

Міністерство освіти і науки України
Національний університет “Львівська політехніка”

На правах рукопису

Алексеева Катерина Андріївна

УДК 004.738.5

**М а т е м а т и ч н е т а п р о г р а м н е
з а б е з п е ч е н н я у п р а в л і н н я в е б - п р о е к т а м и
з а у м о в н е в и з н а ч е н о с т і**

Спеціальність 01.05.03 – Математичне та програмне забезпечення

обчислювальних машин і систем

Дисертація на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Науковий керівник:
д.т.н., професор Пелешишин Андрій
Миколайович

Львів - 2015

Зміст

Зміст	2
Перелік умовних скорочень	6
Список рисунків	7
Список таблиць	8
Перелік основних скорочень та абревіатур	10
Вступ	11
Розділ 1. Огляд літературних джерел та підходів до управління проектами.....	19
1.1. Особливості виконання веб-проектами та управління ними	19
1.1.1. Основні поняття та визначення веб-проекту.....	19
1.1.2. Класифікація веб-проектів	21
1.1.3. Характерні риси та особливості веб-проектів.....	23
1.1.4. Роль людського чинника у веб-проектах.....	25
1.2. Методи управління веб-проектами.....	27
1.2.1. Базові принципи та тенденції управління веб-проектами	27
1.2.2. Методологія управління веб-проектами.....	31
1.2.3. Аналіз сучасних підходів до управління ІТ-проектами.....	32
Традиційний підхід.....	32
Методика PRINCE2	33
Гнучкий підхід (AGILE).....	35
Метод критичного шляху (CCPM).....	36
Процесно-орієнтований підхід	37
1.3. Сучасні засоби і технології управління веб-проектами.....	37
1.3.1. Технології управління веб-проектном	37
1.3.2. Аналіз можливостей технологічних сучасних засобів управління веб-проектами	39
Microsoft Project.....	39

	3
Basecamp	39
JIRA (Atlassian).....	40
Wrike.....	40
Podio	41
Smartsheet	42
1.4. Висновки до розділу 1	43
Розділ 2. Визначення та специфікація проектних характеристик веб-проектів.....	45
2.1. Моделювання процесу управління веб-проектом	45
2.1.1. Функціональна модель веб-проекту	45
2.1.2. Функціональна модель процесу управління веб-проектом	47
2.2. Базові характеристики веб-проекту	50
2.2.1. Поняття проектної характеристики	50
2.2.2. Система скорочених назв проектних характеристик	52
2.2.3. Класифікація проектних характеристик	53
За важливістю для прийняття рішення	53
За структурою.....	55
За змістом.....	55
2.3. Невизначеності у проектних характеристиках веб-проектів	62
2.4. Перетворення невизначених значень проектних характеристик веб-проектів до визначених.....	70
2.5. Опрацювання невизначеностей у процесах прийняття рішень з управління веб-проектами.....	77
2.6. Висновки до розділу 2	80
Розділ 3. Метод вироблення проектних рішень в управлінні веб-проектом за умов невизначеності.....	82
3.1. Стратегія управління веб-проектом	82
3.1.1. Моделювання процесу управління веб-проектом.....	82
3.1.2. Формування стратегії управління веб-проектом	87

3.1.3. Використання шаблонів стратегій в управління веб-проектами	92
3.2. Застосування методу аналізу ієрархій для вибору стратегії управління проектом	95
3.2.1. Обґрунтування методу вибору стратегії управління проектом	95
3.2.2. Попарні порівняння проектних характеристик для визначення їх вагових коефіцієнтів у відповідних категоріях	97
Попарні порівняння базових проектних характеристик для обчислення інтегральних проектних характеристик	97
Попарні порівняння проектних характеристик у групах	99
Попарні порівняння груп проектних характеристик	101
Динамічне розставлення пріоритетів груп проектних характеристик	102
Попарні порівняння стратегій управління проектом	106
3.2.3. Алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності	108
3.3. Висновки до розділу 3	111
Розділ 4. Опис програмної реалізації	112
4.1. Проектування системи підтримки прийняті рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	112
4.1.1. Розроблення вимог до системи підтримки прийняті рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	112
4.1.2. Визначення об'єктів і класів у процесах прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	113
4.1.3. Розроблення структури системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	114
4.1.4. Опис функціонування системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	115
4.2. Опис програмного комплексу системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	117

4.3. Аналіз та оцінка ефективності системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	119
4.3.1. Верифікація та валідація системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	119
4.3.2. Оцінка ефективності системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності	121
4.4. Висновки до розділу 4	122
Висновки	123
Література.....	125
Додатки.....	137
Додаток 1. Акти про використання результатів дисертаційної роботи.....	137
Додаток 2. Таблиці попарних порівнянь проектних характеристик у групах	147
Додаток 3. Програмний код основних компонентів СППР на мові JavaScript	149
Додаток 4. Скріншот програми	153

Перелік умовних скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
Num^{Str}	Загальна кількість стратегій, доступних для проекту
Num^{Groups}	Загальна кількість груп характеристик проекту
Num^{Intj}	Загальна кількість проектних характеристик, що входять до складу j -ї інтегральної характеристики
PrS	Пріоритет стратегії
Num^{PrChar}	Загальна кількість характеристик проекту
$Num^{PFinStage}$	Кількість етапів, на які розподіляють роботи по проекту
$Num^{CPersDec}$	Кількість осіб, що приймають рішення по проекту
Num^{PrTech}	Кількість технологій проекту, до яких є вимоги з боку замовника

Список рисунків

Рис. 2.1. Функціональна модель веб-проекту	46
Рис. 2.2. Функціональна модель управління веб-проектом та її особливості	48
Рис. 2.3. Традиційні підходи до опрацювання невизначеностей у веб-проектах	64
Рис. 2.4. Блок-схема процедури зменшення неповноти і неточності проектних характеристик веб-проекту	72
Рис. 2.5. Алгоритм опрацювання невизначеності у проектних характеристиках	75
Рис. 2.6. Алгоритм опрацювання невизначеностей у процесах прийняття рішень з управління веб-проектами	78
Рис. 3.1. UML-діаграма взаємодії об'єктів процесу управління веб-проектом	83
Рис. 3.2. Трикутник проекту	88
Рис. 3.3. Зміна трикутника проекту при зміні часткових стратегій ...	89
Рис. 3.4. Алгоритм вибору стратегії управління проектом	109
Рис. 4.1. Діаграма прецедентів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності	113
Рис. 4.2. Діаграма класів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності.....	114
Рис. 4.3. Діаграма компонентів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності	115
Рис. 4.4. Діаграма діяльності СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності	116

Список таблиць

Таблиця 1.1.	Порівняння корпоративних та веб-проектів.....	24
Таблиця 2.1.	Чинники прийняття проектних рішень в управлінні веб-проектами	51
Таблиця 2.2.	Оцінка ситуативної комфортності відносин між соціотипами	57
Таблиця 2.3.	Лінгвістичні оцінки для показників проекту.....	68
Таблиця 2.4.	Можливість використання способів зменшення рівня невизначеності для проектних характеристик.....	76
Таблиця 3.1.	Властивості об'єкта «Замовник веб-проекту».....	84
Таблиця 3.2.	Властивості об'єкта «Керівник веб-проекту».....	84
Таблиця 3.3.	Базовий набір шаблонів стратегій управління веб-проектом	93
Таблиця 3.4.	Шкала відносної важливості для парних порівнянь (по Сааті)	97
Таблиця 3.5.	Попарні порівняння базових проектних характеристик, що входять до складу інтегральних	98
Таблиця 3.6.	Попарні порівняння та розстановка пріоритетів для проектних характеристик у межах групи.....	100
Таблиця 3.7.	Попарні порівняння груп проектних характеристик веб-проектів для часткових стратегій (Час, Обсяг, Бюджет).....	101
Таблиця 3.8.	Залежність груп проектних характеристик від пріоритету стратегії	104
Таблиця 3.9.	Попарне порівняння стратегій у залежності від значень часткових стратегій та пріоритету стратегії	107
Таблиця 3.10.	Залежність стратегій управління веб-проектом від значень часткових стратегій	110

Таблиця 4.1. Порівняльна характеристика існуючих систем управління проектами та розробленої у даній роботі СППР120

Таблиця 4.2. Порівняльна таблиця витрат часу із застосуванням СППР та без її застосування121

Перелік основних скорочень та абревіатур

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
<i>СППР</i>	Система підтримки прийняття рішень
<i>IT</i>	Інформаційні технології
<i>UML</i>	Unified Modeling Language (уніфікована мова моделювання)

Вступ

Дана дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання, що полягає у розробленні математичного та програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень в процесі управління веб-проектами за умов недостатніх чи неточних вхідних даних.

