з точки зору клієнтів, користувачів та спеціалістів. Ця послуга пропонує три звіти: бізнес-звіт, звіт про користувача та технічний звіт. У невеликих проєктах роль цієї послуги виконує проєктна рада;
- служба адміністративної підтримки, яка відповідає за проведення нарад, надання необхідної інформації всім одержувачам, ведення запису даних про проєкт. У невеликих проєктах це є частиною завдань керівника (менеджера) проєкту.

Гнучкий підхід (AGILE) Гнучкий підхід до управління проєктами включає кілька ітеративних підходів, заснованих на принципах управління людською взаємодією та заснованих на огляді процесу співпраці людей. Методи, засновані на навичках, найчастіше використовуються при розробці програмного забезпечення, веб-сайтах, креативних індустріях та маркетингу.

Цей підхід відрізняється від традиційних підходів, таких як метод водоспаду. При гнучкій розробці програмного забезпечення проєкт позиціонується як серія відносно невеликих завдань, які виконуються адаптивно, відповідно до ситуації, а не як чітке планування.

Agile – це спільний термін для багатьох методологій управління проєктами, включаючи:

Scrum – цілісний підхід до розробки продукту, який фокусується на ітеративних цілях, встановлених власником продукту і сформульованих у переліку вимог до функціональності проєкту. Їх реалізовує команда проєкту за допомогою Scrum Master.

Екстремальне програмування – сукупність практик, заснованих на наборі принципів і цінностей, метою яких є застосування тісної співпраці та

зворотного зв'язку на всіх рівнях розробки продукту. Екстремальне програмування використовується для зниження вартості змін проєкту, є популярним програмування TDD (розробка шляхом тестування) та програмування парами.

Екстремальне виробництво (XM), засноване на методах Scrum, Kanban та Kaizen, дозволяє швидко моделювати та створювати прототипи.

Crystal Clear – це гнучка методологія, яка фокусується на спільному користуванні та тісній співпраці. Crystal Clear фокусується на людях, а не на проєктних процесах.

Kanban є основою для вдосконалення процесів, що використовуються для управління фактичною роботою над проєктами, що керують гнучким підходом. Kanban – це специфічний підхід до створення програмного забезпечення.

Scrumban – це змішаний підхід до управління проєктами, заснований на Scrum та Kanban. Він зосереджений на досягненні гнучкості Kanban та додаванні структури Scrum.

Метод критичного шляху (CCPM) Метод критичного шляху [99] в управлінні проєктами – це метод планування та управління проєктами, який фокусується на управлінні обмеженими ресурсами, необхідними для виконання проєктних завдань. Цей метод в основному є розширенням теорії обмежень на проєкти. Основна мета – підвищення продуктивності (тобто збільшення кількості виконуваних завдань) проєктів в організації. Коли застосовуються три з перших п'яти кроків теорії обмежень, системні обмеження для всіх проєктів виражаються як ресурси.

Щоб скористатися цими обмеженнями, завданням на критичному шляху надається вищий пріоритет, ніж іншим. Таким чином, веб-проєкт планується та управляється таким чином, щоб забезпечити наявність необхідних ресурсів на початку виконання завдань критичного шляху, пристосовуючи решту ресурсів до методу критичного шляху.

План проєкту, як правило, повинен бути адаптований до розподілу ресурсів, а найдовша серія завдань з обмеженими ресурсами визначена як

критичний шлях. У середовищах з багатьма проєктами розподіл ресурсів відбувається між різними веб-проєктами. Однак часто достатньо вказати один із ресурсів, який виступає обмеженням між проєктами, альтернативне впровадження яких планується залежно від наявності цього ресурсу.

Процесно-орієнтований підхід. Використання орієнтованого на процеси підходу до управління проєктами було скеровано використанням моделей, таких як CMMI та ISO/IEC15504. Процесно-орієнтоване управління проєктами – це підхід, при якому бізнес розглядається як сукупність процесів. Цими процесами організація керує та вдосконалює їх для досягнення своєї місії, цілей та бачення. Взаємозв'язок між процесом і баченням допомагає компанії розробити стратегію, побудувати структуру бізнесу та використовувати достатньо ресурсів, що є вимогами для довгострокового успіху.

Що стосується процесів, організація розглядає свій бізнес як систему, спрямовану на реалізацію свого бачення, і складається з вертикальних процесів, а не із завдань, характерних для окремих функцій. Система – це не метод або засіб для окремого процесу, а цілісний підхід до управління процесами в організації. Отже, для ефективного управління процесами організація повинна мати ефективну команду і повністю визнавати свої цілі та бачення.

Загалом, система управління фокусується на конкретних знаннях та рішеннях щодо витрат та бюджету, з іншого боку, орієнтований на процеси підхід застосовує ці виміри, беручи до уваги, як кожен із них вплине на компанію. В результаті останніх технологічних досліджень та зростаючої міжнародної конкуренції все більше компаній прагнуть вдосконалити спосіб інтеграції своєї організаційної діяльності.

1.3 Аналіз сучасних програмних засобів для управління ІТ-проєктами

Сучасні підходи до технологічного забезпечення процесів управління мережевими проєктами засновані на використанні засобів CASE (Computer-Aided Software Engineering), що забезпечує високу якість кінцевих веб-

продуктів, безпомилкове та просте обслуговування [75]. За допомогою таких інструментів керівники проєктів та учасники отримують можливість:

- вибір рішень, стратегій, найкращих методів для здійснення веб-проєкту;
- моніторинг та контроль усіх фаз його реалізації;
- координація дій та результатів виконання окремих проєктних завдань в

Інтернеті;

- документація та облік реалізації проєкту в режимі онлайн.

Відповідно до [90], інструменти CASE, що використовуються в управлінні веб-проєктами, поділяються на наступні групи:

- інструменти для підтримки конкретних завдань у життєвому циклі онлайн-продукту, розроблені в рамках проєкту;
- інструменти, що поєднують декілька інструментів і орієнтовані на певні частини життєвого циклу веб-продукції;
- середовища, що поєднують в собі різні інструменти та охоплюють весь життєвий цикл веб-продукції.

Інструменти підтримки завдань поділяються на такі категорії:

- засоби аналізу – призначені для побудови та аналізу моделей предметної області;
- засоби проєктування баз даних;
- засоби розробки програмного забезпечення для веб-проєктів;
- інструменти для реконструкції процесу використання веб-продукції;
- інструменти планування та управління веб-проєктами;
- інструменти онлайн-тестування продукції;
- ресурси для документування проєкту.

Системи CASE з категорії інструментів для планування та управління веб-проєктами – це інструменти для управління планом проєкту, оцінки витрат та навантаження, призначення завдань, планування ресурсів [75, 90]. Вибір оптимальної стратегії управління проєктом на основі ряду особливостей проєктування є конкретним завданням, вирішеним на початку життєвого циклу

проекту, тому інструменти вибору стратегії можуть бути віднесені до конкретної підкатегорії інструментів управління проектами.

Система, яка дає змогу вибирати стратегії управління проектами в Інтернеті, по суті є системою підтримки прийняття рішень (СППР), оскільки її основною функцією є допомога керівнику проекту у прийнятті стратегічних рішень за наявності багатьох факторів, що впливають на рішення.

Серед найпоширеніших інструментів, що використовуються сьогодні для управління IT-проектами, є [54], [110]: Microsoft Project, Basecamp, JIRA (Atlassian), Wrike, Podio, Smartsheet.

Microsoft Project. Ця система була створена корпорацією Майкрософт і створена для планування проекту, розподілу ресурсів, моніторингу прогресу та аналізу виконаної роботи, а також спільної роботи над проектом. Microsoft Project створює план, використовуючи метод критичного шляху [99], візуалізуючи його за допомогою таблиць Ганта. Ключові особливості Microsoft Project включають планування проекту та розрахунок витрат, управління завданнями, звітування та аналітику, управління ресурсами та співпрацю через Sharepoint і Skype.

Basecamp – це мережевий інструмент для управління проектами та співпраці, створений 37signals. Система призначена в основному для використання на малому бізнесі, для внутрішнього використання. Запущена в 2004 році. Наприкінці 2009 року система пропонувала користувачам безліч варіантів [79], серед яких: персоналізація системи, перегляд інформації про клієнтів та проекти, планування та відстеження завдань, робота з файлами, дискусійні форуми, призначення та управління пунктами проекту, відстеження часу тощо.

JIRA (Atlassian). Головною особливістю JIRA є відстеження помилок, але воно також успішно використовується в управлінні проектами. Цей продукт створений як аналог системи Bugzilla і багато в чому повторює її архітектуру. Джіра дає вам можливість працювати над багатьма проектами одночасно. Ця система працює на декількох базах даних та операційних системах.

Основним елементом JIRA є завдання, яке містить назву проєкту, тему, тип, пріоритет, компоненти та додаткову інформацію. Кожне завдання може містити підзавдання. JIRA пропонує широкий спектр варіантів конфігурації полів для різних типів проєктів, тому його можна використовувати в різних сферах дії для широкого кола завдань.

Wrike. Система управління проєктами Wrike створює місце для ефективної взаємодії між командою, яка працює над веб-проєктом. Можна навести такі важливі функції: планування проєкту, створення завдань та моніторинг прогресу. Система може бути адаптована до потреб команди проєкту і, таким чином, адаптована до різних потреб. Діаграми Ганта використовуються для планування проєкту та балансування навантаження. Система має безліч функцій для однорангового спілкування, інтеграції з електронними системами та зберігання файлів у «хмарі».

Podio – це розподілена умовно безкоштовна система управління на базі веб-платформи та хмарних технологій. Podio розробив перші версії в 2009 році, а з 2012 року продукт належить і підтримується виробником програмного забезпечення Citrix. Інструмент орієнтований на управління малими та середніми проєктами. Особливістю платформи управління проєктами Podio є її модульна організація, яка дозволяє використовувати готові бізнес-додатки та налаштовувати їх відповідно до вимог веб-проєкту.

Podio забезпечує наступні ключові функції для Менеджера веб-проєктів.

Планування та контроль проєктної діяльності в режимі реального часу з відкритою візуалізацією процесів. Також підтримується метод організації групової роботи групи підрядників з можливістю динамічної координації, управління та документування їхніх дій.

Організування розподіленого середовища для реалізації проєктів, включаючи використання мобільних технологій. Цей підхід сьогодні досить популярний і дозволяє динамічно формувати та керувати командою менеджерів веб-проєктів, які також фізично розташовані в різних місцях.

Він підтримує широкий спектр форматів файлів для презентації даних проекту, ефективного обміну, синхронізації, інтеграції та узгодження даних із проектними процесами.

Управління завданнями інтернет-проектів, їх декомпозиція, структурування, інтеграція та організація виробничих потоків в Інтернет-проекті.

Розширення функціональності інструментів управління проектами, динамічно підключаючи широкий спектр додаткових функціональних компонентів, роблячи процес управління гнучким і здатним швидко реагувати на зміни в середовищі проекту.

Сьогодні платформа управління проектами Podio активно розвивається та розширюється на ринку інструментів управління проектами і є одним з найпопулярніших інструментів, спеціально використовуваних для управління проектами в Інтернеті.

Smartsheet – це мережева система управління проектами як (SaaS), що працює на декількох платформах (включаючи мобільні). Система орієнтована на розподілене управління малими та середніми проектами в режимі реального часу. Smartsheet – це популярний інструмент, що використовується в управлінні мережевими проектами, головним чином завдяки своїй присутності в Інтернеті, простоті управління методологією, сумісності з багатьма технологічними інструментами для розробки програмного забезпечення, гнучкості та розширюваності та інтеграції на інші платформи.

Концепція Smartsheet базується на простому, зручному інтерфейсі на основі таблиці даних проекту, при цьому кожен рядок описує конкретний компонент проекту. Це дозволяє створити компактний, інтегрований опис стану проекту в Інтернеті, що значно спрощує та пришвидшує управління проектами та прийняття рішень. Система надає менеджеру мережеских проектів можливість виконувати, серед іншого, такі завдання, як призначення проектів, моніторинг процесу проекту, планування та управління, розподілена проектна документація та інше управління проектами.

В результаті аналізу можна зробити висновок, що всі аналізовані системи управління проектами є в основному універсальними інструментами; вони орієнтовані насамперед на реалізацію поточного процесу управління реалізацією проекту, незалежно від етапів підготовки та запуску проекту. Найбільш проблематичним у розглянутих технологічних інструментах є те, що вони не містять компонентів, що враховують специфіку мережевих проектів та надають додаткову функціональність на фазах їх запуску та планування, особливо обробку вхідних даних для проекту та його драйверів, прийняття рішень, стратегію управління проектами.

Це є підґрунтям потреби в розробці особливих методів і способів керування веб-проектами, що враховують їх специфіку, характерні риси для отримання бажаного фінального веб-продукту.

РОЗДІЛ 2

СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

2.1 Моделювання процесу управління іт-проєктами

Веб-проєкти, як і інші ІТ-проєкти вважаються бізнес-процесом [65, 66], тому для його аналізу та дослідження був використаний метод IDEF [77]. Ця методика була розроблена в рамках проєкту ICAM (*Integrated Computer-Aided Manufacturing*) для вирішення проблеми вивчення, моделювання та проєктування складних систем. Впровадження підходу IDEF дозволяє скласти опис систем, їх компонентів та процесів, що відбуваються в цих системах, за допомогою ряду формальних та візуальних інструментів, забезпечуючи обраний рівень деталізації, обсяг даних та точність моделі. Сьогодні методологія IDEF широко використовується для веб-проєктів, розробки програмного забезпечення, побудов інформаційних систем, аналізу та реконструкції бізнес-процесів тощо.

Функціональна модель [55] за методологією IDEF0 описує веб-проєкт як керований процес (*WP*) (рис. 2.1), на вході якого знаходяться ресурси проєкту (*Resources*), а результатом є результат проєкту - веб-продукт (*Web-product*), реалізація процесу забезпечується виконавчим виконавцем проєкту (*Executant*), дія управління процесом виконується процедурою управління проєктами, яка враховує управлінські дії та проєктні ризики (*Control/Risk*).



Рисунок 2.1 – Функціональна модель веб-проєкту

Дану модель може описати наступний кортеж:

$$WP = \langle Resources, Executant, Web-product, Control/Risk \rangle. \quad (2.1)$$

Де, для його складових існує залежність:

$$Web-product = \Phi(Resources, Control, Executant, Risk), \quad (2.2)$$

де Φ – деяке відображення впливу компонентів опису веб-проєкту на фінальний результат, й діють наступні обмеження:

$$R_{min} \leq Resources \leq R_{max}, \quad T_{min} \leq T \leq T_{max}, \quad (2.3)$$

де R_{min} , R_{max} – мінімальний та максимальний обсяг ресурсів проєкту, T , T_{min} , T_{max} – реальний, мінімальний та максимальний часові терміни реалізації веб-проєкту.

Одними з цілей, які мають бути досягненні під час реалізації веб- проєкту – є мінімізація обсягу ресурсів (*Resources*), мінімізація дедлайнів (*T*), а також мінімізація ризиків під час реалізації веб-проєкту ($| Risk |$):

$$Resources \rightarrow R_{min}, \quad T \rightarrow T_{min}, \quad | Risk | \rightarrow 0. \quad (2.4)$$

Головною метою процесу управління веб-проєктом є виконання перелічених вище цілей проєкту.

Якщо дотримуватися методології функціонального моделювання, то керування веб-проєктом є процес (*WPM*), на вході якого знаходиться набір певних проєктних характеристик (*ProjectChar*), на виході отримуємо набір управлінських рішень проєкту (*ProjectDec*), управління цим процесом визначає обрана стратегія проєкту (*ProjectStr*), виконавчий механізм - це менеджер веб-проєкту (*ProjectMng*). Дану модель, представляє наступний кортеж:

$$WPM = \langle ProjectChar, ProjectMng, ProjectDec, ProjectStr \rangle, \quad (2.5)$$

для його складових існує залежність:

$$ProjectDec = \Phi_{WPM}(ProjectChar, ProjectMng, ProjectStr), \quad (2.6)$$

де Φ_{WPM} – відображення, що визначає та показує відповідність між значеннями проєктних характеристик, стратегією керування веб-проєктом, а також діями менеджера проєкту та обраними рішеннями.

В моделі було застосовано обмеження та цілі згідно обмежень є аналогічними до обмежень і цілей, що попередньо задаються у функціональній моделі проєкту.

Варто зазначити, що така модель, не є повністю адекватною, тому що існує набір особливостей веб-проєкту як окремої групи процесів, які зменшують можливості використання традиційної моделі.



Рисунок 2.2 – Функціональна модель управління веб-проєктом та її особливості

Функції веб-проєкту як контрольованого процесу:

– унікальність - набір конструктивних особливостей, вимог, методів реалізації та управління для кожного онлайн-проекту є специфічним і не дублюється в наступних проектах;

– складність формалізації цілі проекту виникає із соціальних характеристик та комунікаційних особливостей продуктів, що створюються в процесі його реалізації, обміну клієнтами та замовниками результатами проекту;

– відсутність формальних критеріїв для прийняття оптимальних рішень та процесу управління веб-проектами загалом;

– динаміка реалізації проекту та процес управління в мережі Інтернет, що відображається у зміні вимог, умов, характеристик проекту, стратегії управління, безпосередньо в процесі реалізації проекту;

– неповнота, неточність, невідповідність даних, що описують проект та забезпечують управління ним;

– наявність свободи вибору в процесі прийняття рішень та управлінських дій, що пов'язано із значним впливом людського фактору [37], [42] на даний тип проектів.

Додатковою особливістю процесу керування проектами є залежність стратегії проекту та дій менеджера онлайн-проекту від складу, змісту та значень характеристик проекту, які визначаються шляхом порівняння:

$$ProjectChar \rightarrow ProjectStr, ProjectStr = \Theta_1 (ProjectChar) \quad (2.7)$$

$$ProjectChar \rightarrow ProjectMng, ProjectMng = \Theta_2 (ProjectChar) \quad (2.8)$$

Ці особливості забезпечують основу для розгляду моделі процесу керування веб-проектами як погано структурованої системи [44]. Для аналізу та вивчення цієї категорії систем доцільно використовувати модель ситуаційного управління, запропоновану Д. Поспеловим [48, 50]. Головною особливістю цієї моделі є те, що спосіб зміни керованої системи в стан в момент часу t_{i+1}

визначається показниками стану системи в момент часу t_i . Таким чином, опис процесу управління веб-проєктами стає наступним кортежем:

$$WPM^* = \langle WPM, \lambda_{ProjectChar}, \lambda_{ProjectMng}, \lambda_{ProjectDec}, \lambda_{ProjectStr} \rangle = \langle ProjectChar, ProjectMng, ProjectDec, ProjectStr, \lambda_{ProjectChar}, \lambda_{ProjectMng}, \lambda_{ProjectDec}, \lambda_{ProjectStr} \rangle, \quad (2.9)$$

де $\lambda_{ProjectChar}$, $\lambda_{ProjectMng}$, $\lambda_{ProjectDec}$, $\lambda_{ProjectStr}$ – є правилами зміни набору функцій проєкту *ProjectChar*, правила зміни залежно від стратегії проєкту *ProjectStr*, дій менеджера проєкту *ProjectMng* та рішень щодо проєкту.