Актуальність теми. Актуальність роботи полягає у необхідності розроблення математичного та програмного забезпечення для розв'язання задач ефективного керування комерційною діяльністю, що невпинно мігрує у площину мережевих рішень. Сучасний етап розвитку проектів, результатом виконання яких є продукт, що функціонує у World Wide Web, характеризується обов'язковою потребою максимально швидкого прийняття оптимальних рішень та необхідністю підвищення ефективності функціонування у жорстких конкурентних умовах. На відміну від попереднього етапу первинних спроб ведення комерційної діяльності у всесвітній мережі Інтернет, коли принциповою задачею був власне перехід бізнесу від традиційних вербальних до інноваційних інтерактивних методів роботи, зараз більш актуальними є задачі максимально швидкого зростання та захоплення своєї частки ринку у Інтернеті. Забезпечити необхідну швидкість та якість рішень, що приймаються, можна шляхом розроблення відповідного математичного та програмного забезпечення, за допомогою якого можна буде оптимізувати та частково або повністю замінити дії менеджера проекту.

Автоматизація прийняття проектних рішень за допомогою відповідного математичного та програмного забезпечення дозволяє значно зменшити часові затрати на підготовку й планування проекту та кількість робочих годин працівників, залучених до його виконання. Вагомою перевагою автоматизації є також зменшення людського фактору у прийнятті рішень: зниження ризику помилки та значне зниження рівня суб'єктивності. Оскільки процес прийняття рішень за допомогою програмних засобів відбувається швидше, ніж з

залученням людських ресурсів, терміни завершення проекту стають більш стислими, що є принциповим саме для веб-проектів, які розробляються та розвиваються високими темпами, і для яких мінімізація часу на їх розробку є пріоритетною.

У напрямі дослідження та вдосконалення процесів, методів та засобів управління веб-проектами активно проводяться як теоретичні дослідження, так і постійно розробляються сучасні практичні нормативи, стандарти, методики та технологічні засоби. Зокрема, серед теоретичних досліджень у цій галузі відомими є роботи таких зарубіжних фахівців як С. Беркун (Scott Berkun), Е. Верзу (Eric Verzuh), Т. Шмідт (Terry Schmidt), серед українських – С. Бушуєв, К. Кошкін, Д. Ланде та інші. Сучасні технології управління веб-проектами представляють такі розробки як Сервіс TeamBridge, IPI.Manager, Redmine, Primavera Project Planner тощо. Активно займаються розробкою новітніх стандартів та методик управління веб-проектами такі структури як Project Management Institute Inc., OASIS, ISO, ANSI, компанії Google, Microsoft, IBM. Ці чинники свідчать, що проблематика досліджень у галузі вдосконалення методів та засобів управління веб-проектами є актуальною як з погляду теорії, так і у практичному застосуванні.

Методи та засоби, що застосовують для управління веб-проектами сьогодні, не враховують:

- специфіку веб-проектів як окремої категорії ІТ-проектів, а саме особливості кінцевого результату проекту, їх соціально-комунікаційну орієнтацію, складність формалізації проектних даних, слабку структурованість та динаміку веб-проектів,
- значний вплив людського чинника на процеси управління проектом та його реалізації на всіх стадіях життєвого циклу веб-проекту,
- наявність невизначеностей у даних, які використовують у прийнятті проектних рішень та в управлінні веб-проектом.

Актуальною є потреба розв'язання науково-прикладної задачі розроблення науково обґрунтованих методів та прикладних програмних засобів управління веб-проектами, які враховують специфіку веб-проектів як особливої категорії IT-проектів та забезпечують управління ними за умов невизначеності в проектних даних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності «Аналіз та моделювання процесів соціальних комунікацій у Інтернеті як основи інформаційного суспільства» (номер державної реєстрації 0113U005285).

Мета і задачі дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у розробленні математичного та програмного забезпечення для прийняття рішень в управлінні веб-проектами за умов недостатніх чи неточних вхідних даних.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- виконати аналіз та оцінювання сучасних методів, засобів та особливостей управління веб-проектами,
- визначити комплекс проектних характеристик, на основі яких відбувається прийняття рішень з управління веб-проектом,
- розробити метод опрацювання проектних характеристик веб-проекту із врахуванням їх невизначеності,
- розробити метод вибору стратегії управління веб-проектом на основі проектних характеристик із врахуванням невизначеностей в них,
- розробити процедуру динамічної зміни значень чинників прийняття рішень з управління веб-проектом,
- розробити алгоритми та прикладні програмні засоби опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів

- розробити та впровадити прикладне програмне забезпечення для вибору стратегії та підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності проектних характеристик.

Об'єктом дослідження є процеси прийняття рішень в управлінні веб-проектами.

Предметом дослідження є методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень в управлінні веб-проектами за умов невизначеності.

Методи дослідження. Для аналізу процесів прийняття рішень в управлінні комерційними веб-проектами та класифікації факторів прийняття проектних рішень було використано теорію систем та системний аналіз. Для розроблення методів опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках використано теорію множин, математичну логіку, нечітку логіку, теорію предикатів. Для вибору стратегії управління веб-проектом було застосовано метод аналізу ієрархій. Для проектування програмних засобів підтримки прийняття рішень з управління веб-проектами було використано методи сервісно-орієнтованої архітектури, CASE-технології, UML.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше розроблено:

- специфікацію проектних характеристик веб-проектів, яка враховує їх характерні риси та особливості і відрізняється від загальноприйнятих можливістю використання неповних та неточних значень, що дало можливість формувати повний і коректний набір чинників, які впливають на прийняття проектних рішень з управління веб-проектами;
- метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках, який відрізняється застосуванням нечіткої логіки з нормуванням значень, що дало можливість будувати процеси формування проектних рішень з управління веб-проектами за умов неповноти, неточності, недостовірності та зміни вхідних даних;

- метод вибору стратегії управління веб-проектом, який відрізняється від відомих застосуванням шаблонів стратегій, використанням динамічних пріоритетів та можливістю використання неповних та неточних проектних даних, що дало можливість формування проектних рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності та змінюваності характеристик проекту.

Удосконалено спосіб визначення пріоритетів у методі аналізу ієрархій, який відрізняється можливістю динамічного визначення вагових коефіцієнтів чинників прийняття рішень, що уможливило узгодження вибору стратегії управління веб-проектом із зміною проектних характеристик.

Практичне значення одержаних результатів.

- На основі визначеного комплексу проектних характеристик веб-проектів та методу опрацювання невизначеностей із застосуванням нечіткої логіки розроблено алгоритми та програмні засоби опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів. Результати використано в ході виконання практичної частини науково-дослідних робіт за темою «Аналіз та моделювання процесів соціальних комунікацій у Інтернеті як основи інформаційного суспільства» (номер державної реєстрації 0113U005285).
- Розроблено програмні засоби підтримки прийняття проектних рішень на основі методу аналізу ієрархій із врахуванням невизначеностей, яке реалізує розроблені методи та алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом та використовується як компонент систем управління веб-проектами. Дане програмне забезпечення використано у розробленні веб-проектів та впроваджено у виробничий процес компаній – розробників веб-засобів ТОВ «ДК-Консалтинг», ТОВ «НЕОНЕТ», ТОВ «На-Та Приват», ТОВ «Промбудприлад».

На основі результатів, отриманих в ході дисертаційних досліджень, розроблено методичне забезпечення для виконання практичних та

лабораторних робіт з курсу «Технології комп'ютерного проектування», яке впроваджено на кафедрі інформаційних систем і технологій інституту підприємництва та перспективних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, внесок здобувача такий: [1] – система показників, які визначають основні технологічні та споживчі властивості контенту, [2] – процедура усунення невизначеностей у параметрах управління контентом, [3] – методика експертного оцінювання якості на основі відповідності між характеристиками інформаційного ресурсу та визначеними проектними вимогами, [6] – аналіз особливостей контенту для веб-сайтів та його структурних взаємозв'язків, [7] – аналіз типових підходів до структурування контенту веб-сайтів, [8] – перелік чинників прийняття рішень у веб-проектах, процедура зменшення рівня неповноти та неточності характеристик веб-проекту, [10] – методика проектування інформаційного ресурсу веб-систем, [12] – специфікація вимог до проектування інформаційних ресурсів веб-систем, [13] – аналіз підходів до структурування веб-контенту, [15] – метод оцінки успішності проекту на основі даних про рівень знань та конструктивність замовника проекту, [17] – аналіз підходів до структурування контенту веб-ресурсів, [18] – аналіз методів проектування інформаційного ресурсу веб-систем, [19] – дослідження впливу контентної стратегії на управління веб-проектами, [20] – проектування інформаційних ресурсів веб-систем за умов їх неоднорідності, [22] – показники, що впливають на прийняття рішень у веб-проектах, [23] – аналіз методів опрацювання контенту веб-ресурсів.

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень неодноразово доповідалися на ряді міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях, зокрема: Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального

інтелекту», Херсон, 2012, 2013; Науково-технічна конференція «Інформатика, Математика, Автоматика» (ІМА-2012, ІМА-2013), Суми; Міжнародна наукова конференція «Інформація, комунікація суспільство», Львів, 2012, 2013, 2015; 10-та Відкрита наукова конференція ІМФН [«PSC-IMFS-10»], Львів, 2012; Міжнародна науково-технічна конференція «Системний аналіз та інформаційні технології» (SAIT-2013), Київ; Міжнародна конференція «Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science» (TCSET'2014), Львів-Славське; Науково-практична конференція «Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі», Львів, 2014; XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці» (CADSM 2015), Львів; «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки», Чернівці, 2015.

Публікації. Результати опубліковано у 10 статтях (в т. ч. 3 статті та 6 доповідей на конференціях одноосібних): [23] – в виданні, що входить до Scopus, [7, 8]– у виданнях, що входять до наукометричних баз даних, [59, 60] – у закордонних виданнях, [1, 2, 9, 10, 19] – в фахових виданнях, та у 15 доповідях на наукових конференціях (з них 10 міжнародних).

Дисертаційна робота складається з чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

У **першому розділі** проведено аналіз наукових досліджень у напрямку управління комерційними веб-проектами та методів математичного та програмного забезпечення управління веб-проектами та особливостей, які відрізняють їх від інших категорій ІТ-проектів. Проведено аналіз організації управління веб-проектom. Подано огляд та аналіз сучасних досліджень у галузі управління ІТ-проектами. Проведено аналіз сучасних підходів до управління проектами в сфері ІТ. Зокрема, розглянуто традиційний підхід, PRINCE2, Agile, SSPM, процесно-орієнтований підхід. Сформульовано основні особливості веб-проектів, які відрізняють їх від інших видів ІТ-проектів та виявлено невирішені завдання, що є актуальними для управління веб-проектами.

У **другому розділі** побудовано функціональну модель управління веб-проектами, яка враховує їх особливості, визначено поняття проектної характеристики, сформовано перелік проектних характеристик, які мають вплив на прийняття проектних рішень, введено систему їх умовних позначень, класифікацію проектних характеристик та розроблено процедуру усунення невизначеностей у проектних характеристиках за допомогою нечіткої логіки.

У **третьому розділі** розроблено метод, який використовується для вибору стратегії управління проектом за умов невизначеності, що базується на методі аналізу ієрархій та особливістю якого є динамічне визначення вагових коефіцієнтів для проектних характеристик. Даний метод дозволяє вибрати одну із доступних альтернатив – стратегій управління проектом – базуючись на наборі розроблених характеристик веб-проекту. Вибір стратегії реалізується у декілька етапів, на кожному із яких відбувається попарне порівняння спочатку проектних характеристик, потім їх груп із урахуванням пріоритету стратегії.

У **четвертому розділі** подано опис програмної реалізації системи підтримки прийняття рішень в управлінні веб-проектами. Будову СППР зображено засобами UML, зокрема подано діаграму прецедентів, діаграму компонентів СППР для вибору стратегії, діаграму класів, діаграму діяльності. Подано опис комплексу програм та опис функціонування системи підтримки прийняття рішень. Проаналізовано та здійснено оцінку надійності та ефективності системи підтримки прийняття рішень.

Розділ 1. Огляд літературних джерел та підходів до управління проектами

У розділі проаналізовано наукові дослідження у напрямку управління комерційними веб-проектами та методи математичного та програмного забезпечення управління веб-проектами та особливостей, які відрізняють їх від інших категорій ІТ-проектів. Проведено аналіз організації управління веб-проектом. Подано огляд та аналіз сучасних досліджень у галузі управління ІТ-проектами. Проведено аналіз сучасних підходів до управління проектами в сфері ІТ. Зокрема, розглянуто традиційний підхід, PRINCE2, Agile, CCPM, процесно-орієнтований підхід.

Сформульовано основні особливості веб-проектів, які відрізняють їх від інших видів ІТ-проектів та виявлено невирішені завдання, що є актуальними для управління веб-проектами.

1.1. Особливості виконання веб-проектами та управління ними

1.1.1. Основні поняття та визначення веб-проекту

Управління веб-проектом як процес, спрямований на досягнення певної бізнес-цілі, ґрунтується на низці базових понять, які визначають суть, зміст, особливості та порядок реалізації цього процесу.

Проект – це тимчасова діяльність, спрямована на створення унікального продукту, послуги або результату [78, 112]. 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-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 [113].

Веб-продукт – інформаційний ресурс або інформаційний сервіс, реалізований в мережі Інтернет, створений в результаті виконання всіх етапів веб-проекту [113].

Життєвий цикл веб-проекту – часовий проміжок від моменту започаткування проекту до моменту припинення функціонування створеного в його межах веб-продукту або переведення його в інші бізнес-процеси [46]. Типовий життєвий цикл веб-проекту складають такі стадії [51]:

- ініціювання (розроблення концепції),
- планування (передпроектні 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.

Управління веб-проектом – це процес організації, контролю та впливу на реалізацію всіх стадій веб-проекту, спрямований на досягнення його кінцевої мети за визначених вимог, умов, термінів з використанням визначених ресурсів

Виконавець веб-проекту – стала група фахівців, яка забезпечують ефективну реалізацію всіх стадій та завдань і досягнення кінцевої мети веб-проекту.

Керівник веб-проекту – особа, яка визначає стратегію веб-проекту, шляхи і способи його реалізації, – особа, яка визначає стратегію веб-проекту, шляхи і способи його реалізації, взаємодіє із замовником організує і контролює виконання всіх його стадій та приймає необхідні проектні рішення в ході його виконання.

Замовник веб-проекту – особа, організація, установа чи інша структура яка ініціює, визначає бізнес-цілі, вимоги, умови виконання веб-проекту, фінансує та підтверджує його реалізацію і досягнення кінцевої мети проекту.

Споживач веб-продукту – коло осіб, які використовують веб-продукт, створений в межах певного веб-проекту і забезпечують реалізацію бізнес цілей замовника.

Визначення цих базових понять дає змогу достатньо точно описати і моделювати процеси управління веб-проектами, визначити їх характерні риси та особливості, а також специфікувати їх основні проблеми, складності та невирішені завдання.

1.1.2. Класифікація веб-проектів

Класифікація веб-проектів дає змогу визначити їх ключові показники, характерні риси та особливості. Це дає змогу детально специфікувати процеси управління веб-проектами та їх параметри. Для класифікації веб-проектів використано, зокрема, такі їх ключові показники як обсяги та тривалість, призначення, прибутковість, функції та сфери застосування.

За обсягами та тривалістю згідно класифікації Gartner веб-проекти поділяють на великі, середні і малі [80].

До великих ("важких") веб-проектів відносять проекти, для виконання яких залучають понад 100 виконавців, а терміни виконання таких веб-проектів становлять понад 3 роки. Прикладом таких проектів є, зокрема, веб-портали, корпоративні CRM-мережі, хмарні сервіси. До категорії середніх належать проекти для виконання яких залучають 50-100 виконавців з терміном впровадження 2-3 роки. Малими ("легкими") або нішевими називають бюджетні веб-проекти з кількістю виконавців від кількох до 50 осіб, термін виконання – від 3 тижнів до 1 року. Як показує аналіз ринку [80], сьогодні переважна більшість веб-проектів належить до категорії малих і середніх проектів.

За способом використання результатів та завданнями розрізняють комерційні та некомерційні веб-проекти. До некомерційних відносять, зокрема:

- державні,
- соціальні та соціально-комунікаційні,
- освітні, пізнавальні та просвітницькі,
- добродійні,
- політичні,
- громадські,
- персональні.