Впровадження такої моделі дозволяє набагато більш адекватно описати процес керування проєктами, враховуючи невизначеність показників проєкту та залежність стратегії проєкту та процесу прийняття проєктних рішень від них. Основними цілями процесу управління веб-проєктами в цьому відношенні є:

- уточнення ряду конструктивних особливостей з урахуванням їх невизначеності;
- визначення стратегії управління проєктами в Інтернеті, відповідного складу, змісту та розуміння цих особливостей проєкту;
- розробка управлінських рішень з урахуванням конструктивних особливостей та обраної стратегії проєкту;
- здійснення управлінських дій.

Будь-який процес управління проєктами базується на процедурах прийняття проєктних рішень. На підставі таких рішень визначається факт існування проєкту, зміст роботи, умови виконання, бюджет проєкту, склад групи виконавців, розподіл ресурсів тощо. Низка управлінських рішень, які формулюють зміст, специфіку, а також порядок реалізації веб-проєкту *Proj*, формує, в свою чергу, структуру, котра є профілем проєкту S^{Proj} . Профіль можна описати наступним чином:

$$S^{Proj} = f(s_1, s_2, \dots, s_{NDec}), \quad (2.10)$$

де $s_i, i=1,2, \dots, N^{Dec}$, s_i – i -те управлінське проєктне рішення,

N^{Dec} – сума кількості прийнятих управлінських рішень,

f – заміна набору проєктних управлінських рішень на профіль управління веб-проєктом.

Варто зазначити, що кожне проєктне рішення, базується на наборі показників, котрі, в свою чергу, описують проєкт, а також оточення проєкту. Зазначені показники надалі називатимемо проєктними характеристиками.

Проєктна характеристика – це певний показник, що характеризує та описує один із аспектів веб-проєкту, порядку його реалізації, особливостей зацікавлених сторін, а також впливає на процес виконання веб-проєкту та управління.

Проєктну характеристику h_j ($j=1, 2, \dots, Num^{PrChar}$; Num^{PrChar} – число проєктних характеристик) у процесах управління веб-проєктом задається:

$$h_j = \langle Name_h_j, Value_h_j \rangle, \quad (2.11)$$

де $Name_h_j$ – назва характеристики,

$Value_h_j$ – значення даної характеристики,

$Value_h_j \in Dom(h_j)$, $Dom(h_j)$ – множина допустимих значень j -ї характеристики проєкту.

Процедуру управління веб-проєктом $s_i(h_1, h_2, \dots, h_N^{PrChar})$ можна описати наступним чином:

$$Q_i : Dom(h_1) \cdot Dom(h_2) \cdot \dots \cdot Dom(h_N^{PrChar}) \cdot Dom(s_i), \quad (2.12)$$

де $Dom(h_1) \cdot Dom(h_2) \cdot \dots \cdot Dom(h_N^{PrChar})$ – узагальнений декартів добуток доменів проєктних характеристик,

$Dom(s_i)$ – множина можливих значень проєктного рішення s_i .

Головні чинники, які мають вплив на прийняття проєктних рішень

перелічено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Чинники прийняття рішень під час управління веб-проектами

Категорія чинників прийняття проектних рішень	Зміст	Час	Вартість	Якість	Людські ресурси	Комунікація	ризики	Закупівлі	Зацікавлені сторони сторони
Фінансові дані клієнта	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту	-	-	-	-	+	+	-	-	+
Бюджет проекту	+	+	+	+	+		+	+	+
Стосунки між виконавцем та замовником	-	+	-	-	+	+	+	-	-
Специфіка організації клієнта	+	-	+	-	-	-	+	-	+
Вимоги до проекту	+	+	-	+	-	-	-	-	+

Проектну характеристику можна подати у вигляді:

$h_{\text{ПозначенняГрупи_ПозначенняХарактеристики}}$

Позначення групи створюється так: перша літера – *D*, *C*, *P* – означає об'єкт, до якого має власне відношення група проектних характеристик: розробник (Developer), клієнт (Client), проект (Project).

Наступна друга частина назви групи – позначення сфери (скорочено), котру дана група відображає. В даній роботі сформовано слідуючі групи проектних характеристик:

- фінансові дані клієнта (Finance) H_{CFin} ;
- дані осіб, котрі представляють зацікавлені сторони веб-проекту (Persons) H_{CPers} ;
- дані про фінанси веб-проекту (Finance) H_{PFin} ;

- стосунки виконавця із замовником (Relationships) H_{DRel} ;
- інформація про організацію замовника (Organization) H_{COrg} ;
- вимоги щодо веб-проєкту (Requirements) H_{PReq} ;

Слідуючи за цим принципом, проєктні характеристики, котрі віднесені до групи H_{CFin} позначаються так: h_{CFin_cInc} , $h_{CFin_cPrevInc}$, $h_{CFin_cPotInc}$.

Скорочена назва характеристики складається з префіксу d , c , p (як і попередньо групи проєктних характеристик), вона позначає розробника, замовника, а також проєкт у вигляді об'єкта, котрий має описувати проєктна характеристика.

У випадку, коли проєктна характеристика виступає інтегральною, то в її найменуванні присутній суфікс $_Int$, наприклад, $h_{DRel_cImp_Int}$ – ступінь важливості замовника для виконавця.

При необхідності також є можливість розширити набір конструктивних та групових характеристик, і це не вплине на існуючі характеристики веб-проєкту.

За критерієм можливості їх пропуску без критичного та негативного впливу на точність результатів проєктні характеристики поділяються на основні та додаткові. Ключові характеристики проєкту мають вирішальне значення для прийняття рішення щодо вибору стратегії управління проєктом, і якщо вони відсутні і неможливо отримати приблизні значення, це рішення прийняти неможливо. Приблизні значення основних проєктних особливостей впливають на точність рішення щодо вибору стратегії управління веб-проєктом.

Додаткові характеристики не мають вирішального значення для результату, але впливають на точність рішення. Рішення можуть прийматись за відсутності однієї або декількох проєктних особливостей з цієї категорії, але не можуть за відсутності всіх.

Головні проєктні характеристики включають наступне:

- попередній дохід виконавця від замовника;
- потенційно можливий дохід;

- мова спілкування;
- масштаб проекту;
- гнучкість бюджету;
- методи фінансування;
- пріоритет клієнта для підрядника;
- значення проекту;
- технології проектування;
- сфера діяльності замовника;
- важливість замовника для виконавця проекту.

Додаткові характеристики веб-проекту:

- дохід клієнта;
- характер представника клієнта;
- стать представника клієнта;
- вік представника клієнта;
- професіоналізм представника клієнта;
- кількість людей, які приймають проєктні рішення;
- форма власності клієнта;
- частота взаємовідносин із клієнтами;
- ступінь комфорту під час роботи з клієнтом.

Неважливі проєктні особливості не потрібні для вибору стратегії управління проєктом, але вони впливають на точність цього вибору. Наприклад, характеристики представників споживачів вплинуть на ситуацію, що після аналізу першої категорії показників результат все ще не визначений повністю і може змінюватися в будь-якому напрямку в залежності від вторинних умов. Ця особливість не може бути перевагою, оскільки навіть при дуже приємних стосунках з клієнтом, якщо проєкт недостатньо фінансується або якщо підрядник не має необхідних технологій, результат буде негативним.

За своїм складом проєктні характеристики поділяються на дві категорії: базові та інтегральні.

Головна особливість базової характеризується лише одним конкретним аспектом; має атомарну природу.

Інтегральні характеристики проєкту, на відміну від основних характеристик проєкту, є складними та описують аспекти, на які впливають різні фактори. У класифікації особливостей веб-проєкту, представленій у цьому розділі, складовими елементами є:

- рівень важливості для виконавця ($h_{DCRel_cImp_Int}$);
- рівень комфорту роботи із замовником ($h_{DCRel_cComf_Int}$);
- характеристика представника клієнта ($h_{CPers_cChar_Int}$).

Отже, ці особливості проєкту описують складні аспекти процесу взаємодії зацікавлених сторін, які важко надати експертній оцінці, якщо ми розглядаємо їх як цілісні концепції.

Щоб зрозуміти значення інтегрованих функцій, буде використано метод аналізу ієрархій, що будуть застосовано для визначення пріоритетів ключових характеристик для конкретного веб-проєкту.

За змістом *Фінансові дані клієнта* (H_{CFin}):

- *рівень доходів клієнта* (h_{CFin_cInc}). Він визначає бюджет проєкту та характеризує платоспроможність клієнта. Цей показник є одним з найважливіших, оскільки зазвичай робота над проєктом планується виходячи з бюджету, доступного для його реалізації: залежно від платоспроможності клієнта, проєкт можна розділити на етапи та реалізовувати поступово, з оплатою поетапно. У цьому випадку часто важливо реалізувати найважливіші проєктні функції на першому етапі без деталей. На відміну від них, у проєктах з великим бюджетом функціональність проєкту часто розширюється і більше уваги приділяється деталям. Рівень доходу клієнта може бути: низьким, середнім та високим. Рейтинг за шкалою від 0 до 1;

- *попередні доходи виконавця від замовника* ($h_{CFin_cPrevInc}$). Цей показник є особливістю існуючих відносин між постачальником та покупцем. Це важливо, оскільки це дозволяє виконавцю проєкту визначити, наскільки стратегічно важливим для нього є замовник. Давайте оцінимо попередній дохід

від конкретного клієнта як відсоток від загального доходу виконавця та помістимо його до інтервалу від 0 до 1;

– *потенційний дохід від клієнта ($h_{CFin_cPotInc}$)*. Цей показник дозволяє оцінити, наскільки перспективним і важливим для постачальника є новий замовник та чи є сенс розпочати з ним співпрацю. Можна оцінити потенційний дохід як відсоток від загального потенційного доходу підрядника за певний період і переведемо його в інтервал 0 до 1;

Дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проєкту (HSPers):

– *характеристика представника клієнта ($h_{CPers_cChar_Int}$)*. Ця характеристика проєкту є природною і виражає загальну характеристику особи, яка виступає в ролі представника клієнта. Ця функція поєднує в собі такі основні характеристики, як стать, вік та характер представника клієнта, і дозволяє більш повно розглянути цю особу;

– *характери осіб (h_{CPers_cChar})*, між якими відбувається спілкування під час проєкту, суттєво впливають на їх розуміння, а отже, на якість і швидкість виконання завдань [29]. Для оцінки комфортності стосунків необхідно мати інформацію про соціотипи представника виконавця та представника клієнта. Їх зв'язок вертикальний, оскільки замовник по суті виконує роль керівника виконавця. Горизонтальні відносини із замовниками (партнерство) та відносини між представниками підрядника в цьому випадку не враховуються. Залежно від типу взаємин між цими соціотипами їм присвоюється певна точка, яка вказує на рівень комфорту у взаємовідносинах між соціотипами (табл. 2.2). [45] Оцінки, що відповідають приємним стосункам, позначаються знаком "+", а неприємні - "-".

Стать представника замовника ($h_{CPers_cGender}$) може впливати на якість спілкування між представником замовника та виконавцем даного веб-проєкту, хоча і в меншій мірі, ніж характер. Для виконавця веб-проєкту стать представника клієнта: 0 – нижчий пріоритет; 0,5 – не має значення; 1 є найвищим пріоритетом.

Таблиця 2.2 – Оцінка ситуативної можливої комфортності відносин між соціотипами виконавця та замовника

Вид відносин між різними соціотипами	Постійні, у типових ситуаціях		Тимчасові, у нетипових ситуаціях	
Доповнення	+10	1,00	+10	1,00
Активаційні	+6	0,80	+7	0,85
Дзеркальні	+9	0,95	+8	0,90
Напівдоповнення	+8	0,90	+9	0,95
Міражні	-3	0,35	-1	0,45
Тотожні	+7	0,85	+3	0,65
Родині	-1	0,45	-2	0,40
Ділові	+5	0,75	+4	0,70
Супер-его	-8	0,10	-6	0,20
Квазі-тотожність	-6	0,20	-7	0,15
Протилежність	-4	0,30	+2	0,60
Конфліктні	-7	0,15	-3	0,35
Замовлення	-2	0,40	+5	0,75
Підзамовність	-9	0,05	-4	0,30
Ревізія	-3	0,35	+6	0,80
Підревізність	-10	0,00	-5	0,25

Вік представника замовника (h_{SPers_cAge}). З огляду на велику різницю у віці (25 років і більше, що насправді є поколінням), спілкування між представниками підрядника та замовником може бути складним через різне сприйняття одних і тих самих проблем та різні підходи до вирішення їх. Різницю у віці можна оцінити наступним чином: 0 – велика різниця у віці, що значно ускладнює спілкування, 0,5 – різницю у віці, що може дещо ускладнювати, 1 – представники замовника та виконавця одного віку, або немає труднощів у спілкуванні через різницю у віці.

Мова спілкування (h_{CPers_cLang}), або рівень розуміння мови клієнта: 0 – не знаю; 0,25 – знання нижче середнього; 0,5 – середній рівень; 0,75 – вище середнього; 1 – високий рівень володіння.

Професіоналізм представника клієнта (h_{CPers_cProf}). Під професіоналізмом ми розуміємо обізнаність клієнта про технології, що використовуються в ході реалізації веб-проєкту, тобто 0 – не знаю; 0,5 – користувач; 1 – програміст.

Кількість осіб, які приймають рішення щодо проєкту (h_{CPers_cNum}). Найкраще працювати над проєктом з однією людиною, яка приймає остаточні рішення. Якщо таких людей декілька, то, відповідно, існує кілька різних однакових поглядів на робочий процес та перспективи проєкту. Підряднику складніше працювати в таких умовах, оскільки процес комунікації ускладнений (через те, що вся інформація повинна передаватися представникам кожного клієнта щоразу), а ймовірність зміни плану проєкту є високою. Якщо ми приймаємо $Num^{CPersDec}$ як кількість людей, які приймають остаточні рішення щодо проєкту, рівень простоти прийняття рішень клієнтом можна описати за формулою: $h_{CPers_cNum} = 1/Num^{CPersDec}$.

Фінансові дані проєкту (H_{PFin}) та його масштаб (h_{PFin_pScope}). Ставка проєкту включатиме відсоток ресурсів виконавця, які будуть використані для реалізації проєкту, за шкалою від 0 до 1, де значення "1" означає, що проєкт включатиме всі наявні у виконавця ресурси.

Гнучкість бюджету (h_{PFin_pBFlex}). Гнучкість бюджету для проєкту 0 – бюджет фіксований, додаткове фінансування не передбачено, 0,5 – покупець готовий надати додаткове фінансування у разі нагальної потреби, 1 – покупець готовий розширити бюджет та надати додаткове фінансування у разі некритичних потреб.

Характеристика методів фінансування (h_{PFin_pBFin}). Цей індикатор відображає робочу фазу. Нехай $Num^{PFinStage}$ – це кількість етапів, на які поділяється робота над проєктом. Якщо робота оплачена повністю на початку

або в кінці, то $h_{PFin_pBFin} = 1$. Якщо проєкт розділений на фази, $h_{PFin_pBFin} = 1/Num^{PFinStage}$

Характеристика відносин виконавця веб-проєкту та клієнта (H_{DCRel}).

Частота взаємовідносин із клієнтами ($h_{DCRel_cRelPeriod}$): 0 – відсутність періодичності (одиничний проєкт), 0,5 – періодичні відносини, але лише на обмежений час, 1 – періодична робота з клієнтом.

Пріоритет клієнта для виконавця (h_{DCRel_cPrior}). 1 – клієнт має максимальний пріоритет 0 - клієнт має мінімальний пріоритет

Рівень важливості для виконавця ($h_{DCRel_cImp_Int}$) є невід'ємною особливістю проєкту. Він визначається розміром фактичного та потенційного доходу клієнта, лояльністю, стратегічними планами та діловими інтересами підрядника.

Зручність роботи з клієнтом ($h_{DCRel_cComf_Int}$) є невід'ємною особливістю реалізації проєкту. Комфортна робота з клієнтом, далі наводяться показники характеру, лояльності, важливості проєкту, форм власності клієнта, обізнаності клієнтів про технології, віку та статі представників клієнтів.

Особливості організації замовника (H_{COrg}) Форма власності клієнта (h_{COrg_cOwn}). 1 – має високий пріоритет для виконавця 0,5 – не дуже важливий, 0 – взагалі непріоритетний.

Галузь діяльності клієнта (h_{COrg_cArea}). 0 – всупереч інтересам підрядника, наприклад, торгівля зброєю, 0,5 – не впливає як така, нейтральна, 1 – цікава та перспективна для виконавця.

Вимоги до проєкту ($HPReq$). Терміновість виконання веб-проєкту (h_{PReq_pUrg}). Важливість проєкту впливає на планування роботи над ним та визначення пріоритетів.

Слід зазначити, що терміновість проєкту варто розглядати разом із важливістю замовника для підрядника, оскільки у випадку непріоритетності замовника для підрядника важливість його проєкту вже не відіграє такої ролі. Роль 0 – мінімальна терміновість; 0,5 – середній; 1 – проєкт, що треба реалізувати терміново.

Технології веб-проєкту (h_{PReq_pTech}). Сукупність технологій, необхідних клієнту для виконання проєкту P, називається технологічним профілем проєкту - $PrTech$. Технологічний профіль може бути представлений у вигляді набору: $PrTech = (tech_1, tech_2, \dots, tech_{Num}^{PrTech})$.

$PrTech = (tech_1, tech_2, \dots, tech_{Num}^{PrTech})$, де $tech_i, i=1,2, \dots, Num^{PrTech}$ – і-та технологія, Num^{PrTech} – кількість технологій, які шукає замовник. Вага кожної технології (важливість використання цієї технології в проєкті) визначається $PrTechW(tech_i)$. $PrTechW(tech_i) = 0$ означатиме, що використання технології для замовника є безпринципним і може бути замінено будь-якою подібною, визнаною оптимальною виконавцем в процесі проєкту.

$PrTechW(tech_i) = 1$ означає, що використання цієї технології має вирішальне значення для замовника. Ми розглянемо ті технології, для яких $PrTechW(tech_i) \geq 0$.

Нехай $PrTechL(tech_i)$ - рівень знань виконавця щодо кожної конкретної вимірюваної технології, вимірюваний за шкалою від 0 до 1. Оцінка 0 відповідає незнанню цієї техніки, 1 оцінка – для професійні уміння. Якщо у клієнта є вимоги до рівня технологічних знань (зверніть увагу, що це (позначимо його $PrTechL_{min}(tech_i)$), то тоді $PrTechL(tech_i) \geq PrTechL_{min}(tech_i), i=1,2, \dots, Num^{PrTech}$.

2.2 Невизначеність у процесах прийняття рішень з управління ІТ-проєктами

Часто доводиться обробляти, інтерпретувати та використовувати неповні та неточні дані під час реалізації веб-проєктів [103]. Основними причинами створення таких проблемних ситуацій є:

- повна або тимчасова відсутність деяких значень;
- відсутність даних через конфіденційність або конкуренцію;
- ненадійність отриманих даних та ненадійність джерела їх отримання;
- значні неточності та помилки у значеннях через недоліки у їх формуванні;

- суб'єктивність оцінок та тверджень;
- розбіжності в даних, отриманих з різних джерел;
- відхилення у часі формування та використання певних величин;
- небажання окремих осіб чи структур надавати необхідну інформацію тощо.

У випадках, в яких виконавець проєкту не має необхідного набору точних і достовірних даних, процеси прийняття рішень щодо планування дій реалізації веб-проєкту, формування проєктних ресурсів, організації їх реалізації значно ускладнюються або й зовсім неможливі. [81]. Як результат, це може призвести до порушення проєктних планів, затримки роботи, зміни змісту, вартості чи якості проєкту або повної відмови від його реалізації. Основні шляхи вирішення проблеми управління веб-проєктами в контексті неповних та неточних даних проєкту:

- здійснення заходів щодо заповнення та коригування проєктних даних, необхідних для реалізації цього проєкту;
- виконання спеціальних дій щодо зниження рівня неповноти та неточності даних шляхом їх аналізу, заміни та перетворення;
- організація прийняття проєктних рішень та реалізації проєкту з урахуванням відсутності, неповноти та/або неточності деяких показників проєкту.

Сам по собі кожен із цих заходів має певний ефект, однак він не може повністю вирішити проблему неповноти та неточності даних проєкту. У першому випадку отримання повного та надійного набору значень вимагає додаткових кроків, які відповідно вимагають додаткових витрат часу та ресурсів. У той же час, немає абсолютної гарантії повного усунення проблеми в окремо взятому та загальному випадку.

Другий метод дозволяє замінити втрачені або неточні значення іншими значеннями, які можна використовувати замість цього з відповідним рівнем достовірності. Третій метод передбачає зміну процесу прийняття проєктних рішень, враховуючи той факт, що значення деяких конструктивних

особливостей замінюються значеннями заміщення, отриманими в результаті деяких перетворень та замін.

Отже, можна зробити висновок, що вирішення проблеми прийняття рішень щодо управління веб-проектами у разі неповноти та неточності певних проектних даних полягає у розробці підходу, який поєднує пропоновані рішення трьома способами. Цей спосіб застосування проектних специфікацій створить можливості для їх належного використання в процесах управління мережевими проектами, зменшуючи ризики та забезпечуючи ефективність, якість та надійність рішень.

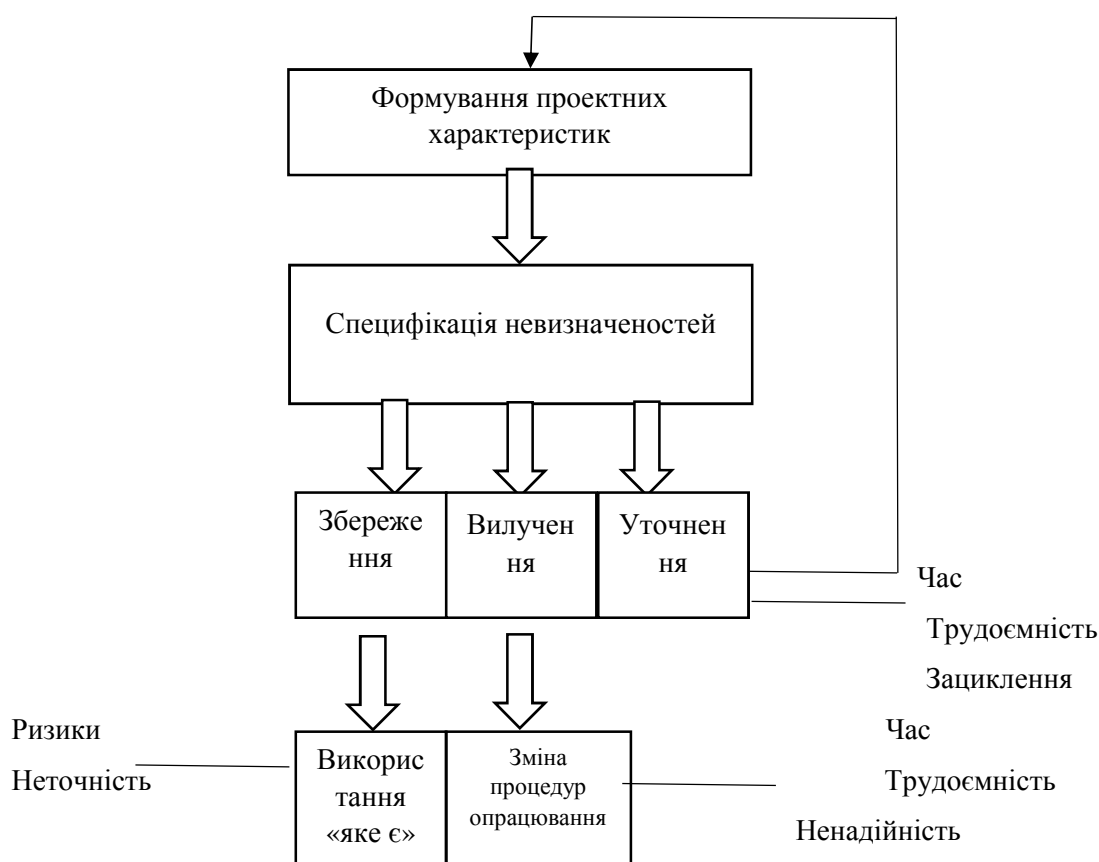


Рисунок 2.3 – Традиційні підходи до опрацювання невизначеностей у веб-проектах

Введемо поняття невизначеності, що означає неточність або неповноту, відсутність або нестабільність даних про окремо взятий веб-проект та його учасників. Найбільш поширеними типами невизначеності згідно з [32] є такі:

– неправильне значення. Витрати для цього об'єкта неприйнятні через його природу чи інші об'єктивні чи суб'єктивні причини. Приклади недійсних

значень: сума оплати за безкоштовну послугу, поставлене завдання для звільненого працівника, значення параметра, якого немає в об'єкті;

– значення невідоме. Цей тип невизначеності передбачає можливості - значення існує, але не встановлене або сам факт його існування не було доведено. Наприклад, таке значення, як адреса електронної пошти або URL-адреса веб-сайту компанії чи установи, може бути просто невідомим або може не існувати, оскільки відсутні самі об'єкти. Така невизначеність можлива, якщо підрядник не має надійної та конкретної інформації про клієнта. У разі такої невизначеності можуть застосовуватися розмиті оцінки;

– значення не існує. Це означає, що він не може бути сформований з об'єктивних причин або в даний час не формується. Алгоритм слід скорегувати таким чином, щоб без цього значення можна було сформулювати стратегію управління проектом. Якщо параметр з таким типом невизначеності є вирішальним для прийняття рішення, слід використовувати середнє, приблизне або експертне судження. Наприклад, це значення - це сума грошей на рахунок особи, яка не є клієнтом банку, в принципі вона не може існувати, а сума на рахунок особи, яка щойно відкрила рахунок, раніше не існує, чи рахунок закрито;

– значення неможливо визначити. Цей тип невизначеності передбачає існування самої вартості та її недоступність для використання. Прикладом такого випадку можуть бути дані про банківські операції клієнта, які вважаються конфіденційними, технічні параметри виготовленого продукту - з метою запобігання впливу конкуренції, персональні дані;

– значення недійсне. Така невизначеність виникає внаслідок ненадійності джерел інформації, отримання різних даних з декількох джерел, використання анонімних джерел, невизначеності в оцінках, неточностей та помилок вимірювання. Наприклад, неточні дані у виписках компаній, повідомленнях анонімного члена Інтернет-спільноти, різних прогнозах експертів та звітах про витрати без документальних підтверджень можуть бути неточними. У цьому випадку необхідно визначити, чи було випадково отримано неправильне

значення, чи клієнт навмисно надав неправильну інформацію, і це можна виправити;

– значення не було отримано. У цьому випадку передбачається, що вартість, яка існує, є достовірною, але з якихось причин не була взята (або не прийнята тимчасово) в порядку її застосування. Наприклад - повідомлення про отримання листа, звіт про діяльність підрозділу, інформаційні бюлетені. Цей вид неоднозначності можна пояснити повторним пошуком необхідного значення;

– значення представлено пустою множиною. Невизначеності такого роду виникають щодо загальних кількостей, наприклад, порожні комплекти можуть бути – список клієнтів компанії, продані одиниці, список попередніх посад працівників.

Цей список можна розширити, оскільки в певних ситуаціях можуть з'являтися інші ситуації та інші причини через відсутність даних, що характеризують проєкт.

Одного набору цих показників достатньо для прийняття типових рішень. Аналіз цих показників показує, що визначення їх точних значень на практиці є досить складним завданням, іноді навіть неможливим. Той факт, що веб-проєкт за своїми властивостями відповідає вимогам методу ситуаційного аналізу [49, 50], дозволяє організувати процес прийняття управлінських рішень на основі неповних, неточних або незрозумілих цінностей без втрати ефективності та якості кінцевий результат. Це дозволяє замінити значення параметрів, які контролюються веб-проєктом, на деякі загальні значення, що дозволяють формувати рішення під час реалізації веб-проєкту та оцінювати результати пов'язаних змін.

До характеристик параметрів, що визначають властивості веб-проєкту, можна додати відсутність офіційних методів та процедур встановлення значень для багатьох з них. Цей підхід дозволяє застосувати принципи нечіткої логіки до цих особливостей проєкту [117], згідно з якими результати оцінки подаються у формі словесної мови, а управління базується не на дійсних

значеннях, а на їх неоднозначних аналогах. Тому в технології онлайн-управління проєктами замість значень параметра h_j , $i = 1, Num^{PrChar}$ використовує аналоги $h_i^*, i=1, Num^{PrChar}$.

Застосування нечіткої логіки до процесів та систем управління означає роботу за схемою: *чітке значення* \rightarrow *визначення функції належності* \rightarrow *фаззифікація (перехід до нечіткості)* \rightarrow *нечіткі обчислення* \rightarrow *дефаззифікація (перехід до точних значень)*. Характеристики веб-проєкту та використання моделей управління ситуацією для створення технології управління проєктами вимагають використання іншого методу формування та впровадження нечітких значень параметрів у процесі управління. Першим кроком є безпосереднє формування експертної вербальної оцінки $h_i^*, i=1, Num^{PrChar}$ значення i -го параметра контролю без визначення його точного значення.

Що стосується викладу та інтерпретації, розмиті оцінки різних параметрів різняться. Для спільного використання процесів та інструментів управління веб-проєктами наступним кроком є їх нормалізація – зменшення різних неоднозначних значень параметрів до єдиного синтаксису та інтерпретації.

Нормування здійснюється шляхом семантичної диференціації [75, 76] за допомогою спеціальної шкали. Ця дія передбачає заміну словесної $h_i^*, i=1, Num^{PrChar}$ на числове значення $d_i^*, i=1, Num^{PrCha}$, з урахуванням змісту та взаємозв'язку між мовними значеннями. У цьому випадку числові значення не задають жодних кількісних понять, а лише формалізують відповідні неоднозначні словесні оцінки та взаємозв'язок між ними. Досить зручно використовувати ступінь семантичної диференціації в діапазоні числових значень [0; 1].

Варіанти визначення неоднозначних лінгвістичних оцінок для тих показників проєкту, які дозволяють таку оцінку, та їх нормовані значення наведені в таблиці. 2.3.

Зазвичай для проєктних рішень щодо управління веб-проєктами важлива не цінність певної особливості проєкту, а її відносна оцінка [69]. Абсолютне

значення показника залежить від характеристик кожного проекту, і в різних проектах можуть бути різні інтерпретації.

Таблиця 2.3 – Лінгвістичні оцінки показників проекту

Параметр	Зміст параметра	Лінгвістичні значення	Нормоване значення
$h_{CFin_cInc}^*$	Рівень доходів клієнта	Високий	1
		середній	0,5
		Низький	0
$h_{CPers_cGender}^*$	Стать представника клієнта	Більш пріоритетна	1
		Не грає ролі	0,5
		Менш пріоритетна	0
$h_{CPers_cLang}^*$	Мова спілкування	Виконавець вільно володіє	1
		Рівень вище середнього	0,75
		Середній рівень	0,5
		Нижче середнього рівня	0,25
		Не володіє	0
$h_{CPers_cProf}^*$	Професійність представника клієнта	Професіонал	1
		Середній рівень	0,5
		Не володіє технологією	0
$h_{PFin_pBFlex}^*$	Гнучкість бюджету	Бюджет гнучкий, розширюваний	1
		Розширюваний у критичних випадках	0,5
		Негнучкий	0
$h_{DCRel_cRelPeriod}^*$	Періодичність стосунків з клієнтом	Періодичні, завершення стосунків не планується	1
		Періодичні, але з прогнозованим завершенням стосунків	0,5
		Разовий проект	0
$h_{DCRel_cPrior}^*$	Пріоритет клієнта для виконавця	Максимальний	1
		Середній	0,5
		Мінімальний	1
$h_{COrg_cOwn}^*$	Форма власності клієнта	Пріоритетна для виконавця	1
		Не має значення	0,5
		Непріоритетна	0
$h_{COrg_cArea}^*$	Галузь діяльності клієнта	Пріоритетна та цікава для виконавця	1
		Не має значення	0,5
		Непріоритетна	0
$h_{PReq_pUrg}^*$	Терміновість проекту	Висока	1
		Середня	0,5
		Проект не є терміновим	0

Наприклад, бюджет проекту, занадто малий для корпоративного клієнта, занадто великий для окремої людини і навпаки. Відповідно, неточність або неповнота деяких конструктивних особливостей може бути усунена або

зменшена шляхом переходу від абсолютних до відносних значень. Найбільш прийнятним для цього є використання нечіткої логіки Л. Заде [33]. Використання цього інструменту передбачає заміну кількісних значень неоднозначними лінгвістичними оцінками, що відображають семантику таких оцінок та взаємозв'язок між значеннями.

Щоб визначити відповідність між true та false, слід визначити спочатку функцію приналежності. Цей процес називається фазифікацією [34]. Застосовуючи даний процес при обробці набору значень для характеристик створення веб-проєкту як окремої категорії IT-проєктів, можна досягти наступних цілей:

- перехід від системи абсолютних величин до відносних оцінок при прийнятті проєктних рішень;
- виключити неповноту та неточність значень розрахункових характеристик;
- сформуванню однорідну систему вимірювання різних факторів прийняття рішення щодо веб-проєктування.

Для забезпечення однаковості даних у процесі прийняття проєктних рішень бажано додатково стандартизувати та звести до одного формату та системи вимірювання. Цього можна досягти шляхом переходу від значущих лінгвістичних значень до числових значень, які підтримують зв'язок неясних оцінок. Для цього найбільш підходящий метод біполярних градуйованих шкал Ч. Осгуда [30, 96], побудований за принципом семантичної диференціації. Цей метод передбачає створення відповідності між лінгвістичними семантичними значеннями та кількома впорядкованими групами чисел - шкалами [95]. Ця спільність формується особливим чином, відображаючи співвідношення змісту незрозумілих оцінок через співвідношення чисельності. Основні принципи побудови шкали Осгуда [96]:

- наявність крайніх полярних значень – мінімальне і максимальне;
- наявність середнього значення – точка рівноваги;

– кількість елементів для калібрування шкали від 3 (мінімум) до 7 (максимум).

Використання біполярних шкал для представлення значень особливостей веб-проектів дозволяє вирішити наступні завдання [31]:

- створити унікальну однорідну систему для представлення та вимірювання всіх конструктивних особливостей;
- забезпечити співвідношення значень розрахункових характеристик у вигляді числових співвідношень;
- порівняти значення конструктивних особливостей з різним змістом;
- застосовувати формальні методи та прийняття рішень при управлінні веб-проектами в умовах невизначеності.