До категорії комерційних належать веб-проекти в таких сферах:

- CRM-засоби корпоративних ресурсів,
- хмарні сервіси,
- Інтернет-комерція,
- Інтернет-маркетинг,
- надання Інтернет-послуг,
- Інтернет-супровід основного бізнесу,
- он-лайн розваги та лотереї,
- інформаційно-новинні сервіси,
- PR та реклама.

Окрім того значна частка веб-проектів є комбінованими, тобто такими, що поєднують комерційну і некомерційну складові.

Основною особливістю виконання та управління комерційними веб-проектами є жорсткі та чіткі вимоги до якості виконання, термінів, функціональності кінцевого продукту; строге структурування та повна визначеність проекту і його елементів; участь в управлінні проектом представників замовника; подальший тривалий супровід розробленого веб-продукту.

1.1.3. Характерні риси та особливості веб-проектів

Особливостями веб-проектів, способів їх виконання та управління ними, які відрізняють їх від інших видів ІТ-проектів є, насамперед, такі:

- основним призначенням результатів веб-проекту є створення кінцевого продукту для широкої, необмеженої аудиторії споживачів;
- значну вагу у веб-проектах має людський чинник, що обумовлено насамперед соціально-комунікаційним характером результату виконання проекту і, відповідно, врахування значної кількості ергономічних, психологічних, культурних, естетичних та суспільних вимог;
- як правило, замовником і споживачем результатів виконання веб-проекту є різні особи, що створює додаткові проблеми та розбіжності у визначенні проектних вимог і характеристик кінцевого веб-продукту;
- кожен веб-проект є специфічним, враховує особливості замовника та споживача, призначення кінцевого веб-продукту і, на відміну від інших, не тиражується у формі готових вирішень;
- результати виконання веб-проектів, як правило, впроваджують у дуже стислі терміни через динамічність аудиторії споживачів, порівняно, короткий життєвий цикл версій веб-продуктів та необхідність її постійного оновлення;
- для реалізації веб-проекту застосовують специфічний набір, технологій, спеціальні платформи і засоби розроблення;
- веб-проекти, як правило, є слабо структурованими, що супроводжується частими змінами складу та властивостей компонентів проекту і зв'язків між ними в ході його виконання;
- внаслідок значної ваги людського чинника, для веб-проектів характерними є неповнота, неточність чи ненадійність даних, необхідних для управління проектом та часта зміна їх в ході виконання самого проекту;

- процес управління веб-проектом не є повністю детермінованим, це означає прийняті рішення можуть змінюватись в ході виконання проекту відповідно до зміни вимог замовника, кон'юнктури ринку, цільової аудиторії тощо.

Порівняння веб-проектів із корпоративними проектами подано у табл. 1.1

Таблиця 1.1.

Порівняння корпоративних та веб-проектів

Типові риси	Корпоративні проекти	Web-проекти
Застосування	Виробництво, корпоративне управління	Соціальні-комунікації, взаємодія з клієнтами, індивідуальне використання
Функції	Опрацювання даних, аналіз, управління ресурсами, прийняття рішень	Взаємодія з користувачем, опрацювання запитів, візуалізація
Структурування	Структуровані, однорідні дані, стала детермінована структура проекту	Слабкоструктуровані неоднорідні дані, динамічна структура проекту
Особливості виконання	Універсальність, уніфікація	Різноманітність, неоднорідність, індивідуалізація
Людський чинник	Вплив незначний, основні вимоги технічного характеру	Значний вплив ергономічних, психологічних, культурних, естетичних та суспільних вимог
Архітектура	Переважно Back-End	Переважно Front-End
Тип інформаційних ресурсів	Переважно аналітичні, транзакційні	Переважно транзакційні
Особливості проектування	Повна визначеність і однозначність проектних показників	Можлива неповна визначеність і неоднозначність проектних показників
Масштаби проектів	Середні (50-100 виконавців, термін впровадження 1-3 роки), великі (>100 виконавців, термін впровадження >3 років)	Малі, нішеві (<100 виконавців термін впровадження 3 тижні – 1 рік), середні
Клас систем	<ul style="list-style-type: none"> • ERP-системи – системи керування ресурсами виробництва (корпорації) • MES-системи – системи управління виробництвом • WMS-системи – керування запасами • SCM-системи – системи керування постачанням • MRP -системи – системи планування ресурсів виробництва 	CRM-системи – системи управління взаєминами з клієнтами, маркетингові, соціально-комунікаційні

1.1.4. Роль людського чинника у веб-проектах

Вага та значення людського чинника є однією з характерних особливостей в управлінні веб-проектами. Це обумовлено, насамперед тим, що кінцевим результатом виконання веб-проекту є створення веб-продукту, який реалізується через створення інформаційного веб-ресурсу чи веб-сервісу у мережі Інтернет. Важливим елементом веб-продукту, який створюється в межах певного проекту є його візуальне подання та сприйняття користувачем. Оскільки кінцевим споживачем такого продукту завжди є людина, процес його створення супроводжується впливом низки додаткових ергономічних, психологічних, соціальних, культурних, естетичних та інших чинників, а також особливостями цільової аудиторії.

Як наслідок, соціально-комунікаційні особливості результатів виконання веб-проектів, обумовлюють значення впливу людського чинника на рівні дій замовника і виконавця. проекту На цьому рівні основним є формування спільного бачення результатів виконання веб-проекту та однозначного розуміння вимог до цього, що досягається шляхом взаємодії відповідальних осіб з обох сторін, погодженням позицій та формування набору узгодженого показників веб-проекту, які в подальшому складають основу для вибору стратегії управління та процесів прийняття проектних рішень. Загалом, значна вага людського чинника у веб-проектах ускладнює процеси управління, насамперед, через

- складність формалізації базових показників та параметрів проекту,
- виникнення неоднозначностей, неточностей, невизначеностей у проектних даних, і, як наслідок зниження рівня їх достовірності,
- часту зміну суттєвих проектних показників безпосередньо в ході виконання веб-проекту,
- ускладнення процесів прийняття проектних рішень, та зниження їх якості,

- можливості та ефективність застосування CASE-засобів для управління веб-проектами.

Внаслідок цього правильне врахування ролі, ваги та результатів впливу людського чинника є одним з основних завдань управління веб-проектом.

Особливості та роль людського чинника (peopleware) в ІТ-проектах досліджують, зокрема, в своїх працях Скотт Беркун (Scott Berkun)[64], Ларрі Константін (Larry Constantine) [37], Том Демарко (Tom DeMarco) [42] та інші. Основною концепцією цих авторів є неможливість ефективної реалізації будь-якого ІТ-проекту, загалом, (а веб-проектів, як специфічної категорії, зокрема,) без усестороннього аналізу та врахування впливу людського чинника і його наслідків. У [37, 64] визначено основні сфери впливу людського чинника на хід виконання ІТ-проекту і управління ним. Серед них, найбільш актуальними в управлінні веб-проектами є такі:

- якість та продуктивність виконання проекту,
- взаємодія виконавця і замовника проекту,
- робота команди виконавців,
- прийняття проектних рішень,
- управління виконанням проектних дій,
- організаційні завдання,
- розроблення людино-машинних інтерфейсів,
- документування та впровадження результатів тощо.

Як наслідок впливу людського чинника у веб-проектах виникають такі явища:

- неточність, неповнота та недостовірність проектних даних та показників веб-проекту,
- можливість зміни проектних показників в ході виконання веб-проекту,
- виникнення неоднозначностей і суперечностей у проектних даних,
- ризики виникнення помилок в ході виконання веб-проекту,

- можливість прийняття некоректних чи неефективних рішень з управління веб-проектом,
- порушення термінів, вимог, обмежень, умов фінансування тощо,
- погіршення якості кінцевого продукту,
- як наслідок, ризик зриву проектних домовленостей, досягнення кінцевої бізнес-цілі чи виконання веб-проекту загалом.

Отже, вплив людського чинника у різних сферах управління веб-проектами та його наслідки обумовлюють потребу і доцільність вироблення спеціальних методичних та практичних вирішень. Застосування додаткових спеціальних методів і засобів для визначення та формалізації результатів людського впливу та прийняття проектних рішень, за таких умов, створить для можливості ефективного управління веб-проектом із врахуванням наслідків впливу людського чинника.

1.2. Методи управління веб-проектами

1.2.1. Базові принципи та тенденції управління веб-проектами

Сучасна концепція управління проектами бере початок у 50-60х рр. ХХ сторіччя, коли виникла потреба у створенні новітніх підходів до організації бізнесу та виробництва на умовах їх інтенсивного розвитку. Основні концепції управління проектами в ІТ галузі сформувалися у 70-80 роках, їх вироблення обумовлене зростанням ваги та обсягів ринку інформаційних технологій. У 90-х роках почав активно розвиватися сектор ІТ, пов'язаний зі створенням та запровадженням інформаційних ресурсів і послуг в мережі Інтернет. У цей період виникає поняття веб-проекту як специфічної категорії ІТ-проектів. Основні засади, на яких ґрунтуються сучасні підходи в управлінні веб-проектами викладено, зокрема, в роботах Скотта Беркуна (Scott Berkun) [64], Карла Вігерса (Karl Wieggers) [116], С. Архипенкова [16], С. Бушуєва [27, 28] та нормативних документах, розроблених IEEE, ISO, Інститутом управління

проектами (США), Microsoft, IBM та іншими авторитетними організаціями [82, 83].

Положення, що складають основу сучасного підходу до управління веб-проектами умовно поділяють на три групи [68]:

- загальні для проектного управління,
- спеціальні, розроблені для управління ІТ-проектами,
- специфічні, які враховують особливості веб-проектів, як особливої категорії ІТ-проектів.

Загальні принципи проектного управління описано в таких документах та працях як [16, 26, 27, 46, 51, 57, 74, 112]. Згідно викладених у них положень, управління проектом здійснюють у таких напрямках [51, 112]:

- Управління змістом проекту.
- Управління часом виконання проекту.
- Управління вартістю.
- Управління людськими ресурсами.
- Управління якістю.
- Управління комунікацією в проекті.
- Управління закупівлями (придбання готових продуктів або послуг сторонніх виробників, які необхідні для проекту).
- Управління зацікавленими сторонами проекту.

По кожному з напрямів виконується прийняти рішення щодо того, як саме відбудуватиметься управління тим чи іншим ресурсом.

Базовий набір сучасних принципів управління ІТ-проектами значною мірою ґрунтується на стандартах програмної інженерії та практиці виконання таких проектів, що склалася протягом останніх десятиліть. Основною відмінністю процесів управління ІТ-проектами, обумовленою їх особливим змістом, місцем застосування та призначенням є значна роль таких спеціальних завдань [38, 47, 109]:

- визначення, погодження та формалізація функціональних, нефункціональних та додаткових проектних вимог,
- організація управління проектними вимогами,
- вибір та обґрунтування технічних, програмних та технологічних платформ для реалізації проекту,
- вибір, планування та застосування CASE-технологій і засобів автоматизованого розроблення програмних продуктів,
- розроблення і погодження архітектури програмного продукту, який розробляють в межах ІТ-проекту,
- організація тестування, верифікації та валідації розробленого програмного продукту,
- документування результатів розроблення проекту,
- організація впровадження програного продукту, навчання та консультування користувачів,
- супровід та підтримання програмного розробленого продукту.

Специфічні принципи управління веб-проектами, на сьогодні, перебувають на етапі розроблення і становлення і ґрунтуються на сучасних прогресивних тенденціях, результатах досліджень в галузі Інтернет-технологій та практиці виконання веб-проектів лідерами ринку. Формулювання базових засад управління веб-проектами подано, зокрема в [38, 57, 101] тощо. Найбільш суттєвими із засадничих принципів управління веб-проектами можна зазначити [106, 113]:

- управління веб-проектами будується із врахуванням значного впливу людського чинника,
- управління здійснюють в умовах слабкої структурованості та неповної формалізації проекту,
- проектні вимоги та умови виконання веб-проекту можуть суттєво змінюватися в ході його виконання,
- час виконання веб-проекту та прийняття рішень є обмеженим,

- для управління веб-проектом застосовують методів ситуаційного управління,
- методика та технології управління веб-проектом мають бути гнучкими.

Зазначений перелік принципів управління не є вичерпним, однак він, загалом, відображає їх специфіку і дає змогу організувати процес управління веб-проектами із врахуванням їх основних характерних рис та особливостей.

Принципи і підходи до управління веб-проектами сьогодні активно розвиваються і вдосконалюються. Основними тенденціями в цьому напрямі сьогодні є, зокрема, такі:

1. зростання обсягів, функціональності, складності та фахового рівня веб-проектів, пов'язане із розширенням сфери застосування веб-продуктів та веб-технологій та обсягів завдань, які вони виконують у всіх напрямках людської діяльності;
2. застосування гнучких підходів, методів і технологій робить управління веб-проектами значно динамічнішим, ефективнішим, скорочує час прийняття проектних рішень, підвищує їх якість, зменшує затрати;
3. використання мобільної та дистанційної співпраці виконавців дає змогу динамічно формувати колективи виконавців веб-проектів та оперативно реагувати на зміни проектних вимог чи умов виконання проекту;
4. значне підвищення рівня вимог до управління ризиками та кібербезпеки веб-проектів, що обумовлює застосування спеціальних підходів та технологій до управління ними;
5. зростання ролі технологічних засобів в управлінні веб-проектами та прийнятті проектних рішень, зокрема, широке використання хмарних платформ і технологій для виконання веб-проектів та управління ними.

Загалом, сфера управління веб-проектами сьогодні активно розвивається як в напрямі створення нових технологічних засобів, так і в напрямі вдосконалення і створення новітніх концептуальних та методологічних

вирішень, які ґрунтуються на досягненні сучасних технологій та практики виконання веб-проектів.

1.2.2. Методологія управління веб-проектами

В основу методології управління веб-проектом покладають поняття життєвого циклу проекту – концепції, що розглядає проект як послідовність фаз, подій та етапів, кожна з котрих має свою назву та часові межі. Життєвий цикл проекту є базовим, вихідним поняттям на якому ґрунтується методика вирішення проблем започаткування, організації, реалізації проекту, фінансування робіт, виділення капіталовкладень прийняття проектних рішень, та деталізації проекту, отримання і підтвердження кінцевого результату, впровадження його у визначені бізнес процеси і досягнення цим кінцевої мети веб-проекту [46].

Згідно з методологією Інституту управління проектами (Project Management Institute) [51] протягом життєвого циклу веб-проекту передбачено виконання таких завдань:

- Ініціація (англ. Initiating);
- Планування (англ. Planning);
- Виконання (англ. Executing);
- Контроль і моніторинг (англ. Controlling and Monitoring);
- Завершення (англ. Closing).

Управління веб-проектом на етапах реалізації кожного із перелічених завдань передбачає, насамперед, вироблення і прийняття проектних рішень та контроль їх виконання. Для кожного з етапів існує характерна категорія завдань та проектних рішень, які керівник веб-проекту приймає для їх виконання [92].

Зокрема,

- на етапі ініціювання основним є процес прийняття рішень щодо визначення і погодження умов виконання веб-проекту і вимог до нього;

- на етапі планування рішення щодо вибору стратегії управління проектом способів, шляхів і засобів її реалізації;
- на етапі виконання – прийняття проектних рішень щодо ефективного розподілу та використання ресурсів з метою реалізації визначеної стратегії управління веб-проектом;
- завдання контролю та моніторингу веб-проекту передбачає прийняття проектних рішень з оцінювання проміжних, поточних результатів, впливу на процес виконання проекту та його зміну;
- на етапі завершення основними є проектні рішення щодо кінцевого результату, його оцінювання та досягнення кінцевої мети проекту.

Отже, на кожному етапі життєвого циклі проекту для належного виконання визначених для нього завдань важливим є забезпечення прийняття ефективних проектних рішень, які ґрунтуються на точних і достовірних даних, що описують стан веб-проекту та його хід виконання, та досконалих методиках прийняття рішень.

1.2.3. Аналіз сучасних підходів до управління ІТ-проектами

Найбільш розповсюдженими підходи до управління сучасними веб-проектами, є такі як традиційний підхід, PRINCE2, Agile, метод критичного шляху та процесно-орієнтований метод [16, 26, 111].

Традиційний підхід

Традиційний підхід до управління проектами визначає певну послідовність дій, які необхідно здійснити. У традиційному підході виділяють п'ять основних етапів:

- Ініціація
- Планування та дизайн
- Виконання
- Контроль (моніторинг)

- **Завершення**

Не у всіх проектах є всі вищезазначені етапи, так як проекти можуть бути завершені раніше, ніж будуть виконані повністю. Деякі проекти не проходять етап структурного планування або моніторингу, а деякі можуть пройти через 2, 3 та 4 етап багаторазово. У різних галузях використовують різні варіації цих етапів проекту.