Щоб забезпечити використання неповних та неточних характеристик проекту в процесах прийняття проектних рішень, необхідно здійснити низку перетворень, які зменшать рівень невизначеності. Загальна схема такої процедури наведена на рис. 2.4

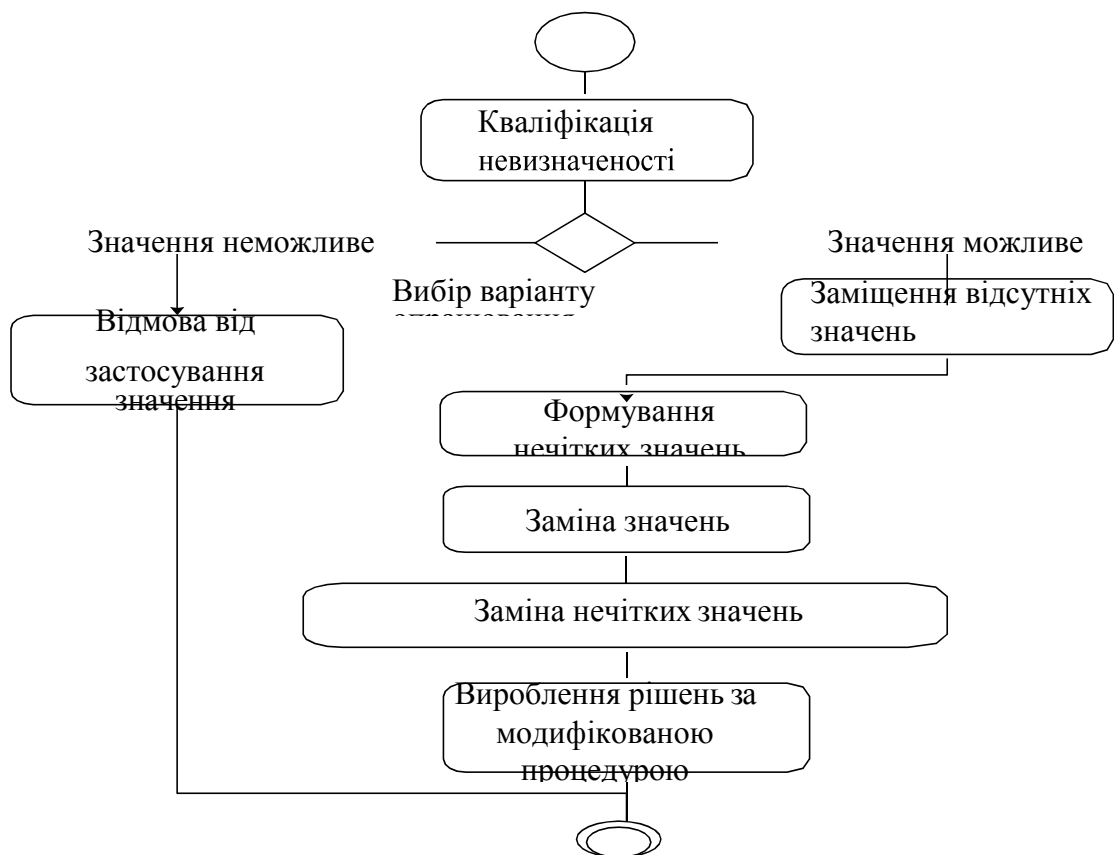


Рисунок 2.4 – Блок-схема процедури зменшення неповноти і неточності проектних характеристик веб-проекту

Для того, аби знизити рівень невизначеності проєктних особливостей у процесах прийняття рішень слід вжити наступних кроків:

Набір значень характеристик веб-проєкту поділяється на наступні категорії:

- наявних і точних;
- наявних неточних;
- відсутніх.

Якщо відсутні будь-які значення, слід вказати причини відсутності значень характеристик веб-проєкту згідно списку вище.

Як результат, якщо буде визначено, що значення відсутнє через його неприпустимість або відсутність умов для його виникнення, тоді:

- не може бути прийнято рішення, щодо того, що ця особливість відноситься до категорії ключових факторів;
- прийняття рішень, коли ця особливість проєкту є другорядним фактором, здійснюється без урахування відсутності впливу цього чинника на прийняття рішень.

Якщо причиною відсутності значення проєктної особливості є її недоступність, неприйняття або ненадійність у процесі прийняття рішення про проєктування, вона буде замінена еквівалентом заміни в наступних варіантах:

- використовувати передбачуване (розрахункове) значення;
- використовувати середнє значення цього показника;
- використовувати найбільш вірогідне припущення щодо його значення.

В результаті таких кроків розробляється повний набір точних числових значень характеристик проєкту, необхідних для прийняття проєктних рішень, зведених до однієї шкали оцінки:

$$h^* = \{h_1^*, h_2^*, \dots, h_{Num^*PrChar}^*\}, h^* = \langle Name_h_j, NumValue_h_j \rangle, \quad (2.13)$$

де $Num^{*PrChar}$ – число характеристик веб-проєкту, котрі використовуються під час прийняття проєктних управлінських рішень вже після зменшення невизначеності даних.

$Name_h_j$ – є назвою проєктної характеристики, $NumValue_h_j$ – її числове відносне значення, $NumValue_h_j \in Sc(h_j^*)$, $Sc(h_j^*)$ – шкала нечітких лінгвістичних значень j -ї проєктної характеристики, $j=1,2, \dots, Num^{*PrChar}$.

Отже, початкову модель прийняття рішення щодо реалізації веб-проєкту $s_i(h_1, h_2, \dots, h_{Num^{*PrChar}})$, можна змінити до наступного:

$$Q_i^* : Sc^*(h_1^*) \cdot Sc^*(h_2^*) \cdot \dots \cdot Sc^*(h_{Num^{*PrChar}}^*) \rightarrow Dom(s_i), \quad (2.14)$$

де $Sc^*(h_1^*) \cdot Sc^*(h_2^*) \cdot \dots \cdot Sc^*(h_{Num^{*PrChar}}^*)$ – узагальнений декартів добуток числових шкал нечітких лінгвістичних значень особливостей веб-проєкту. $Dom(s_i)$ – є множиною можливих значень проєктних рішень s_i .

Таблиця 2.4 – Можливість використання способів зменшення рівня невизначеності для проєктних характеристик

Назва проєктної характеристики	Очікування	Повторний запит	Середнє значення	Експертна оцінка	Екстраполяція	Заміна неточним
Доходи клієнта	+	+	-	+	-	+
Попередні доходи виконавця від клієнта	+	+	-	+	+	+
Потенційний дохід від клієнта	+	+	-	+	+	+
Характеристика представників клієнта	+	+	+	-	-	-
Мова спілкування	+	+	-	+	-	+
Професійність представників клієнта	+	+	+	+	-	+
Кількість людей, що приймають рішення по проєкту	+	+	+	-	-	-
Масштаб проєкту	+	+	-	-	-	+
Гнучкість бюджету	+	+	-	-	-	+

Продовження таблиці 2.4.

Назва проектної характеристики	Очікування	Повторний запит	Середнє значення	Експертна оцінка	Екстраполяція	Заміна неточним
Способи фінансування	+	+	-	-	+	+
Важливість для виконавця	+	+	+	+	+	+
Періодичність стосунків з клієнтом	+	+	+	-	-	+
Комфортність роботи з клієнтом	+	+	+	+	-	+
Пріоритет клієнта	+	+	+	-	-	+
Форма власності клієнта	+	+	-	+	-	-
Галузь діяльності клієнта	+	+	-	-	-	-
Терміновість	+	+	+	-	-	-
Технології проекту	+	+	-	-	-	-

В табл. 2.4 описано можливість реалізації способів зменшення невизначеності у значеннях характеристик веб-проекту без втрати точного результату, чи з невеликою її втратою. Приведемо приклад, якщо невизначеним є значення масштабу веб-проекту, наступний спосіб як експертна оцінка скоріш за все надасть неточний та некоректний результат, так як цей показник можна віднести до складно прогнозованих показників.

2.3 Алгоритм прийняття рішень з управління веб-проектами з урахуванням невизначеностей

Питання вибору стратегії керування веб-проектом та прийняття управлінських рішень при умові невизначеності можна розкласти на наступні етапи: опрацювання невизначеностей у проектних показниках а також обирання стратегії керування веб-проектом на підґрунті попередньо отриманих проектних показників [60, 65].

Алгоритм опрацювання перелічених невизначеностей складається із послідовності дій, результатом яких стає створення низки проектних характеристик, які є факторами для прийняття управлінських рішень рис. 2.6.

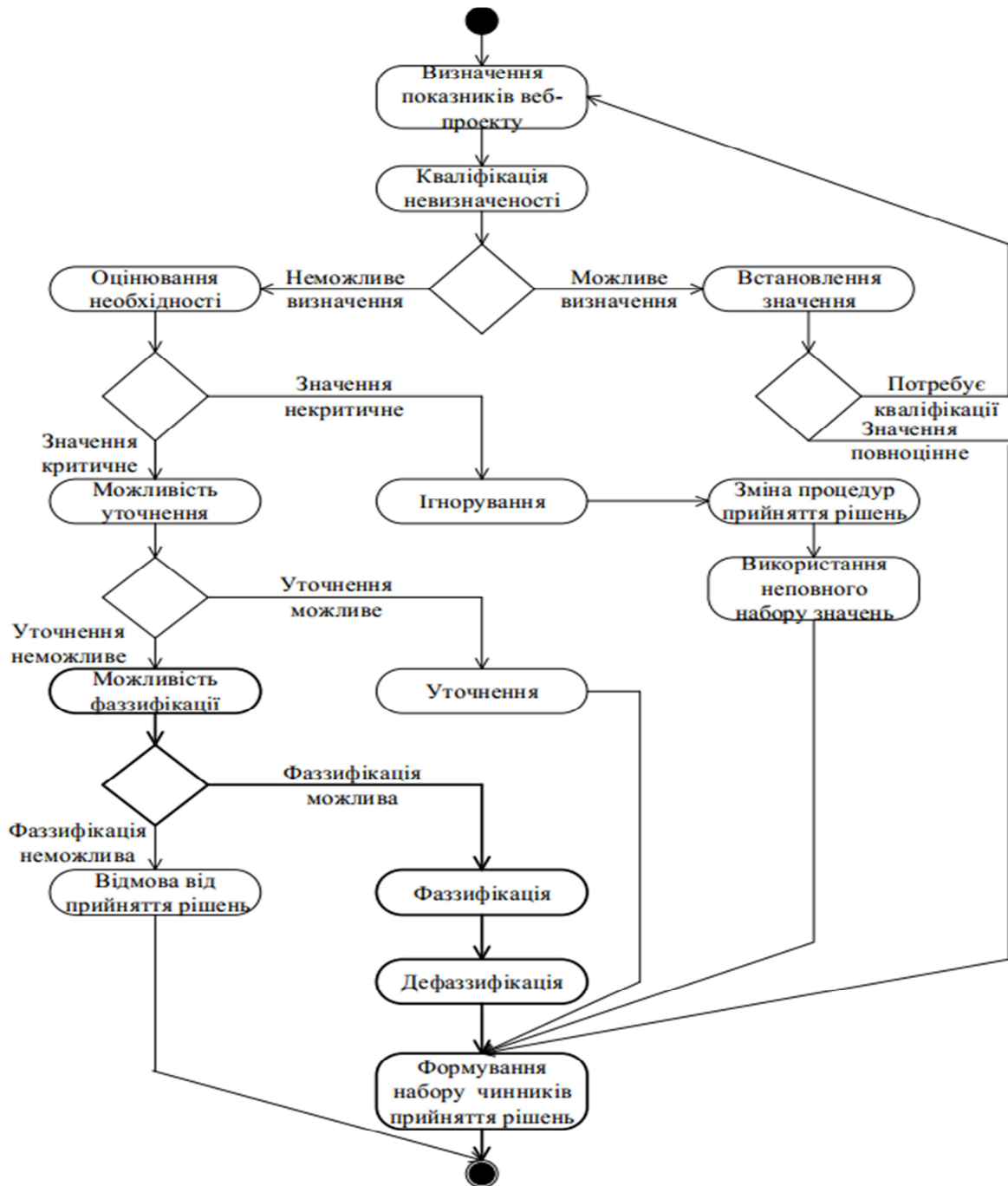


Рисунок 2.6 – Алгоритм опрацювання невизначеностей у процесах прийняття рішень з управління веб-проектами

Перелік кроків алгоритму:

а) визначити елементи веб-проекту, що мають вплив на вибір стратегії управління. Значення формуються в процесі взаємодії між клієнтом, менеджером та іншими учасниками проекту;

б) кваліфікація невизначеності означає оцінку значення кожного показника веб-проєкту з точки зору існування, доступності, повноти, точності, надійності та довговічності;

в) у випадку, коли значення якоїсь характеристики не відповідає цим вимогам, повинна бути визначена можливість отримання значення, і в цьому випадку, коли це не є можливим, значення можна повторно встановити;

г) якщо нове значення характеристики проєкту, отримане після повторного встановлення, завершено, воно включається до остаточного набору факторів прийняття рішення для вибору стратегії управління проєктом;

д) якщо отримана величина потребує подальшої корекції через свою невизначеність, процес повертається до точки а);

е) якщо неможливо отримати значення конкретної характеристики веб-проєкту, оцінюється необхідність та важливість цього показника в процесі вибору стратегії з управління веб-проєктом. У випадку, коли це значення не є критичним, тобто його вплив на вибір стратегії управління проєктами не є значним і може бути проігнорований; значення вилучено з використання в процесі прийняття рішень щодо вибору стратегії управління (ігноровано);

є) вилучення значення конкретного чинника проєкту включає зміни у процесі вибору стратегії управління веб-проєктом та подальше формування неповного набору значень елементів проєкту, що є чинниками прийняття рішень під час реалізації веб-проєкту;

ж) якщо значення цього показника є критичним, тобто його вплив на рішення щодо вибору стратегії управління є значним, визначаємо іншу можливість її конкретизації. Де це можливо, ці заходи формують повне значення відповідного показника веб-проєкту та включаються в остаточний набір факторів прийняття рішень;

з) у разі, якщо неможливо додатково з'ясувати (прийняти) критичне значення показника проєкту, визначається можливість отримання невизначеного лінгвістичного порівняння (класифікації);

и) якщо такі заходи можливі, встановлюється неоднозначна лінгвістична оцінка відповідних характеристик проекту згідно з правилами та процедурами, ця величина є словесним аналогом відповідного показника, що трактується як його значення в альтернативній шкалі;

і) після отримання лінгвістичної цінності відповідних характеристик веб-проекту, слід здійснити зворотне перетворення. Його результат - числове значення лінгвістичної оцінки, яке може бути використано в процесі прийняття рішень при виборі стратегії управління проектом;

к) в результаті попередніх етапів значення отриманих показників проекту включаються до набору характеристик проекту, що є чинниками прийняття рішення щодо вибору стратегії управління конкретним веб-проектом;

л) якщо неможливо отримати значення критичного проектного показника шляхом уточнення та класифікації, неможливо прийняти рішення щодо проекту.

РОЗДІЛ 3

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ВЕБ-ПРОЄКТАМИ

3.1 Алгоритм вибору стратегії управління веб-проєктами в умовах невизначеності

Стратегія управління веб-проєктом - це його центральна ланка, вона визначає методи прийняття управлінських рішень, що забезпечують досягнення фінальної цілі веб-проєкту. [84] Життєвий цикл даної стратегії управління проєктами складається з наступних етапів: формування, вибір, реалізація [97].

Опис стратегії управління - це набір підстратегій, кожна з яких визначає певний аспект управління проєктами. Для веб-проєктів такими підстратегіями є стратегія управління часом, стратегія управління змістом/обсягом та стратегія управління ресурсами [16]:

$$ProjectStrategy = \langle TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy \rangle. (3.1).$$

TimeStrategy – це стратегія визначення та планування проєкту (визначає, наприклад, чи можна проєкт завершити за один крок, чи його потрібно розділити на кілька фаз, скільки часу приділяється реалізації проєкту, і ця стратегія залежить від того, наскільки проєкт є терміновим).

ScopeStrategy – це стратегія планування обсягу проєкту та розподілу ресурсів виконавцем (ця стратегія залежить від цілей, встановлених клієнтом, змісту завдань, встановлених для проєкту, фінансування, наскільки клієнт важливий для виконавця тощо).

BudgetStrategy – це стратегія управління бюджетом проєкту. Ця стратегія визначає планування витрат, розподіл ресурсів між виконавцями та етапом, планування змісту/обсягу на кожній фазі проєкту, оскільки це залежить від обсягу та методів фінансування веб-проєкту.

Ці стратегії взаємопов'язані, їх взаємозв'язок описується "трикутником проекту", який описує баланс між часом проекту, обсягом проекту та бюджетом [89], [101]. Цей принцип говорить, що коли змінюється один аспект, змінюються інші.



Рисунок 3.1 – Трикутник проекту

Можна навести приклад того, як працює ця залежність між частковими стратегіями керування аспектами проекту:

- щоб швидше завершити проєкт можна витратити більше ресурсів (бюджет) або видалити деякі функції проєкту (робоче навантаження);
- для реалізації веб-проєкту в рамках бюджету можна скоротити зайвий час і швидше завершити проєкт (час) або зменшити перелік характеристик продукту (робоче навантаження);
- для реалізації проєкту в рамках бюджету (витрат), не можна працювати понаднормово, а пізніше завершити проєкт (час) або скоротити перелік характеристик товару (обсяг проєкту);
- щоб додати нову функціональність до продукту (обсяг проєкту), можна продовжити час його реалізації, щоб встановити час для нових завдань (час) або залучити нових людей до швидшої роботи (витрати) або те й інше.

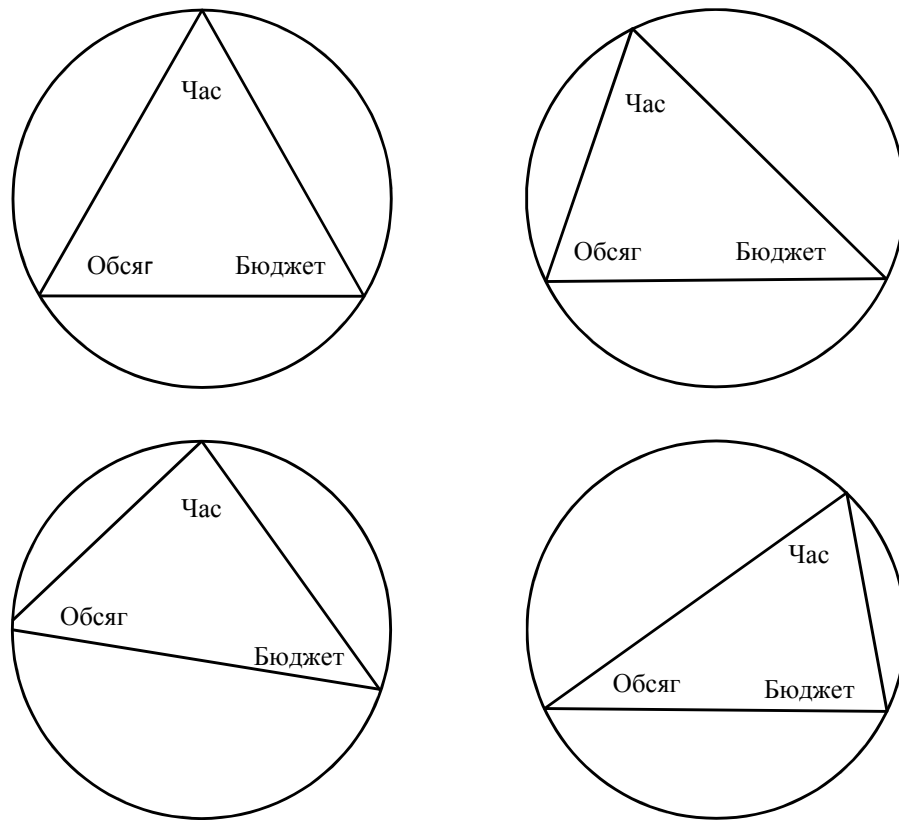


Рисунок 3.2 – Зміна трикутника проекту при зміні часткових стратегій

Нарешті, загальну стратегію управління веб-проєктами можна описати наступним чином:

$$ProjectStrategy = F^P (TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy), \quad (3.2),$$

де F^{PS} - це відображення, що відповідає загальній та частковій стратегіям управління веб-проєктами.

В результаті моделювання процесу управління веб-проєктом, який впливає формування стратегії управління мережевим проєктом:

- визначається прямо чи опосередковано такими об'єктами, як клієнт веб-проєкту, менеджер проєкту, цілі веб-проєкту, ресурси веб-проєкту, вимоги веб-проєкту, навички виконавця;

- залежить від величини набору показників проєкту, що описують характеристики конкретного проєкту, а саме: фінансові дані замовника, дані

зацікавлених сторін, бюджет проекту, взаємозв'язок між підрядником та замовником, особливості замовника, вимоги та умови реалізації веб-проекту.

Оскільки побудова стратегії управління веб-проектами передбачає розробку часткових стратегій, важливим є співвідношення між показниками проекту та частковими стратегіями. Таким чином, часова стратегія *Time Strategy* залежить від значень наступних конструктивних особливостей:

- фінансові дані клієнта (H_{CFin}),
- фінансові дані проекту (H_{Pfin}),
- дані про організацію клієнта (H_{Corg}),
- вимоги до проекту (H_{Preq}).

Ця залежність описується виразом:

$$TimeStrategy = \Phi^T (H_{CFin}, H_{PFin}, H_{CORG}, H_{PREQ}), \quad (3.3),$$

де Φ^T - відображає набір значень, що відповідають показникам веб-проекту, у наборі можливих значень стратегії управління часом веб-проекту.

Зміст і стратегія планування змісту *ScopeStrategy* залежить від показників, що характеризують:

- дані зацікавлених сторін проекту (H_{CPers});
- фінансові дані (H_{PFin});
- стосунки виконавця та клієнта (H_{DCRel});
- вимоги до проекту (H_{Preq}).

Дана залежність описана виразом:

$$ScopeStrategy = \Phi^B (H_{CPers}, H_{PFin}, H_{DCRel}, H_{PREQ}), \quad (3.4),$$

де Φ^B - показує набір значень, що відповідають показникам веб-проекту в наборі можливих значень стратегії управління змістом веб-проекту.

Стратегія управління проектами *BudgetStrategy* залежить від характеристик проекту, які описують:

- фінансові дані клієнта (H_{CFin});
- фінансові дані проєкту (H_{PFin});
- дані про організацію клієнта (H_{COrg});
- вимоги до проєкту (H_{PReq}).

Ця залежність описується виразом:

$$BudgetStrategy = \Phi^B (H_{CFin}, H_{PFin}, H_{COrg}, H_{PReq}), \quad (3.5),$$

де Φ^B - вказує набір значень, що відповідають показникам веб-проєкту, у наборі можливих значень для стратегії бюджету управління проєктами.

Описані взаємозв'язки між особливостями планування веб-проєкту та частковими стратегіями складають основу процесу формування стратегії управління веб-проєктом. У зв'язку з цим, відповідність між частковою та загальною стратегією управління даними проєктами може бути трансформована у

$$ProjectStrategy = F^{PS} (TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy) = F^{PS} (\Phi^T (H_{CFin}, H_{PFin}, H_{COrg}, H_{PReq}), \Phi^S (H_{CPers}, H_{PFin}, H_{PFin}, H_{DCRtd}, H_{PReq}), \Phi^B (H_{CPers}, H_{PFin}, H_{PFin}, H_{DCRtd}, H_{PReq})), \quad (3.6),$$

що забезпечує основу для встановлення прямої відповідності між особливостями веб-проєкту та стратегією управління даними проєктами.

Оскільки, як правило, відповідність між показниками веб-проєкту та частковими та загальними стратегіями важко або неможливо офіційно описати, рекомендується використовувати методи та інструменти прийняття рішень для вибору стратегії управління веб-проєктом.

Фактичне накладання між характерними особливостями веб-проєкту та обраною стратегією управління, як правило, є складним і часто не може бути достатньо формалізованим. Це особливо видно з невизначеності окремих показників веб-проєктів. Цей фактор, у свою чергу, призводить до того, що

процес формування та вибору стратегії управління проектами в багатьох випадках є евристичним процесом, заснованим не на чітких правилах та критеріях, а на знаннях, досвіді та кваліфікації менеджера проектів. Такий спосіб вирішення проблеми вибору стратегії управління спричиняє розробку неправильних управлінських рішень, помилок, ризиків та збільшення витрат при реалізації веб-проекту.

Одним із способів зменшити негативний вплив людського фактору в процесі формування та вибору стратегії управління проектами, підвищення рівня формалізації та якості проектних рішень є використання стратегічних шаблонів. Модель стратегії управління веб-проектами - це заздалегідь визначений та оцінений набір значень для поєднання, змісту/цілі та стратегії управління проектами. Кожна з цих моделей визначає один із можливих варіантів стратегії управління веб-проектом та супроводжується конкретними оцінками, перевагами, особливостями та правилами, які дозволяють частково формалізувати процес вибору стратегії з метою зменшення залежності від людський фактор та зменшити проектні ризики.

Приклад базових шаблонів стратегій управління веб-проектами може виглядати як наведена нижче таблиця.

Таблиця 3.1–Базовий набір шаблонів стратегій управління веб-проектом

Шаблон (ST)	Час (Time)	Бюджет (Budget)	Обсяг (Score)	Характеристики шаблону стратегії
<i>STBS</i>	→ max	→ max	→ max	Тривалий час, великий бюджет, великий обсяг роботи
<i>StBS</i>	→ min	→ max	→ max	Короткий час, великий бюджет, великий обсяг роботи
<i>STbS</i>	→ max	→ min	→ max	Тривалий час, малий бюджет, великий обсяг роботи
<i>StbS</i>	→ min	→ min	→ max	Короткий час, малий бюджет, великий обсяг роботи
<i>STBs</i>	→ max	→ max	→ min	Тривалий час, великий бюджет, малий обсяг роботи
<i>StBs</i>	→ min	→ max	→ min	Короткий час, великий бюджет, малий обсяг роботи
<i>STbs</i>	→ max	→ min	→ min	Тривалий час, малий бюджет, малий обсяг роботи
<i>Stbs</i>	→ min	→ min	→ min	Короткий час, малий бюджет, малий обсяг роботи
<i>S000</i>	→ 0	→ 0	→ 0	Відмова від проекту

У прикладі, наведеному для формування базового набору стратегій управління веб-проєктом, крайні значення (min, max) беруться для кожної з трьох областей - часу, обсягу і бюджету. Залежно від конкретних умов і характеристик мережевого проєкту шкала значень може бути розширена і покращена шляхом додавання цільових середніх значень до кожної з часткових стратегій.

Процес формування і вибору стратегії управління веб-проєктом з використанням стратегічних моделей можна трансформувати наступним чином:

$$ProjectStrategy = F^{PS} (TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy) = F^{PS} (S^P) = \Phi^{PS} (H_{CFin}, H_{CPers}, H_{PFin}, H_{DCReb}, H_{CORG}, H_{PREq}), \quad (3.7),$$

де F^{PS} – функція вибору шаблону стратегії,

S^P – стандартний набір шаблонів стратегій,

$H_{CFin}, H_{CPers}, H_{PFin}, H_{DCReb}, H_{CORG}, H_{PREq}$ – групи проєктних характеристик,

Φ^{PS} - відображення набору проєктних особливостей в набір базових стратегічних моделей.

Кожна стратегія з базового набору моделей і їх похідних має таку характеристику, як пріоритет. Пріоритет стратегії може бути одним з наступних трьох (згідно трикутнику проєкту, рисунок 3.1, рисунок 3.2):

- стратегії з пріоритетом часу і обсягу;
- стратегії пріоритетів часу і бюджету;
- стратегії обсягу та бюджетного пріоритету.

Суть цього пріоритету полягає у виникненні потрібного обмеження в проєкті і вимагає вибору двох областей з найвищим пріоритетом з трьох можливих. Наприклад, одна з стратегій основної групи,

$$S_{tbs} = \langle \text{Час} \rightarrow \min, \text{Бюджет} \rightarrow \min, \text{Обсяг} \rightarrow \max \rangle, \quad (3.8),$$

визначає наступні умови: короткі терміни, невеликий бюджет, великий обсяг роботи. Якщо ця стратегія буде реалізована з пріоритетом за часом і бюджету, то це вплине на обсяг робіт, і обсяг буде спланований як можна вище з певним часом і бюджетом. Якщо пріоритети змінюються за часом і масштабами, тобто завдання - за короткий проміжок часу зробити максимум, тоді бюджет не можна максимально скоротити при відсутності цього пріоритету.

Пріоритет буде визначатися в майбутньому ваговими коефіцієнтами проектних характеристик, проектних груп характеристик і стратегій в процесі порівняння в парах [52], [59].

Аналіз відповідності показників веб-проекту вибору стратегії управління показує його складний і неоднозначний характер, який у багатьох випадках не дозволяє описати таку відповідність формально.

Для завдань такого роду зазвичай використовуються методи і інструменти підтримки прийняття рішень [91, 104]. Застосування цього підходу до завдань вибору стратегії з управління веб-проектами і формування проектних рішень дозволяє використовувати їх для вирішення всіх видів правил, принципів, емпірично встановлених моделей і багато чого іншого.

Найбільш прийнятним методом прийняття рішення щодо управління веб-проектами є метод аналізу ієрархій [52, 53]. Цей метод призначений для прийняття рішень за наявності багатьох факторів та відсутності формальних критеріїв оптимальності. Він часто використовується для прийняття рішень у випадках з неформальними значеннями показників та наявністю ряду альтернатив. Широко використовується в різних сферах. Наприклад, у роботі [56] цей метод був використаний для визначення конкурентоспроможності підприємств.

Завдання прийняття рішень для управління веб-проектами повністю збігаються з обсягом методу аналізу ієрархії завдяки ряду особливостей, зокрема:

- слабка структура;

- велика кількість факторів, що впливають на прийняття рішень;
- погана формалізація даних, що виникають для прийняття рішень;
- неоднорідність характеристик об'єкта управління;
- складність офіційного опису відповідності факторів та прийнятих рішень;
- відсутність офіційних критеріїв для оптимізації прийнятих рішень;
- використання переваг для аналізу факторів прийняття рішень;
- велика кількість альтернатив під час прийняття рішень.

Ці фактори повністю відповідають основним принципам та положенням методу ієрархічного аналізу, що дозволяє реалізувати у вирішенні проблеми вибору стратегії управління веб-проектом та прийняття проектних рішень.

У процесі використання методу аналізу ієрархій для кожної стратегії управління веб-проектами визначається вага кожної з особливостей веб-проекту. Відповідно до цих коефіцієнтів зважування аналізується пріоритет кожного з наборів показників для кожної зі стратегій. Нарешті, як тільки всі пріоритети визначені, ви можете замінити нормовані значення показників для конкретного проекту в цій ієрархії та отримати числові значення.

Значення проектних особливостей або інформації щодо причин їх відсутності визначається на етапі отримання даних від користувача при використанні даного методу.

Процес визначення пріоритетів - це парне оцінювання результатів проектування. Кожна категорія характеристик проекту (фінансові дані замовника, дані про осіб, яких представлятимуть зацікавлені сторони; бюджет проекту; взаємозв'язок між виконавцем та замовником; представлені в окремій таблиці для більшої зручності. Для оцінки проектних особливостей у парах використовували порівняльну шкалу порівняння, запропоновану Т. Сааті [52]. Якщо головним завданням є вибір стратегії управління веб-проектом, процес встановлення пріоритетів буде дещо іншим. Відповідно до принципів методу аналізу ієрархій кожній із стратегій надається така характеристика, як пріоритет.

Таблиця 3.4 – Шкала відносної важливості для парних порівнянь

Інтенсивність відносної важливості	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Рівне вкладення двох видів діяльності в мету
3	Поміркована перевага одного над іншим	Досвід та твердження дають легку перевагу одного виду діяльності над іншим
5	Суттєва або сильна перевага	Досвід та твердження дають сильну перевагу одного виду діяльності над іншим
7	Значна перевага	Одному виду діяльності дається настільки сильна перевага, що воно стає практично значимим
9	Дуже сильна перевага	Очевидність переваги одного виду діяльності над іншим підтверджується найбільш сильно
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми твердженнями	Застосовують у компромісному випадку
Зворотні величини наведених вище чисел	Якщо при порівнянні одного виду діяльності з іншим отримано одне із вище вказаних чисел (наприклад, 3), то при порівнянні другого виду діяльності з першим отримаємо зворотню величину (тобто 1/3).	

Результат порівняння характеристик проекту та, як наслідок, їх вага залежить від пріоритетності вибору стратегії управління проектом.

Крім основного набору проектних особливостей, до факторів прийняття рішень належать інтегровані проектні особливості, значення яких визначається сумою набору певних основних функцій та їх перевагами. Оскільки переваги обчислення інтегральних характеристик можуть відрізнятися для різних проектів, для їх визначення було вирішено використовувати парні порівняння за схемою, запропонованою Т. Сааті, що використовується в методі ієрархічного аналізу.

Значення інтегральної проектною характеристики $hint k$ може бути обчисленим в наступний спосіб. Нехай h_j, \dots, h_m - множина основних проектних ознак, що містяться в інтегральної проектною характеристики $hint k$, а w_j, \dots, w_m , і нехай v_j, \dots, v_m - відносна вага відповідних проектних ознак, що характеризує інтенсивність кожного з них в інтегральній проектній

характеристики. У нашому випадку точна інтенсивність невідома, тому оцінки інтенсивності впливу коригуються порівняльними порівняннями, оціненими за шкалою (табл. 3.4).

Таблиця 3.5 – Попарні порівняння базових проєктних характеристик, що входять до складу інтегральних

$h_{int\ k}$	$h_1^{h_{int\ k}}$	...	$h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}$	Вектор пріоритетів
$h_1^{h_{int\ k}}$	$W_{h_1^{h_{int\ k}}} / W_{h_1^{h_{int\ k}}}$	...	$W_{h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}} / W_{h_1^{h_{int\ k}}}$	$v(h_1^{h_{int\ k}})$
...				...
$h_i^{h_{int\ k}}$	$W_{h_1^{h_{int\ k}}} / W_{h_i^{h_{int\ k}}}$	...	$W_{h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}} / W_{h_i^{h_{int\ k}}}$	$v(h_i^{h_{int\ k}})$
...				...
$h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}$	$W_{h_1^{h_{int\ k}}} / W_{h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}}$	...	$W_{h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}} / W_{h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}}}$	$v(h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}})$

$$\left(W_{h_i^{h_{intk}}} / W_{h_j^{h_{intk}}} \right)_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,n}}^{Num^{Int\ k}}$$

Порівняння основних проєктних особливостей для отримання значень інтегральних проєктних особливостей можна описати як матрицю наступним чином:

$v(h_i^{h_{intk}}), \dots, v(h_{Num^{Int\ k}}^{h_{intk}})$ - це матричні вектори. Їх значення обчислюються як середні геометричні при порівнянні ваги одних ознак з іншими.

Значення k -ї інтегральної характеристики обчислюється наступним чином на основі значень основних характеристик і обчислюється на вагах попереднього кроку:

$$h_{int\ k} = \sum_{p=1}^{Num^{Int\ k}} h_p^{h_{int\ k}} v(h_i^{h_{intk}}), \quad (3.10)$$

де $Num^{Int K}$ - кількість проектних ознак, включених до k -ї інтегральної характеристики,

h_{intk} – значення k -ї інтегральної характеристики,

$v(h_i^{h_{intk}})$ – вага i -ї базової характеристики,

у k -й інтегральній характеристиці. Розрахунки проводяться $Num^{PrCharInt}$ разів, для кожної з інтегральних проектних характеристик.

Пріоритет (вага) особливостей проекту в категорії, до якої він належить, є змінним і залежить від пріоритету визначеної користувачем стратегії разом із визначенням інших особливостей проекту. Пріоритетом стратегії є суб'єктивна потреба замовника проекту та визначає її основні пріоритети. Тобто, $w_i = w(h_i) = W_i(PrS)$, де PrS є пріоритетом стратегії, w_i – вага характеристики h_i . Загалом, пріоритет характеристик проекту в межах групи буде таким (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Попарні порівняння та розстановка пріоритетів для проектних характеристик у межах групи

Група проектних хар-к H_j	$h_1^{H_j}$... $h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}$	Вектор пріоритетів
$h_1^{H_j}$	$w_{h_1^{H_j}}(PrS) / w_{h_1^{H_j}}(PrS)$... $w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) / w_{h_1^{H_j}}(PrS)$	$v(h_1^{H_j})$
...
$h_i^{H_j}$	$w_{h_i^{H_j}}(PrS) / w_{h_i^{H_j}}(PrS)$... $w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) / w_{h_i^{H_j}}(PrS)$	$v(h_i^{H_j})$
...
$h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}$	$w_{h_i^{H_j}}(PrS) / w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS)$... $w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) / w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS)$	$v(h_{Num^{Group H_j}}^{H_j})$

Попарне порівняння базових та інтегральних проектних характеристик щоб отримати розраховане значення групи проектних характеристик:

$$\left(\begin{array}{c} w_{h_i}^{H_j}(PrS) \\ \vdots \\ w_{h_j}^{H_j}(PrS) \end{array} \right)_{i=1, j=1}^{Num^{Group H_j}}, \quad (3.11),$$

де $v(h_1^{H_j}), \dots, v(h_{Num^{Group H_j}}^{H_j})$, – вектори матриці попарних порівнянь проектних характеристик в межах j -ї групи.

Значення j -ї групи проектних характеристик можна розрахувати наступним чином:

$$H_j = \sum_{p=1}^{Num^{Group H_j}} h_p^{H_j} * v(h_p^{H_j}). \quad (3.12)$$

$Num^{Group H_j}$ – число проектних особливостей, котрі увійшли до складу j -ї групи,

H_j – значення j -ї групи проектних особливостей,

$v(h_p^{H_j})$ – вагові коефіцієнти p -ї характеристики в j -й групі,

$v(h_1^{H_j}), \dots, v(h_{Num^{Group H_j}}^{H_j})$, – вектори матриці попарних порівнянь проектних характеристик у їх групі.

Як тільки компоненти вектора для всіх рядків отримані, їх можна використовувати для подальших обчислень.

Після розрахунку значень всіх наборів проектних характеристик $H_1, \dots, H_{Num^{Group}}$ аналогічним чином обчислює значення кожної з трьох часткових стратегій - часу, бюджету та обсягу.