В ІТ-галузі традиційний підхід є більш відомий як водоспадна (каскадна) модель [67], тобто, виконання ряду задач одну за другою по порядку.

Водоспадна модель добре працює на малих, чітко визначених проектах, і часто є неефективною для великих проектів, які не повністю визначені на початковому етапі. Особливо важливо мати це на увазі при розробленні нових або інноваційних продуктів.

Варто зазначити, що для розробки програмного забезпечення водоспадна модель не дуже підходить з наступних причин. По-перше, через те, що вимоги, які висловлює замовник до продукту, є не формалізовані, можуть бути неодноразово уточнені протягом процесу розроблення, а інколи навіть після завершення процесу розробки та тестування. По-друге, змінними є обставини та умови, у яких використовується система, і з часом будь-яка система потребує удосконалення або перестає використовуватися.

Зважаючи на необхідність удосконалення, можна зробити висновок, що каскадна модель виправдає себе лише як модель життєвого циклу для першої версії продукту [94].

Методика PRINCE2

PRINCE2 (PRojects IN Controlled Environments 2) – це структурований підхід до управління проектами, що поєднує у собі методологію PROMPT та PRINCE, який було розроблено у 1989 р. Центральним телекомунікаційним та комп'ютерним агентством у якості державного стандарту Великобританії з

управління проектами у ІТ-сфері. PRINCE2 являє собою метод управління проектом у рамках чітко визначеної структури.

PRINCE2 описує процедури для координації діяльності команди проекту у процесі його розробки, а також процедури, які використовуються у разі внесення змін до проекту або у випадку суттєвих відхилень від початкового плану. Даний підхід зосереджений на визначенні та подачі продукту, зокрема, на вимогах до його якості. У цьому підході кожен процес визначається зі своїми входами та виходами, з конкретними цілями та діями, які будуть здійснені. Це дає можливість контролювати будь-які відхилення від початкового плану. Завдяки розподілу процесів на керовані етапи PRINCE2 дає можливість ефективно керувати ресурсами.

У підході PRINCE2 фігурує наступна організаційна структура.

- Менеджер проекту
- Рада проекту (project board), яка складається із Замовника, Головного користувача та Головного спеціаліста, і перед якою звітує Менеджер проекту. Завданням Менеджера проекту також є відслідковування проблем та надання Раді проекту на розгляд пропозиції щодо альтернативних рішень.
- Служба project assurance, завданням якої є надавати незалежну точку зору про проект з погляду замовників, користувачів та спеціалістів. Ця служба надає три звіти: business report (звіт по фінансовому стану проекту та його вигідності), user report (звіт про задоволення потреб користувачів), technical report (звіт про технологічний аспект проекту). У малих проектах роль цієї служби виконує Рада проекту.
- Служба адміністративної підтримки, яка відповідає за проведення зустрічей, доведення необхідної інформації до відома всіх адресатів, збереження проектної інформації. У малих проектах це входить до задач Менеджера проекту.

Гнучкий підхід (AGILE)

Гнучкий підхід до управління проектами включає в себе деякі ітеративні підходи, що засновані на принципах управління взаємодією людей та базується на процесному погляді на людську співпрацю. Методи, що базуються на Agile, найбільш часто використовуються у розробці програмного забезпечення, веб-сайтів, творчої та маркетингової індустрії.

Цей підхід контрастує із традиційними підходами, такими як водоспадний метод. У гнучкому розробленні програмного забезпечення проект позиціонується як послідовності відносно невеликих задач, які виконуються адаптивним шляхом, як того вимагає ситуація, а не так, як було заплановано.

Agile – це збірний термін для багатьох методологій управління проектами, зокрема:

- Scrum. Цілісний підхід до розробки продукту, який фокусується на ітеративних цілях, які ставить Власник продукту (Product Owner), та які сформульовані у перелік вимог до функціональності проекту. Вони втілюються Командою проекту за сприянням Scrum Master'а.
- Extreme Programming (Екстремальне програмування, XP) – набір практик, що базуються на наборі принципів та цінностей, ціллю яких є впровадження тісного співробітництва та зворотних відгуків на всіх рівнях розробки продукту. Екстремальне програмування використовують для зниження вартості змін до проекту. XP популяризувало TDD (розробка через тестування) та парне програмування.
- eXtreme Manufacturing (XM), що базується на методах Scrum, Kanban та Kaizen і сприяє швидкому проектуванню та прототипуванню.
- Crystal Clear, що являє собою гнучку методологію, що зосереджена на спільному розташуванні команди та тісній взаємодії. CrystalClear фокусується на людях, а не на процесах чи артефактах.

- Kanban – основа для вдосконалення процесів, що використовуються для управління поточною роботою у проектах, які управляються за гнучкими підходами. Kanban є специфічним підходом для розробки програмного забезпечення.
- Scrumban – змішаний підхід до управління проектами, що базується на Scrum та Kanban. Він фокусується на тому, щоб використати гнучкість Kanban та додавання до нього структури Scrum.

Метод критичного шляху (ССРМ)

Метод критичного шляху [99] в управлінні проектами це метод планування та управління проектами, який фокусується на управлінні обмеженими ресурсами, які є необхідні для виконання завдань проекту. Цей метод по суті являє собою розширення теорії обмежень для проектів. Основною ціллю є підвищення продуктивності (тобто збільшення кількості виконаних завдань) проектів в організації. При застосування перших трьох з п'яти кроків теорії обмежень, системні обмеження для всіх проектів виражаються відповідно до ресурсів.

Щоб використати ці обмеження, задачам на критичному шляху ставлять вищий пріоритет, ніж іншим. Таким чином, проект планується та управляється так, щоб забезпечити наявність необхідних ресурсів у момент початку задач з критичного шляху, підлаштовуючи решту ресурсів під критичний шлях.

План проекту зазвичай повинен бути підлаштованим під розподіл ресурсів, і найдовша послідовність завдань з обмеженням ресурсів визначають як критичний шлях. У багатопроектних середовищах розподіл ресурсів відбувається між різними проектами. Тим не менше, часто достатнім є визначити один із ресурсів, який виступає у якості обмеження між проектами, почергове виконання яких планується виходячи з доступності цього ресурсу.

Процесно-орієнтований підхід

Використання процесно-орієнтованого підходу до управління проектами було спричинене використанням моделей зрілості, таких як СММІ та ISO/IEC15504. Процесно-орієнтоване управління проектом це підхід, який розглядає бізнес як набір процесів. Ці процеси управляються та удосконалюються організацією з метою досягнення її місії, цілей та бачення. Співвідношення між процесами та баченням допомагає компанії розробляти стратегії, будувати структуру бізнесу та використовувати достатньо ресурсів, що вимагає досягнення успіху у довгостроковій перспективі.

З точки зору процесів, організація розглядає свій бізнес як систему, що орієнтована на досягнення її бачення, і складається скоріше з вертикальних процесів, ніж з певних задач для окремих функцій. Система не є ні методом, ні засобом для окремого процесу, а скоріше цілісним підходом для управління процесами в організації. Тому, щоб керувати процесами ефективно, організація повинна мати ефективну команду і повне знання про свої цілі та бачення.

У загальному випадку система управління зосереджена на конкретних знаннях та рішеннях для вартості та бюджету, з іншої сторони, процесно-орієнтований підхід застосовує ці вимірювання у оперативний спосіб, з урахуванням того, як кожен із них вплине на компанію. У результаті останніх досліджень у області технологій та зростання міжнародної конкуренції, все більше компаній прагнуть удосконалити методи інтеграції організаційної діяльності.

1.3. Сучасні засоби і технології управління веб-проектами

1.3.1. Технології управління веб-проектом

Сучасні підходи до технологічного забезпечення процесів управління веб-проектами базуються на застосування CASE-засобів (Computer-Aided Software Engineering), що дає змогу забезпечити високу якість кінцевого веб-

продуктів, відсутність помилок та простоту їх обслуговування [75] . За допомогою такої інструментарії керівник та учасники проекту отримують можливість

- вибору кращих рішень, стратегій, технік виконання веб-проекту,
- відслідковування та контроль всіх етапів його виконання,
- узгодження дій та результатів виконання окремих завдань веб-проекту,
- документування та облік виконання веб-проекту.

Згідно з [90], CASE-засоби які використовують в управлінні веб-проектами поділяють на 3 групи:

1. Інструменти підтримки конкретних задач у життєвому циклі веб-продукту, що розробляється у проекті.
2. Інструментальні засоби, які поєднують декілька інструментів, та є зосереджені на певних частинах життєвого циклу веб-продукту.
3. Середовища, які об'єднують декілька інструментальних засобів та охоплюють увесь життєвий цикл веб-продукту.