Після порівняльного порівняння характеристик проекту в групах і розрахунку групових значень необхідно визначити пріоритети кожної з груп характеристик проекту для часткових стратегій управління проектами - час, обсяг, бюджет (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Попарні порівняння груп проектних характеристик веб-проектів для часткових стратегій (Час, Обсяг, Бюджет)

Часткова стратегія S^{Part_i}	$H_1^{S^{Part_i}}$... $H_{NumGroups}^{S^{Part_i}}$	Вектор пріоритетів
$H_1^{S^{Part_i}}$	$w_{H_1^{S^{Part_i}}(PrS)} / w_{H_1^{S^{Part_i}}(PrS)}$... $w_{H_{NumGroups}^{S^{Part_i}}(PrS)} / w_{H_1^{S^{Part_i}}(PrS)}$	$v(H_1^{S^{Part_i}})$
...
$H_{NumGroups}^{S^{Part_i}}$	$w_{H_1^{S^{Part_i}}(PrS)} / w_{H_{NumGroups}^{S^{Part_i}}(PrS)}$... $w_{H_{NumGroups}^{S^{Part_i}}(PrS)} / w_{H_{NumGroups}^{S^{Part_i}}(PrS)}$	$v(H_{NumGroups}^{S^{Part_i}})$

Розрахунок оцінок аспектів стратегії:

$$\left(w_{H_i^{S^{Part_i}}(PrS)} / w_{H_j^{S^{Part_i}}(PrS)} \right)_{i=1, j=1}^{NumGroups} \quad (3.13),$$

де $v(H_i^{S^{Part_i}})$, ..., $v(H_{NumGroups}^{S^{Part_i}})$, – вектори матриці попарних порівнянь груп проектних характеристик для i -ї часткової стратегії S^{Part} .

Значення i -ї часткової стратегії можна розрахувати так:

$$S^{Part_i} = \sum_{p=1}^{NumGroups} H_p^{S^{Part_i}} v(H_p^{S^{Part_i}}) \quad (3.14)$$

де $NumGroups$ – число груп проектних особливостей,

$H_p^{S^{Part_i}}$ – значення p -ї групи характеристик,

$v(H_p^{S^{Part_i}})$ – ваговий коефіцієнт, що входить до p -ї групи характеристик для часткової стратегії S^{Part_i} .

При виборі стратегії управління веб-проектом переваги проектних функціональних груп зазвичай не узгоджуються. Це пов'язано із залежністю оцінки таких функціональних груп від пріоритету стратегії управління веб-

проектами, яка вирішується до прийняття рішення. Залежно від цього порівняння можна спостерігати збільшення або зменшення відносної ваги груп проектних ознак.

Значення відносної ваги функціональних груп проекту коригується відповідно до пріоритету обраної стратегії - *TB* (час, бюджет), *TS* (час, обсяг), *WB* (обсяг, бюджет).

Якщо набір проектних особливостей залежить від обраного пріоритету, то під час процесу прийняття рішення значення його відносної ваги в матриці подвійних порівнянь відрізняється від коефіцієнта зміни ваги групи $q_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)$,

$$\frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)} \rightarrow \frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)} * q_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)$$

(3.15),

де $\frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)}$ – вага групи проектних характеристик

$H_i^{S^{Part_i}}$ залежно від групи проектних особливостей $H_j^{S^{Part_i}}$,

PrS – пріоритет стратегії,

$q_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)$ - коефіцієнт зміни ваги набору проектних ознак $H_j^{S^{Part_i}}$

Значення відносної ваги інших груп по відношенню до цієї групи в порівняльній матриці порівняння має замінитися за формулою:

$$\frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)} \rightarrow \left(\frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)} * q_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS) \right)^{-1} \quad (3.16),$$

Значення коефіцієнта варіації ваги набору характеристик проекту

залежить від кількості можливих переваг стратегій. У методі ієрархічного аналізу важливим фактором є пріоритет, а не міра ваги, тому достатньо розглянути вплив стратегічних пріоритетів як однаковий та розрахувати:

$$q_{H_j^{PrS}}(PrS) = 1 + 1/Num^{PrS} \quad (3.17)$$

де Num^{PrS} - кількість можливих переваг стратегії. У цьому випадку, коли використовуються три основні переваги стратегії, значення $q_{H_j^{PrS}}(PrS) = 1 + 1/3$

Динамічна зміна ваги груп функціональних можливостей проекту, залежно від пріоритету стратегії, дозволяє вибрати стратегію управління веб-проектом, яка максимально враховує її особливості.

Залежність функціональних груп проекту від потенційних пріоритетів стратегії визначається змістом самих функцій та аспектом проекту, який ця група відображає. Однак для можливості використання змінної ваги проектних особливостей у методі ієрархічного аналізу достатньо самого факту взаємозв'язку між факторами процесу прийняття рішень. Це, в свою чергу, дозволяє динамічно змінювати пріоритети та спосіб вибору найкращого рішення без подальшої деталізації значень. Взаємозв'язок між функціональними групами проекту та пріоритетами стратегії визначається на основі аналізу процесу управління проектами та їх реалізації (табл. 3.8.).

Таблиця 3.8. – Залежність груп проектних характеристик від пріоритету стратегії

Група проектних характеристик	Час, Бюджет (ТВ)	Час, Обсяг (ТС)	Обсяг, Бюджет (SB)
HCFin	+	+	+
HCPers	+	-	-
HPFin	+	-	+
HDCRel	-	+	+
HCOrg	-	-	+
HPReq	-	+	+

На основі фактичних досліджень проєкту було доведено, що вплив пріоритетів стратегії на вагу характеристик проєкту в процесах прийняття рішень для управління веб-проєктами методом ієрархічного аналізу неоднорідний. Як показано в таблиці. 3.8., особливо підтримуються такі залежності:

- з вагою проєкту, набір функцій, що описують фінансові показники клієнта (H_{PFin}), пов'язує всі переваги стратегії - "Час, бюджет" (ТВ), "Час, обсяг" (TS) та "Обсяг, бюджет" (SB)), оскільки всі його складові залежать від можливості фінансування проєкту клієнтом;

- сукупність характеристик проєкту, що описують дані про представників клієнта в проєкті (H_{DCRel}), має додаткову вагу у разі вибору пріоритету «Час, бюджет» (ТВ), оскільки час та реалізація проєкту безпосередньо пов'язані з характеристиками клієнта та діями його представника, дані не пов'язані з обсягом проєкту;

- набір функцій проєкту, що описує фінансові дані веб-проєкту (H_{PReq}), має додаткову вагу у разі вибору пріоритетів "Час, бюджет" (ТВ) та "Обсяг, бюджет" (SB), враховуючи, що фінансування проєкту безпосередньо пов'язане з цими пріоритетами між собою не пов'язують ці дані;

- сукупність проєктних особливостей, що відображає стосунки між клієнтом та виконавцем проєкту (H_{DCRel}) мають додаткову вагу у разі вибору «Час, обсяг» (TS) та «Обсяг, бюджет» (SB), завдяки тому, що обсяг замовлення, час та кошти розподіляються для його застосування пов'язані доступність та характер взаємодії між учасниками проєкту;

- сукупність характеристик проєкту, що описують специфіку організації-клієнта (H_{COrg}), є важливою при виборі стратегії проєкту «Обсяг, бюджет» (SB), оскільки ці показники визначають, на який бюджет може замовити клієнт і скільки він може реально виділити на проєкт;

- набору проєктних функцій, що описують вимоги до веб-проєкту (H_{PReq}), надається додаткова вага при виборі пріоритетів стратегій "Час, обсяг" (TS) та

"Бюджет, обсяг" (SB), оскільки такі фактори суттєво впливають на їх вибір, як потреба у часі, потреба бізнесу, функціональна та нефункціональна потреба.

Визначені таким чином взаємозв'язки між групами характеристик проекту, разом із процесом зміни їх ваги в процесі подання заявок, значно збільшують можливості ієрархічного методу аналізу для прийняття проектних рішень щодо вибору стратегії управління проектом.

Після порівняльного порівняння характеристик проекту та розрахунку оціночних значень інтегральних характеристик проекту та оціночних значень груп, на основі яких обчислюються оціночні значення часткових стратегій - Час (Т), Обсяг (S), Бюджет (В), можна оцінити пріоритет стратегій.

Парне порівняння стратегій управління веб-проектами залежно від значення аспектів стратегії виконується за принципом, подібним до принципа динамічного пріоритету в групах проектних характеристик веб-проекту (табл. 3.9).

Відносне значення ваги стратегії управління проектом щодо решти стратегій базової групи коригується коефіцієнтом зміни ваги стратегії $q_{Si}(T, S, B, PrS)$, якщо ця стратегія є перевагою для поєднання набір оцінок часткової стратегії. Щоб спростити розрахунки та забезпечити якісне застосування експертних оцінок відносної ваги стратегій управління проектами для кожної часткової стратегії, шкала оцінок формується з двох значень: низької та високої.

Скоригована відносна вага стратегії управління веб-проектами:

$$\frac{w_{S_i}(T,S,B,PrS)}{w_{S_j}(T,S,B,PrS)} \rightarrow \frac{w_{S_i}(T,S,B,PrS)}{w_{S_j}(T,S,B,PrS)} * q_{S_i}(T, S, B, PrS), \quad (3.18),$$

де $\frac{w_{S_i}(T,S,B,PrS)}{w_{S_j}(T,S,B,PrS)}$ – вага стратегії управління веб-проектом S_i відносно

стратегії управління веб-проектом S_j

T - значення оцінки стратегії часткового управління часом,

S - значення оцінки часткової стратегії управління обсягом веб-проекту,

B - оціночне значення часткової стратегії управління бюджетом веб-проекту,

PrS - пріоритет стратегії,

$q_{Si}(T, S, B, PrS)$ - коефіцієнт зміни ваги веб-стратегії управління проектами S_i .

Таблиця 3.9 – Попарне порівняння стратегій у залежності від значень часткових стратегій та пріоритету стратегії

PrS	$S_1 \quad \dots \quad S_{NumStr}$	Вектор пріоритетів
S_1	$w_{S_1}(T, S, B, PrS) / w_{S_1}(T, S, B, PrS) \quad \dots \quad w_{S_1}(T, S, B, PrS) / w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS)$	$v(S_1)$
\dots		
S_{NumStr}	$w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS) / w_{S_1}(T, S, B, PrS) \quad \dots \quad w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS) / w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS)$	$v(S_{NumStr})$

$v(S_1), \dots, v(S_{NumStr})$ — вектори матриці попарних порівнянь стратегій керування проектом.

Попарні порівняння стратегій управління веб-проектом:

$$\left(w_{S_i}(T, S, B, PrS) / w_{S_j}(T, S, B, PrS) \right)_{i=1, j=1}^{Nm^{Str}}. \quad (3.19).$$

Результатом процесу парного порівняння стратегій та обчислення конкретних векторів парної матриці порівняння є вибір стратегії управління веб-проектом:

$$S(T, S, B, PrS) = \max_{i=1, Num^{Str}} v(S_i(T, S, B, PrS)), \quad (3.20),$$

де Num^{Str} – число стратегій веб-проекту,

$S_i(T, S, B, PrS)$ – i -та стратегія,

v - ваговий коефіцієнт i -ї стратегії для позначення часткових стратегій.

Процес вибору стратегії управління проектом складається з наступних етапів (рис. 3.4):

- а) Розрахунок оцінок інтегральних проектних особливостей:
 - 1) парне порівняння основних характеристик проекту;
 - 2) визначення вектора пріоритету;
 - 3) розрахунок вартості оцінки складних проектних особливостей;
 - 4) повторення всіх інтегрованих конструктивних особливостей;
- б) Розрахунок оцінки інтегральної характеристики проекту:
 - 1) парне порівняння основних та інтегральних ознак групи;
 - 2) обчислення значення вектора пріоритету;
 - 3) розрахунок оцінки набору характеристик проекту;
 - 4) повторення для всіх груп;
- в) Обчислення значення оцінки часткових стратегій:
 - 1) попарне порівняння груп ознак проекту незалежно від пріоритетів стратегії;
 - 2) коригування відсотка груп з урахуванням пріоритету стратегії;
 - 3) обчислення значення вектора пріоритету;
 - 4) розрахунок часткової оцінки стратегії;
- г) Побудова шкали точних значень часткових оцінок стратегій;
- д) Фазифікація оціночного значення часткових стратегій;
- е) вибір стратегії управління веб-проектом в умовах невизначеності з відповідними значеннями часткових стратегій та врахуванням пріоритету стратегії
 - 1) парне порівняння стратегій управління проектами
 - 2) коригування відносної ваги стратегій з урахуванням значення часткових стратегій
 - 3) розрахунок пріоритетних векторів

4) вибір стратегії управління проектом такої, яка має максимальне значення вектора пріоритету.

Основними учасниками процесу вибору стратегії управління проектами є виконавець проекту та замовник проекту.

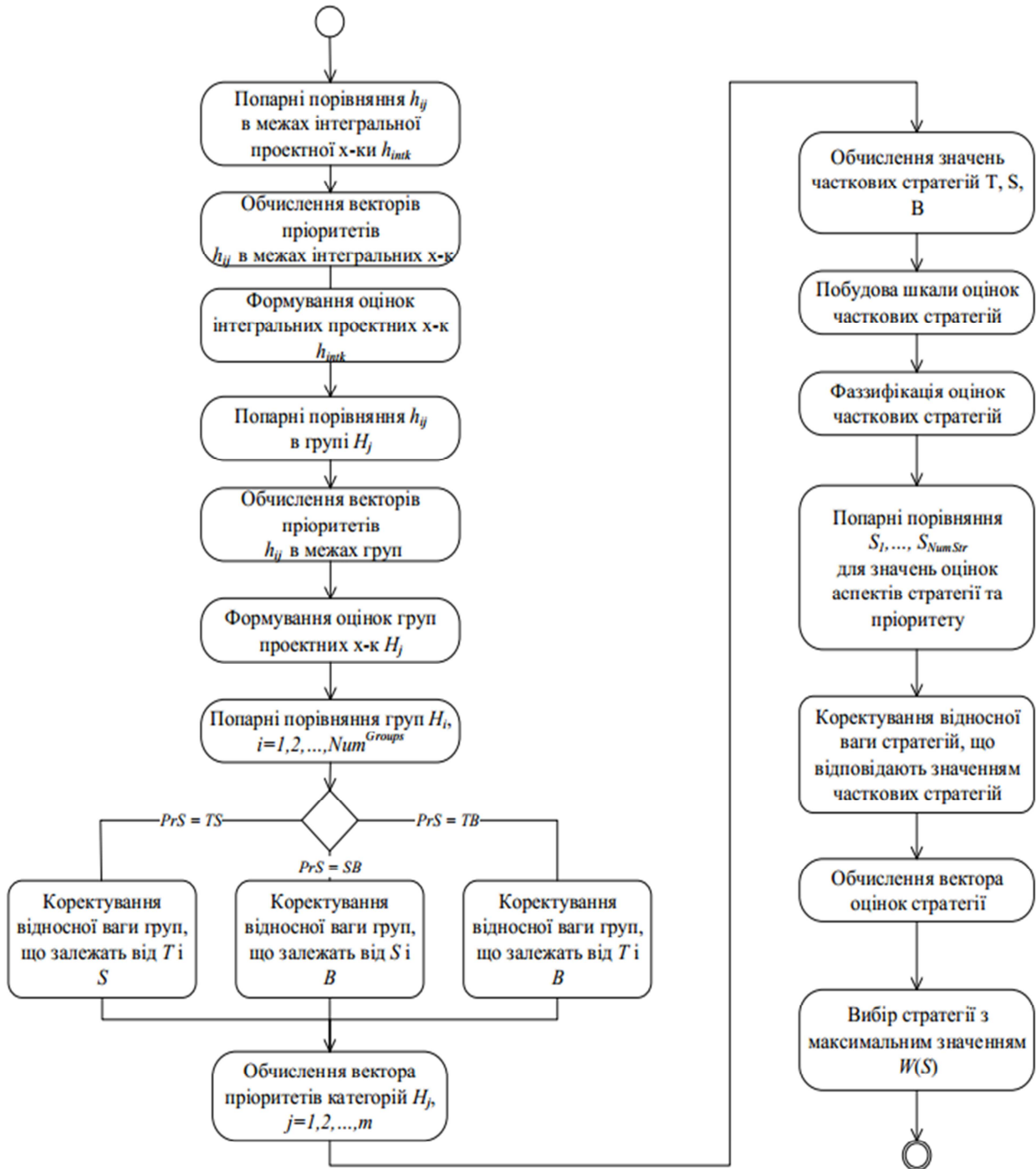


Рисунок 3.4 – Алгоритм вибору стратегії управління проектом

Залежність стратегій керування проектом від значень часткових стратегій (Часу, Обсягу та Бюджету) представлено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Залежність стратегій управління веб-проектом від значень часткових стратегій

Часткові стратегії управління проектом	Час (Т)	Обсяг (S)	Бюджет (В)
S_{TBS}	+		+
S_{tBS}		+	
S_{Tbs}	+		+
S_{tbs}		+	
S_{TBS}		+	
S_{tBs}	+		+
S_{Tbs}	+		
S_{tbs}	+	+	
S_{000}	+	+	+

Взаємодія з системою здійснює представник підрядника - менеджер. З іншого боку, людина, що спілкується, є представником замовника проекту.

3.2 Концепція системи прийняття рішень з управління it-проектами

Для того, щоб вибрати стратегію управління веб-проектом в умовах невизначеності, необхідно подати керівнику проекту результати обраної стратегії управління проектом, яка обирається на основі даних проекту, що вводяться ним та представником замовника. Взаємодія користувача з DSS відбувається на наступних етапах: введення даних, обробка даних, прийняття рішення щодо вибору стратегії управління веб-проектом. (Рисунок 3.5)

Ключові класи: виконавець, замовник, проект, стратегія, невизначеність, особливості проекту.

Клас "Виконавець" має атрибути «назваВиконавця» та «характеристикаВиконавця» і методи «уточненняІнформації» і «відмоваВідПроекту».

Об'єкт клієнта має атрибути «*назваКлієнта*» та «*характеристикаКлієнта*». Методом цього класу є «*уточненняІнформації*» про певну проектну особливість. Об'єкти класу «Стратегія» мають таку структуру: «*назваСтратегії*» та «*пріоритетСтратегії*», і метод «*вибрати*», який повинен брати ідентифікатор проекту, набір атрибутів проекту та пріоритет стратегії як вхідні дані.