Інструменти підтримки окремих задач поділяють на наступні категорії :

1. засоби аналізу — призначені для побудови та аналізу моделі предметної області;
2. засоби проектування баз даних;
3. засоби розробки програмного забезпечення веб-продуктів;
4. засоби реінжинірингу процесів застосування веб-продукту;
5. засоби планування та управління веб-проектом;
6. засоби тестування веб-продукту;
7. засоби документування веб-проекту.

CASE-системи із категорії засобів планування та управління веб-проектом – це інструменти по управлінню планом проекту, оцінці вартості та кількості роботи, призначенню задач, плануванню ресурсів [75, 90]. Вибір оптимальної стратегії управління проектом на основі набору проектних характеристик є специфічною задачею, що вирішується на початку життєвого

циклу проекту, тому засоби вибору стратегії можна віднести до окремої підкатегорії інструментів управління проектами.

Система, що забезпечує вибір стратегій управління веб-проектом, по своїй суті є системою підтримки прийняття рішень (СППР), так як основною її функцією є надання допомоги керівникові проекту у прийнятті стратегічних рішень при наявності багатьох факторів впливу на рішення.

1.3.2. Аналіз можливостей технологічних сучасних засобів управління веб-проектами

Серед найпоширеніших, на сьогодні, засобами, які застосовують для управління веб-проектами є [54], [110] є такі:

- Microsoft Project;
- Basecamp;
- JIRA (Atlassian);
- Wrike
- Podio
- Smartsheet

Microsoft Project

Ця система створена компанією Microsoft та призначена для планування проекту, розподілу ресурсів, відслідковування прогресу та аналізу виконаних робіт, а також вести спільну роботу над проектом. Microsoft Project складає план за методом критичного шляху [99] , візуалізуючи його за допомогою діаграм Ганта. До основних функцій Microsoft Project можна віднести планування проекту та облік витрат, управління задачами, звіти та аналітика, управління ресурсами, організація спільної роботи через Sharepoint та Skype.

Basecamp

Basecamp– онлайн інструмент для управління проектами та спільної роботи, створений компанією 37signals. Систему розроблено, насамперед, для

використання у невеликих компаніях, для внутрішнього використання. Розпочала свою роботу у 2004 році. Станом на кінець 2009 року, система пропонувала користувачам різноманітні можливості [79], у тому числі: персоналізація системи, перегляд інформації про клієнтів та проекти, призначення та відслідковування задач, робота із файлами, форуми для обговорення, ведення розкладу та управління ключовими точками проекту, відслідковування часових витрат тощо.

JIRA (Atlassian)

Основною функцією JIRA є відслідковування помилок, але її також успішно застосовують в управлінні проектами. Створювалася як аналог системи Bugzilla та багато у чому повторює її архітектуру. JIRA дає змогу працювати одночасно із декількома проектами. Ця система працює на декількох базах даних та операційних системах.

Основним елементом у JIRA є задача, яка містить назву проекту, тему, тип, пріоритет, компоненти та додаткову інформацію. Кожна задача може, у свою чергу, містити підзадачі. JIRA дає широкі можливості для конфігурації полів для різних типів проекту, завдяки чому її можна використовувати у різних сферах діяльності для широкого кола задач.

Wrike

Система управління проектами Wrike створює середовище для ефективної взаємодії команди, яка працює над проектом. Основними функціями є планування проекту, створення задач та відслідковування прогресу. Є можливість налаштовувати систему під потреби команди, яка працює над проектом, та таким чином адаптувати її під різноманітні потреби. Для планування проекту та розподілу навантаження використовуються діаграми Ганта. Система має ряд можливостей для комунікації між колегами, інтеграцію із поштовими системами та хмарними сервісами для зберігання файлів.

Podio

Podio – умовно-безкоштовна система розподіленого управління проектами, що базується на веб-платформі та хмарних технологіях. Перші версії було розроблено фірмою Podio у 2009 р., з 2012 р. продукт належить і підтримується виробником програмних засобів Citrix. Засіб орієнтований на управління проектами малого та середнього обсягу. Особливістю платформи управління проектами Podio є її модульна організація, яка дає змогу використовувати як готові бізнес-застосунки так і конфігурувати їх під вимоги конкретного проекту.

Podio надає керівнику веб-проекту такі основні можливості.

1. Планування та контроль виконання проектних дій в режимі реального часу з відкритою візуалізацією процесів. Підтримується, також, режим організації групової роботи колективу виконавців з можливістю динамічного узгодження, управління та документування їх дій.

2. Організація розподіленого середовища виконання веб-проекту, в тому числі, і з використанням мобільних технологій. Такий підхід сьогодні є достатньо популярним і дає змогу динамічно формувати і контролювати команду виконавців веб-проекту, які фізично розміщені навіть в різних країнах.

3. Підтримання широкого набору файових форматів для подання проектних даних, ефективного обміну ними, синхронізація, інтеграція та узгодження даних з проектними процесами.

4. Управління задачами веб-проекту, їх декомпозиція, структурування, інтеграція та організація виробничих потоків у виконанні веб-проекту.

5. Розширення функціональних можливостей засобів управління веб-проектом шляхом динамічного підключення широкого набору додаткових функціональних компонентів, що робить процес управління гнучким та здатним до швидкого реагування на зміни умов виконання веб-проекту.

Сьогодні платформа управління проектами Podio активно розвивається і поширюється на ринку засобів проектного менеджменту і є одним з популярних засобів які використовують, зокрема, для управління веб-проеетами.

Smartsheet

Smartsheet – он-лайн система для управління проектами, побудована за концепцією software as a service (SaaS), яка функціонує на різноманітних (тому числі мобільних) платформах. Система орієнтована на розподілене управління малими та середніми проектами в режимі реального часу. Smartsheet є популярним засобом який застосовують в управлінні, зокрема, веб-проектами, насамперед, через доступність в мережі Інтернет, простоту методології управління, сумісність з багатьма технологічними засобами розроблення програмних продуктів, гнучкість і здатність до розширення функціональних можливостей та інтеграції з іншими платформами, сервісами і технологіями управління веб-проектами.

Основу концепції Smartsheet складає простий, дружній інтерфейс користувача, побудований на табличному поданні проектних даних, в якому кожен рядок описує окремий компонент проекту. Це дає змогу створювати компактний, інтегрований опис стану виконання веб-проекту, який суттєво спрощує і прискорює процеси управління ним та оперативність прийняття проектних рішень. Система надає керівнику веб-проекту можливості виконувати, зокрема, такі завдання як розподіл проектних задач, відслідковування проектних процесів, календарне планування та управління, розподілене документування проекту та управління іншими проектними діями.

У результаті проведеного аналізу, можна зробити висновок, що усі проаналізовані системи управління проектами є, в основному, універсальними засобами; вони зосереджені, насамперед, на реалізацію власне процесу управління виконанням проекту, не враховуючи, при цьому, дії з підготовки та започаткування проекту. Найпроблемнішим в розглянутих технологічних

засобах є те, що вони не містять компонентів, які враховують специфіку веб-проектів і забезпечують додаткову функціональність на етапах їх ініціювання та планування, зокрема,

- опрацювання вхідної інформації про проект та його ініціаторів,
- прийняття рішень з вибору стратегії управління проектом,
- визначення оцінювання можливих ризиків веб-проекту,
- формалізація впливу людського чинника у веб-проектах,
- оперативне врахування зміни проектних показників,
- прийняття рішень на основі неповних та неточних даних.

Це обумовлює потребу розроблення спеціальних методів і додаткових засобів управління веб-проектами, які повною враховують специфіку їх змісту, способів реалізації та кінцевого результату.

1.4. Висновки до розділу 1

У розділі визначено особливості та характерні риси веб-проектів як специфічної категорії ІТ-проектів, визначено їх зміст та місце, виконано огляд і аналіз останніх досліджень у сфері управління проектами та розглянуто найбільш розповсюджені підходи до управління проектами. Серед них традиційний підхід, PRINCE2, гнучкий підхід (Agile), метод критичного шляху (CCPM) та процесно-орієнтований підхід до управління проектами.

Найпопулярнішими системами управління проектами є Microsoft Project, Basecamp, JIRA (Atlassian), Wrike, Podio, Smartsheet, Teamwork Project Manager. У розділі розглянуто їх основні риси та функціональність, виконано аналіз життєвого циклу веб-проекту, методів управління веб-проектом, засобів та технологій підтримання прийняття проектних рішень.