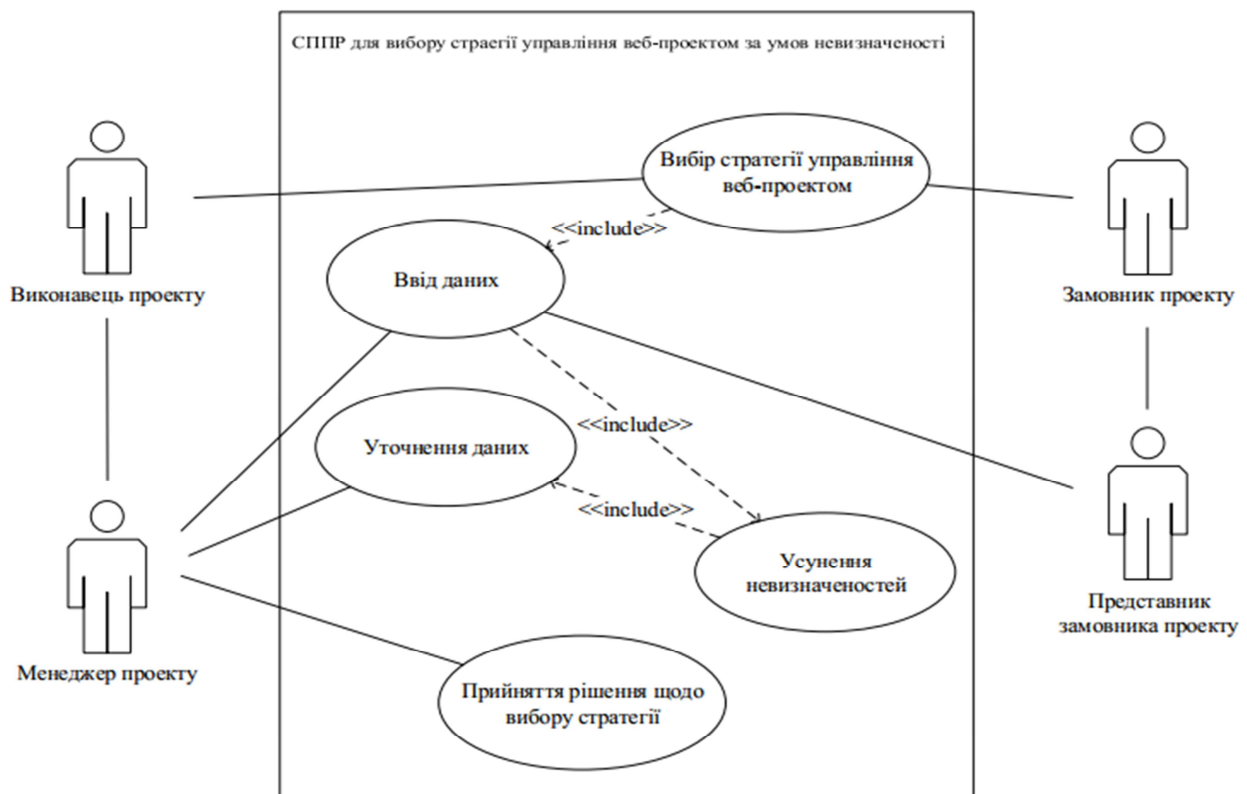


Рисунок 3.5 – Діаграма прецедентів для вибору стратегії управління веб-проектом за умови невизначеності

Системні компоненти: Компонент вводу даних, Компонент опрацювання невизначеностей, Компонент усунення невизначеностей, Компонент вибору стратегії, Компонент виводу результатів.

Компонент усунення невизначеностей, складається з: Класифікація невизначеності, Зменшення рівня невизначеності, Зведення проектної характеристики до числа.

Компонент вибору стратегії складається з: Компонент обчислення

значень інтегральних проектних характеристик, Компонент обчислення значень груп проектних характеристик, Компонент парного порівняння стратегій, Компонент вибору стратегії управління.

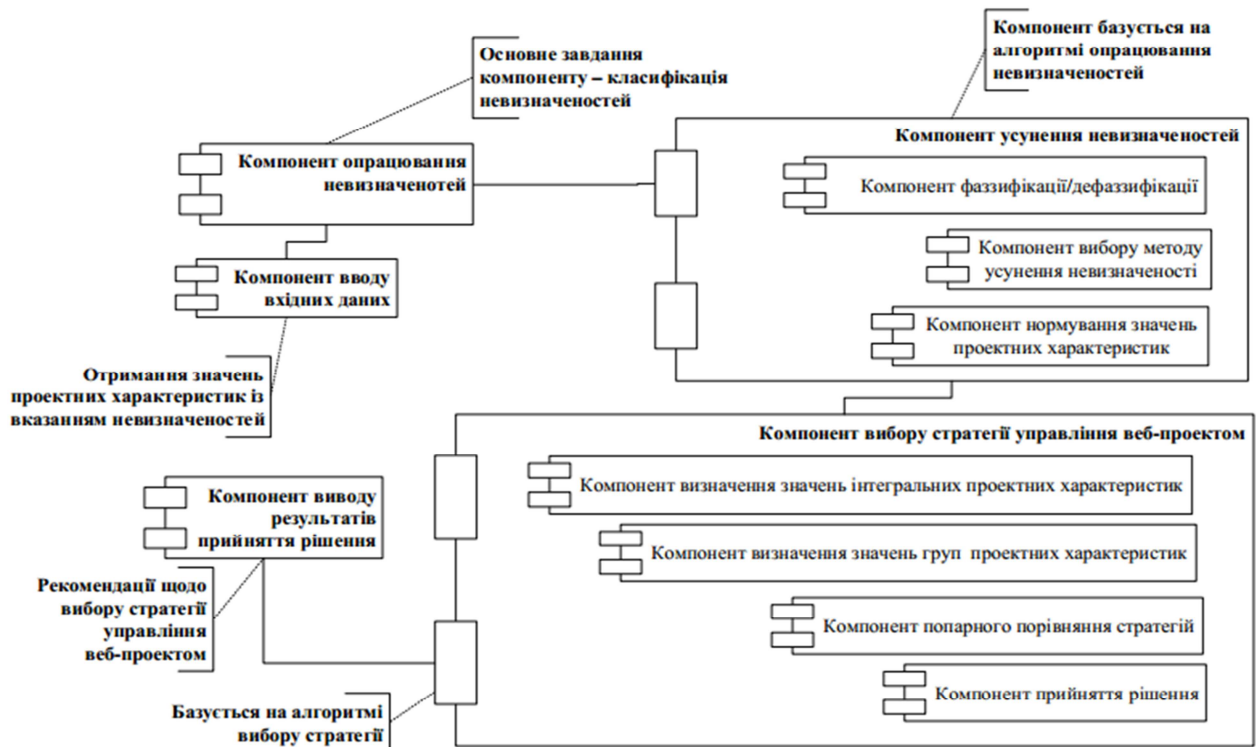


Рисунок 3.7 – Діаграма компонентів для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності

Для обирання вистратегії управління проектом в умовах невизначеності існують три сторони: замовник, виконавець та система.

Замовник розпочинає проект, готує необхідні дані та передає їх виконавцю. Виконавець обробляє дані від замовника та вводить їх, виконує обробку даних та перевіряє наявність проектних особливостей, які мають вирішальне значення для прийняття рішення. Якщо така інформація недоступна, виконавець отримає повідомлення про необхідність уточнення інформації. Якщо доступні всі необхідні критичні функції, DSS виконує обробку невизначеності, подальший вибір стратегії управління мережевим проектом та вилучення результатів. Наступним кроком виконавець аналізує результати, отримані DSS, і планує проектну роботу.

Програмний модуль призначений для вирішення проблем підтримки

прийняття рішень для управління проектами на основі особливостей веб-проекту з потенційно неповними або неточними значеннями.

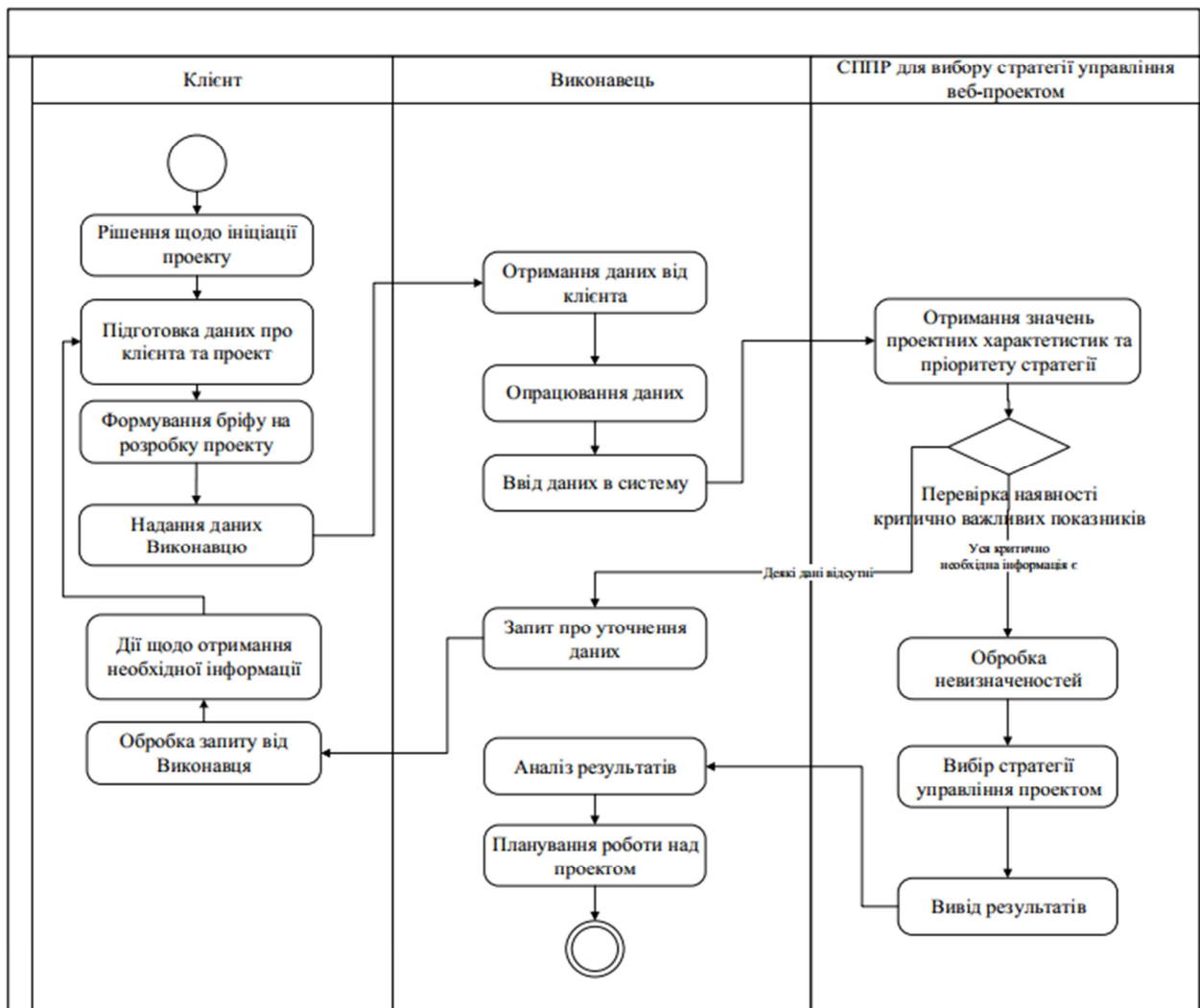


Рисунок 3.8 – Діаграма діяльності СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності

Загальна інформація про програмний модуль. Присвоєння імені програмі; VPS – програмне забезпечення для прийняття рішень, app.js – ключовий компонент, CharSingleView – компонент для обробки даних ознаки проекту, CharListView – компонент для обробки значень набору атрибутів проекту та вибору стратегії для управління веб-проектом.

Програмне забезпечення, необхідне для запуску програми: DSS вимагає оновлення останнього браузера Firefox, Chrome або Safari.

Мови програмування, на яких написана програма: програмний модуль був розроблений для мови програмування JavaScript із використанням бібліотек jQuery, Backbone.js, Underscore.js, Require.js.

Функціональним призначенням СППР є вибір стратегії управління веб-проектами із використанням функцій онлайн-проекткування проектів, які містять інформацію про: фінансові дані клієнта; дані про осіб, які представляють зацікавлені сторони в проекті; фінансові дані проекту; опис відносин між виконавцем та клієнтом; специфіка організації клієнта, вимоги до проекту.

Опис логічної структури. Програма складається з набору компонентів, написаних на JavaScript, та бібліотеки jQuery, Backbone.js, Underscore.js, Require.js. Пакет програм включає компоненти:

- app.js - основний компонент програми, який запускає перегляд сторінки та завантаження даних;
- charSingleView - компонент для обробки та усунення невизначеності в конструктивних особливостях;
- charListView - компонент, який порівнює характеристики проекту, їх групу та стратегію управління проектами та відображає інформацію про результати.

Використані технічні інструменти. Робота використовує клієнтський пристрій. Як клієнтський пристрій ви можете використовувати:

- персональний комп'ютер x86
- персональний комп'ютер Mac
- мобільні пристрої для доступу в Інтернет

Виклики та завантаження DSS виконуються як веб-служба і доступні в Інтернеті за допомогою веб-браузера Chrome, Firefox, Internet Explorer, Safari.

Користувач DSS вводить вхідні дані інтерактивно через веб-інтерфейс, взятий із зовнішнього файлу data.js, що зберігається на веб-сервері.

Вихідні дані - це початкові результати вирішення проблеми вибору стратегії управління проектом у вигляді рекомендацій керівнику веб-проекту;

дані відображаються на сторінці у веб-браузері з можливістю подальшого зберігання.

3.3 Аналіз ефективності системи підтримки прийняття рішень з управління іт-проєктами

Верифікація та валідація розробленої системи підтримки прийняття рішень проводилась відповідно до принципів, запропонованих у [77].

До розробленої системи підтримки прийняття рішень ставляться наступні вимоги та завдання:

- розглянути особливості веб-проєктів;
- зменшити вплив людського фактора на процес прийняття проєктних рішень та зменшити час, витрачений на попередню проєктну роботу;
- враховувати фактор невизначеності при прийнятті рішень та зменшення рівня невизначеності в характеристиках веб-проєкту;
- вирішити вибір стратегії управління веб-проєктом на основі складних проєктних особливостей;
- враховувати наявність стратегічного пріоритету при прийнятті рішення.

В результаті розробки програмного забезпечення ці завдання були реалізовані наступним чином:

- враховується специфіка веб-проєктів;
- вплив людського фактора на процес прийняття проєктних рішень зменшується, а час, що витрачається на передпроєктні роботи, зменшується за рахунок автоматизації процесу прийняття рішень;
- невизначеність враховувалася при розробці компонентів для усунення та усунення невизначеностей у проєктних показниках;
- забезпечено процес прийняття рішень для вибору стратегії управління веб-проєктом в умовах невизначеності на основі даних, отриманих від користувачів;

– беручи до уваги наявність стратегічної переваги, користувач має можливість вказати, для чого зроблена зміна в парних порівняннях, шляхом обчислення вагових коефіцієнтів та вибору стратегії.

Таблиця 3.11 – Порівняння ключових характеристик існуючих систем управління проектами та розробленої.

	Microsoft Project	Basecamp	JIRA	Wrike	Podio	Smartsheet	СППР WPS
Опрацювання невизначеностей	-	-	-	-	-	-	+
Врахування особливостей веб-проектів	-	+	+	-	-	-	+
Формалізація проектних характеристик	-	-	-	-	-	-	+
Планування роботи над проектом	+	+	+	+	+	+	+
Веб-архітектура (доступність як SaaS)	-	+	+	+	+	+	+
Можливість інтеграції в системи управління проектами та CRM-системи	-	-	-	-	-	-	+
Візуалізація плану роботи над проектом	+	-	+	+	+	+	-

Ефект від використання різних програм прийняття рішень для управління веб-проектами полягає в зменшенні складності проекту, що дозволяє ефективно використовувати ресурси.

Таблиця 3.12 – Порівняльна таблиця витрат часу із застосуванням СППР та без її застосування

Витрати часу	Без використання СППР (оцінка за методикою PERT) середнє значення для 8 проектів	З використанням СППР (середнє значення по 8 проектах)	Економія
Передпроектні роботи	16,3% від загального обсягу проекту	9,7% від загального обсягу проекту	6,6% від загального обсягу проекту
Комунікація у процесі роботи	7,6% від загального обсягу проекту	5,1% від загального обсягу проекту	2,5% від загального обсягу проекту
Усунення наслідків помилкових рішень	8% від часу розробки	4,6% від часу розробки	5,4% від часу розробки
Непрямі затрати	7% від загального обсягу проекту	4,2% від загального обсягу проекту	2,8% від загального обсягу проекту

Ефект досягається за рахунок наступних кроків: скорочення обсягу передпроектних робіт, аналіз бізнес-процесів в організації клієнта, формування вимог до проекту, уточнення вимог та функціональності проекту, підвищення якості проектних рішень за рахунок зменшення кількості неправильних рішень, зменшуючи загальний обсяг проектних робіт за рахунок зменшення кількості помилкових рішень і зменшення обсягу організаційної роботи.

Система вибору оптимальної стратегії управління проектом з точки зору неповноти та неточності проектних характеристик має широкі перспективи застосування як складової CRM-системи. Дані можуть вводити менеджер проекту та безпосередньо клієнти через доступний для них інтерфейс системи.

Вбудований у CRM-систему, він має широкі перспективи для розширення функціональних можливостей та інтеграції з іншими компонентами, які можуть використовувати складні проектні особливості для прийняття рішень, крім вибору стратегії управління проектами.

Отримана системою інформація про клієнта та проект може бути використана для таких дій, як, наприклад, аналіз ефективності співпраці з клієнтом, аналіз лояльності клієнтів, надходження від них, витрачені ресурси на кожного клієнта тощо. Та на основі цих даних дозволить ефективніше будувати стратегію роботи з усіма замовниками.

ВИСНОВКИ

У роботі специфіка характерного веб-проєкту в конкретній категорії ІТ-проєктів, позначена їх змістом та місцем, виконано огляд і аналіз досліджень у сфері управління в сфері управління проєктами. Найпопулярніші з них: PRINCE2, Agile, метод CCPM та ситуаційно-орієнтований підхід до управління проєктами.

Найрозповсюдженішими системами управління веб-проєктами є: Microsoft Project, Basecamp, JIRA (Atlassian), Wrike, Podio, Smartsheet, Teamwork Project Manager. У розділі розглянуто їх базові функції функціонування.

Новітні системи управління проєктами проєкту дозволяють досягти широкого кола можливостей безпосередньо в процесі управління проєктами, але не дають можливості ввести вхідну інформацію про проєкт, яка за можливості може бути використана для прийняття управлінських рішень.

Результатом аналізу є низка невирішених проблем управління проєктами:

- веб-проєкти мають перелік їх характеристик, що обумовлені специфікою кінцевого продукту, впливом людського фактора, особливостями технологій реалізації, умовами виконання, все це надає змогу виділити їх як окрему самостійну категорію ІТ-проєктів;

- набір проєктних характеристик, які визначають процеси управління веб-проєктом, є спеціальними та індивідуальними для проєкту, характерними є неповнота, неточність, відсутність проєктних даних та їх нестійкість, потребує вироблення індивідуальних підходів до прийняття рішень для кожного веб-проєкту;

- сучасні методи, засоби та технології не виділяють певні характерні риси веб-проєктів, що відрізняють їх від інших ІТ-проєктів, наприклад, слабка структурованість, індивідуальність, динамічність, нішевий характер;

- через наявність неповноти та невизначеності проєктних особливостей керування веб-проєктом на основі традиційних методів є більш складним, або

навіть неможливим.

Моделювання процесів виконання та управління веб-проектом виявило, що найкращим рішенням є застосування моделі ситуаційного управління. Модель допомагає визначити головні компоненти процесу управління за умов недостатньої формалізації, невизначеності, а також зміни головних показників проекту.

Низка стандартних показників веб-проекту охоплює багато аспектів даних щодо клієнта та проекту, включаючи, наприклад, фінансові показники і дані про особливості його характеру. Подібний набір є достатнім, щоб приймати проектні рішення. Набір є базовим та за необхідності може бути збільшеним для досягнення більшої точності прийняття рішень.

Усунення невизначеностей, яке ґрунтується на застосуванні нечіткої логіки, послідовних перетворень невизначеностей до нечітких значень та подальших точних числових оцінок за допомогою апарату опозиційних шкал складає основу для побудови алгоритмів та складових програм, що підтримують прийняття рішень з управління веб-проектами за відсутність цієї інформації.

Для того, щоб зменшити вплив людського фактора та проектний ризик, було застосовано шаблон стратегії управління веб-проектами, що дуже спрощує даний процес, так як використовуються попередньо проаналізовані та розраховані варіанти.

Для того, щоб обрати стратегію управління веб-проектом за умови невизначеності обрано метод аналізу ієрархій, метод дозволив виробляти досить ефективні рішення без глибокої формалізації процесу та значень важливих факторів впливу. На основі моделі управління веб-проектом та на базисі методу аналізу ієрархій було розроблено алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом за умови невизначеності.

Також було розроблено методіку вибору стратегії управління веб-проектом за умови неточності проектних даних та характеристик і має значні перспективи стати повноцінним компонентом CRM-системи. Дані можуть бути

введені як менеджером проекту, так і замовником через користувацький інтерфейс системи.

При інтеграції методики у CRM-систему її функціональність може бути значно розширена, також може бути інтегрована з іншими компонентами, що можуть використовувати для прийняття низки інших рішень щодо управління проектом.

Інформація, що система отримує про клієнта і власне проєкт, використовується для, наприклад, аналізу ефективності співпраці з будь-яким замовником, аналіз його лояльності, доходу, витрачених ресурсів в процесі реалізації веб-проєкту тощо, та дозволяє ефективніше збудувати стратегію співпраці з клієнтами.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Багашова Н. В. Світові та вітчизняні тенденції розвитку управління проектами. *Ефективна економіка* : електронне наукове фахове видання. № 6. 2015. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_6_34
2. Бир С. Т. Кибернетика и менеджмент ; перевод с англ. Изд. 2-е. Москва : КомКнига, 2006. 280 с.
3. Бушуев С. Д. Управление проектами. Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров. National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0. Киев : ІРІДУМ, 2006. 208 с.
4. Бушуев С. Д., Бурков В. Н., Неизвестный С. И. Роль генетического инварианта активных систем в управлении проектами с высокой неопределенностью. *Управление проектами и программами*. 2014. № 2 (38). С. 130–144.
5. Вирайн Л., Трампер М., Вирайн Е. Эмоции и управление проектами. *Управление проектами и программами*. 2016. № 1. С. 20–27.
6. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных ; пер. с англ. Изд. 8-е. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2005. 1328 с.
7. Заде Л. А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных/интеллектуальных систем ; пер. с англ. *Новости Искусственного Интеллекта*. 2001. № 2–3. С. 7–11.
8. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений ; пер. с англ. Москва : Мир, 1976. 165 с.
9. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению: ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Москва : ИПК Издательство стандартов. 2001. 12 с.
10. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных. Москва : Финансы и статистика, 2002. 800 с.
11. Константин Л. Человеческий фактор в программировании ; пер. с

англ. Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2004. 384 с.

12. Кунец О. Оценка эффективности IT-проектов. Дискуссионный клуб: электронный ресурс. 2014. URL: <http://dssclub.com.ua/categories/economics/2014-03-19-09-57-47.html>.

13. Ландэ Д. В. Основы интеграции информационных потоков : монография. Киев : Инжиниринг, 2006. 240 с.

14. Липаев В. В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты : монография. Москва : СИНТЕГ, 2001. 228 с.

15. Липаев В. В. Обеспечение качества программных средств. Методы и стандарты. Москва : СИНТЕГ, 2001. 380 с.

16. Мендельсон Э. Введение в математическую логику ; пер. с англ. Изд. 3-е. Москва : Наука, 1984. 320 с.

17. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. Москва : Мир, 1978.

18. Подмаркова И. П. Методика определения индекса комфортности интERTипных отношений в группе. Соционика и другие типологии. 2010. URL: <http://www.socionic.ru/index.php/2010-10-02-22-36-21/847-podmarkovaipmetodikaopredeleniyaindeksakomfortnostiintertipnyhotnoshen/iivgruppe>.

19. Поняття життєвого циклу проекту. Бібліотека економіста. Проектний аналіз. 2000. URL: <http://library.if.ua/book/134/9070.html>.

20. Попова М. Ошибки и риски ведомственных IT-проектов. CNews Analytics. CNews : интернет-портал. 2004. URL: <http://www.cnews.ru/reviews/free/gov/part1/risks.shtml>.

21. Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления. Москва : Энергоатомиздат, 1981.

22. Поспелов Д. А. Логические методы анализа и синтеза схем ; перераб. и доп. Изд. 3-е. Москва : Энергия, 1974. 368 с.

23. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика.

Москва : Наука, 1986. 288 с.

24. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.

25. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем ; пер. с англ. Москва : Радио и связь, 1991. 224 с.

26. Сервисы для совместной работы и управления проектами. Online Projects. 2015. URL: <http://www.onlineprojects.ru/tools/pm/>.

27. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 2001. 343 с.

28. Терелянский П. В., Кременов С. И. Реализация метода анализа иерархий для оценки конкурентоспособности компьютерных фирм. *Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология.* 2008. № 2. С. 35-42. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-metoda-analiza-ierarhiy-dlya-otsenki-konkurentosposobnosti-kompyuternyh-firm>.

29. Управление интернет проектами. Team Bridge: блог. 2013. URL: <http://www.teambridge.ru /blog/common/upravlenie-web-internet-proektami.html>.

30. Черч А. Введение в математическую логику ; пер. с англ. Москва : Издательство иностранной литературы, 1960. 485 с.

31. Atkinson R., Crawford L., Ward S. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management. *International journal of project management.* 2006. Vol. 24. Is. 8. pp. 687–698.

32. Berkun S. Making Things Happen: Mastering Project Management. Scott Berkun. O'Reilly, 2008.

33. Boehm B. Software Engineering Economics. *IEEE Transactions on Software Engineering.* 1984. Vol. SE-10. Is. 1. P. 4–21.

34. Boehm B. W. Software risk management: principles and practices. *Software, IEEE.* 1991. Vol. 8. Is. 1. pp. 32–41.

35. Burger R. The 5 Biggest Project Management Trends for 2015. Capterra Project Management Blog. 2014. URL: <http://blog.capterra.com/biggest-project-management-trends-for-2015/>.

36. Cotgreave D. 7 Project Management Trends For 2015 That Have Already Happened. *Business Computing World*. 2015. URL: <http://www.businesscomputingworld.co.uk/7-project-management-trends-for-2015-that-have-already-happened/>.
37. Chandrasekaran S., Golub G. H., Gu M., Sayed A. H. Parameter estimation in the presence of bounded data uncertainties. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*. 1998. Vol. 19. Is. 1. pp. 235–252.
38. Date C. A Critique of Claude Rubinson’s Paper Nulls, Three. Valued Logic, and Ambiguity in SQL: Critiquing Date’s Critique. *SIGMOD Record*. September 2008. Vol. 37. No. 3. p. 20–22.
39. Date C. *Database in Depth: Relational Theory for Practitioners*. O’Reilly, CA, 2005. 240 p.
40. Date C., Darwen H. *Foundation for Future Database Systems: The Third Manifesto*, 2nd edn. Harlow: Addison Wesley Longman, 2000. 496 p.
41. Date C. Not is not ‘not’! (notes on three-valued logic and related matters). *Relational Database Writings, 1994–1997*. Addison Wesley Longman, 1998.
42. Emond J., Steins C. *Pro web project management*. Apress, 2011.
43. Fuggetta A. A classification of CASE technology. *Computer*. 1993. Is. 12. pp. 25–38.
44. Gite V. Top 10 Open Source Web-Based Project Management Software. *NixCraft*. 2009. URL: <http://www.cyberciti.biz/tips/open-source-project-management-software.html>.
45. Grady J. O. *System Validation and Verification*. CRC Press, 1997. 352 p.
46. Haughey D. Introduction to Project Management [Electronic resource]. *Project Smart*. 2014. URL: <http://www.projectsmart.co.uk/introduction-to-project-management.php>.
47. Here’s how KEEN Footwear used Basecamp to help build their flagship store in Portland. *Basecamp*. URL: <https://basecamp.com/tour>.
48. Horton C. 5 Digital Marketing Insights from a New Gartner Study.

Social Media Today. 2013. URL: <http://www.socialmediatoday.com/content/5-digital-marketing-insights-new-gartner-study>.

49. Howell G., Laufer A., Ballard G. Uncertainty and project objectives. *Project Appraisal*. 1993. Vol. 8. Is. 1. pp. 37–43.

50. IBM Rational Unified Process (RUP). Rational Process Library. URL: <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/>.

51. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology: IEEE STD 610.12-1990. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Inc., 1990. 82 p.

52. Information technology. Guide to the POSIX open system environment (OSE) : BS ISO/IEC TR 14252:1996. British Standard /International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 1997. 250 p.

53. Information technology - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model: The Basic Model: ISO/IEC 7498-1: 1994. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 1996. 59 p.

54. Information technology - XML Metadata Interchange (XMI): ISO/IEC 19503: 2005. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2005. 10 p.

55. Kuhn D. L. Selecting and Effectively Using a Computer Aided Software Engineering Tool: Conference: Annual Westinghouse computer symposium. Pittsburgh, PA (USA). 6–7 Nov. 1989.

56. Mohamed S., McCowan A. Modelling project investment decisions under uncertainty using possibility theory. *International Journal of Project Management*. 2001. Vol. 19. Is. 4. pp. 231–241.

57. Nitithamyong P., Skibniewski M. Web-based construction project management systems: how to make them successful? *Automation in construction*. 2004. Vol. 13. Is. 4. pp. 491–506.

58. Observing Data Quality Service Level Agreements: Inspection, Monitoring, and Tracking. White Paper submitted by DataFlux UK Ltd. 2008. 11 p. URL: [http://whitepapers.theregister.co.uk/paper/view/709/wp047-observing-data-](http://whitepapers.theregister.co.uk/paper/view/709/wp047-observing-data)

quality-service-level-agreements.pdf.

59. Orton-Jones C. 7 global project management trends. Raconteur. 2015. URL: <http://raconteur.net/business/seven-global-project-management-trends>.

60. Osgood C. E. The nature and measurement of meaning. *Psychological bulletin*. 1952. Vol. 49. Is. 3. P. 197.

61. Patanakul P., Shenhar A. What project strategy really is: The fundamental building block in strategic project management. *Project Management Journal*. 2012. Vol. 43. Is. 1. pp. 4–20.

62. Pich M. T., Loch C. H., Meyer A. D. On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management. *Management science*. 2002. Vol. 48. Is. 8. pp. 1008–1023.

63. Rand G. K. Critical chain: the theory of constraints applied to project management. *International Journal of Project Management*. 2000. Vol. 18. Is. 3. pp. 173–177.

64. Raz T., Shenhar A., Dvir D. Risk management, project success and technological uncertainty. *R&D Management*. 2002. Vol. 32. Is. 2. pp. 101–109.

65. Rubinson C. Nulls, Three-Valued Logic, and Ambiguity in SQL: Critiquing Date's Critique. *SIGMOD Record*. Vol. 36. No. 4, December 2007. pp. 137–143.

66. Scalable Data Quality: A Seven Step Plan For Any Size Organization. Melissadata Inc. White Papers. 2007. 7 p. URL: <http://www.melissadata.com/dqt/whitepaper/scalable-data-quality-whitepaper.pdf>.

67. Schmidt T. Strategic project management made simple: Practical tools for leaders and teams. John Wiley & Sons, 2009. 272 p.

68. Shenhar A. J. From theory to practice: Toward a typology of project-management styles. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 1998. Vol. 45. Is. 1. pp. 33–48.

69. Software engineering – Product quality. Part 1: Quality model : ISO/IEC 9126-1: 2001. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2001. 9 p.

70. The Dublin Core Metadata Element Set. Draft Standard: ANSI/NISO Z39.85-2007. National Information Standard Organization, 2007. 15 p.
71. Thomas J., Mengel T. Preparing project managers to deal with complexity. *Advanced project management education: International Journal of Project Management*. 2008. Vol. 26. Is. 3. pp. 304–315.
72. Top Project Management Software. Capterra. 2015. URL: <http://www.capterra.com/project-management-software/#infographic>.
73. Tripathi B. 8 Project Management Trends to Watch for in 2015. URL: <http://www.synquis.com/blog/8-project-management-trends-to-watch-for-in-2015>.
74. Verzuh E. The fast forward MBA in project management. John Wiley & Sons, 2015. 528 p.
75. Vidgen R. Developing Web information systems: From strategy to implementation / Richard Vidgen, David Avison, Bob Wood, Trevor Wood-Harper. Butterworth-Heinemann, 2002. 274 p.
76. Walker W. E. Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated assessment*. 2003. Vol. 4. Is. 1. pp. 5–17.
77. Ward S., Chapman C. Transforming project risk management into project uncertainty management. *International Journal of Project Management*. 2003. Vol. 21. Is. 2. pp. 97–105.
78. Zadeh L. A. Fuzzy sets. *Information and control*. 1965. No. 8. Vol. 3. pp. 338–353.
79. Zhao T., Sundararajan S., Tseng C. Highway development decision-making under uncertainty: A real options approach. *Journal of infrastructure systems*. 2004. Vol. 10. Is. 1. pp. 23–32.

ДОДАТОК А

Таблиці попарних порівнянь проектних характеристик у групах

Таблиця А.1 – Попарні порівняння проектних характеристик у групі H_{CFin}

H_{CFin}	h_{CFin_cInc}	$h_{CFin_cPrevInc}$	$h_{CFin_cPotInc}$	Вектор пріоритетів
h_{CFin_cInc}	1	1/7	1/5	0,07459496863
$h_{CFin_cPrevInc}$	7	1	1/3	0,3236367352
$h_{CFin_cPotInc}$	5	3	1	0,6017682964

$$\lambda_{\max} = 3,2332; IC = 0,1166; OC = 0,201$$

Таблиця А.2 – Попарні порівняння проектних характеристик у групі H_{CPers}

H_{CPers}	h_{CPers_cChar}	$h_{CPers_cGender}$	h_{CPers_cAge}	h_{CPers_cLang}	h_{CPers_cProf}	h_{CPers_cNum}	Вектор пріоритетів
h_{CPers_cChar}	1	5	5	1/9	1/3	1/3	0,07813813900
h_{CPers_cGende}	1/5	1	3	1/9	1/5	1/5	0,03765729222
h_{CPers_cAge}	1/5	1/3	1	1/9	1/3	1/5	0,02706776899
h_{CPers_cLang}	9	9	9	1	9	9	0,5981292021
h_{CPers_cProf}	3	5	3	1/9	1	3	0,1483792784
h_{CPers_cNum}	3	5	5	1/9	1/3	1	0,1106283196

$$\lambda_{\max} = 7,025437; IC = 0,205087400; OC = 0,1653930645$$

Таблиця А.3 – Попарні порівняння проектних характеристик у групі H_{PFin}

H_{PFin}	h_{PFin_pScope}	h_{PFin_pBFlex}	h_{PFin_pBFin}	Вектор пріоритетів
h_{PFin_pScope}	1	1/3	1/5	0,1191998134
h_{PFin_pBFlex}	3	1	5	0,6598701324
h_{PFin_pBFin}	3	1/5	1	0,2209300544

$$\lambda_{\max} = 3,2159659; IC = 0,107982950; OC = 0,1861775000$$

Таблиця А.4 – Попарні порівняння проектних характеристик у групі H_{DCRel}

H_{DCRel}	$h_{DCRel_cImp_Int}$	$h_{DCRel_cRelPeriod}$	$h_{DCRel_cComf_Int}$	h_{DCRel_cPrior}	Вектор пріоритетів
$h_{DCRel_cImp_Int}$	1	7	5	7	0,6590459843
$h_{DCRel_cRelPeriod}$	1/7	1	3	1/3	0,1017053131
$h_{DCRel_cComf_Int}$	1/5	1/3	1	1/3	0,06534377088
h_{DCRel_cPrior}	1/7	3	3	1	0,1739049317

$$\lambda_{\max} = 4,423115585; IC = 0,141038529; OC = 0,1567094767$$

Таблиця А.5 – Попарні порівняння проектних характеристик у групі H_{COrg}

H_{COrg}	h_{COrg_cOwnr}	h_{COrg_cArea}	Вектор пріоритетів
h_{COrg_cOwnr}	1	1/5	0,2
h_{COrg_cArea}	5	1	1

$$\lambda_{\max} = 2; IC = 0; OC = 0$$

Таблиця А.6 – Попарні порівняння проектних характеристик у групі H_{PReq}

H_{PReq}	h_{PReq_pUrg}	h_{PReq_pTech}	Вектор пріоритетів
h_{PReq_pUrg}	1	1/7	0,142857
h_{PReq_pTech}	7	1	1

$$\lambda_{\max} = 2; IC = 0; OC = 0$$