Сучасні системи управління проектом забезпечують широкі можливості безпосередньо у процесі управління проектом, але не дають можливості обробки вхідної інформації про проект та його зацікавлені сторони, яка може бути використана для прийняття проектних рішень.

В результаті аналізу виявлено такі невирішені завдання в управлінні веб-проектами:

1. веб-проекти мають цілу низку характерних особливостей, обумовлених специфікою кінцевого продукту, роллю людського чинника, особливостями технологій розробки та впровадження, умовами виконання, що дає змогу виділити їх як специфічну категорію IT-проектів;
2. набір проектних характеристик, які визначають процеси управління веб-проектом є специфічним та індивідуальним для кожного проекту, характерними є неповнота, неточність, відсутність проектних даних та їх непостійність, потребує вироблення індивідуальних підходів до прийняття рішень для кожного проекту;
3. сучасні методи, засоби та технології не враховують специфічних особливостей веб-проектів, які відрізняють їх від інших IT-проектів, зокрема, таких як слабкоструктурованість, динамічність, індивідуальність та нішевий характер;
4. за умови неповноти та невизначеності проектних характеристик управління веб-проектом на основі традиційних методів та засобів часто є ускладненим, некоректним або неможливим;
5. для ефективного управління веб-проектами із врахуванням їх специфіки актуальним є завдання розроблення науково-обґрунтованих методів та спеціалізованих технологічних програмних засобів для вибору стратегій управління та підтримки прийняття проектних рішень.

Зазначені чинники обґрунтовують потребу та актуальність розв'язання наукового завдання з розроблення методів та засобів управління веб-проектами за умов невизначеності.

Розділ 2. Визначення та специфікація проектних характеристик веб-проектів

У другому розділі побудовано функціональну модель процесу управління веб-проектом, за її допомогою досліджено основні процеси та параметри управління, визначено набір проектних характеристик (показників проекту), які мають вплив на прийняття проектних рішень, та розроблено процедуру усунення невизначеностей у проектних характеристиках за допомогою нечіткої логіки.

Основні положення розділу висвітлені автором у працях [3, 7 – 12, 19 – 24, 62].

2.1. Моделювання процесу управління веб-проектом

2.1.1. Функціональна модель веб-проекту

Управління веб-проектом, які іншими ІТ-проектами прийнято розглядати як деякий бізнес-процес [65, 66], тому для його аналізу і дослідження застосовано застосувати методику IDEF [87]. Цю методику розроблено в межах проекту ICAM (*Integrated Computer-Aided Manufacturing*) для розв'язання задач вивчення, моделювання і проектування складних систем. Застосування підходу на основі IDEF дає змогу будувати опис систем, їх складових та процесів, що відбуваються в цих системах за допомогою набору формальних та візуальних засобів, забезпечуючи при цьому вибраний рівень деталізації, обсягів даних та точності побудованої моделі. Сьогодні методику IDEF широко застосовують для виконання ІТ-проектів, створення програмних засобів, побудови інформаційних систем, аналізу і реінжинірингу бізнес-процесів тощо.

Функціональна модель [55] за методологією IDEF0 описує веб-проект як деякий керований процес (*WP*) (рис. 2.1), на вході якого подано ресурси проекту (*Resources*), на виході отримано результат виконання проекту – веб-

продукт (*Web-product*), реалізацію процесу забезпечує виконавчий механізм – виконавець проекту (*Executant*), керуючу дію процесу реалізує процес управління веб-проектом, який враховує керівні дії та проектні ризики (*Control/Risk*).

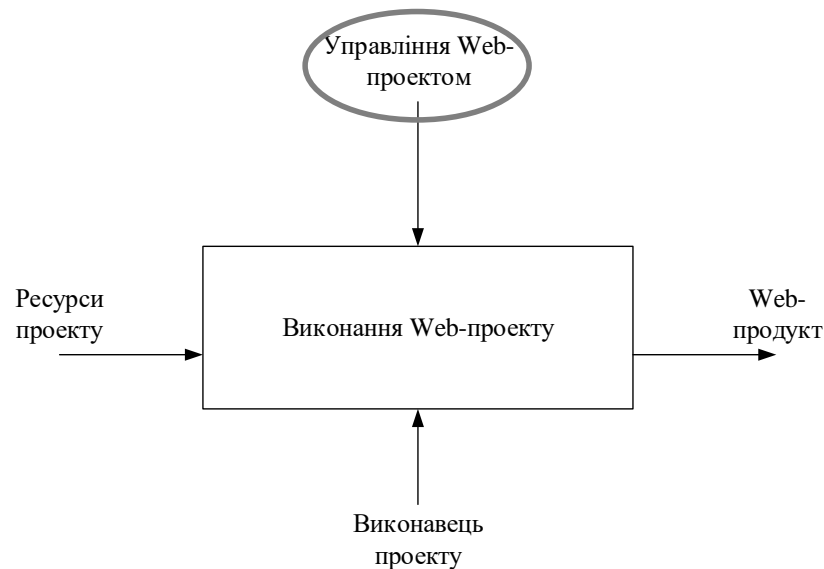


Рис. 2.1. Функціональна модель веб-проекту

Формально, таку модель описує кортеж виду

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

для елементів якого підтримується залежність

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

де Φ – деяке відображення впливу елементів опису веб-проекту на кінцевий результат, та діють обмеження

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

де R_{min} , R_{max} – відповідно, мінімальний та максимальний обсяг проектних ресурсів, T , T_{min} , T_{max} – реальний, мінімальний та максимальний терміни виконання проекту.

Локальні цілями, які мають бути досягненні у процесі виконання веб-проекту – є мінімізація обсягу проектних ресурсів (*Resources*), мінімізація терміну виконання проектних робіт (*T*), та мінімізація кількості ризиків виконання веб-проекту (*Risk*):

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

Досягнення таких цілей за визначених обмежень є основним завданням процесу управління веб-проектом.

2.1.2. Функціональна модель процесу управління веб-проектом

Згідно з методологією функціонального моделювання, управління веб-проектом є процесом (*WPM*), на вході якого задано певний набір проектних характеристик (*ProjectChar*), на виході формується набір проектних рішень (*ProjectDec*), керування таким процесом визначає проектна стратегія (*ProjectStr*), виконавчим механізмом є керівник веб-проекту (*ProjectMng*). Формально, модель описує кортеж вигляду

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

для елементів якого визначено залежність

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

де Φ_{WPM} – відображення, яке описує відповідність між значеннями проектними характеристиками, стратегією управління проектом та діями керівника і виробленими проектними рішеннями.

В даній моделі застосовано обмеження та цілі до обмежень аналогічні до обмежень і цілей заданих у функціональній моделі веб-проекту.

Однак, така модель, в загальному випадку, не є достатньо адекватною існує низка особливостей веб-проекту як специфічної категорії процесів, які обмежують можливості застосування традиційної моделі.



Рис. 2.2. Функціональна модель управління веб-проектом та її особливості

Зокрема для веб-проекту, як деякого керованого процесу, характерними ознаками є такі.

1. Унікальність – набір проектних характеристик, вимог, способів виконання та управління для кожного веб-проекту є специфічним і не повторюється в інших проектах.
2. Складність формалізації мети веб-проекту обумовлена соціально-комунікаційними особливостями продукту який створюється в ході його реалізації, розділенням осіб замовника та споживача результатів виконання проекту.
3. Відсутність формальних критеріїв оптимальності прийняття рішень та процесу управління веб-проектом, в цілому.
4. Динамічність процесу виконання веб-проекту та управління ним, що відображається у зміні вимог, умов, проектних характеристик, стратегії управління, безпосередньо, в ході виконання проекту.

5. Неповнота, неточність, недостовірність та нестійність значень, які описують веб-проект та забезпечують управління ним.
6. Наявність свободи вибору у процесах прийняття проектних рішень та вироблення керівних дій, обумовлена значним впливом людського чинника (*Peopleware*) [37], [42] у веб-проектах.

Додатковою особливістю процесу управління веб-проектом є залежність проектної стратегії та дій керівника веб-проекту від складу, змісту та значень проектних характеристик, що задається відображеннями, відповідно, відображенням

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

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

Зазначені особливості дають підставу розглядати модель процесу управління веб-проектом як слабкоструктуровану систему [44]. Для аналізу і дослідження такої категорії систем доцільно застосувати модель ситуаційного управління, запропоновану Д. Поспеловим [48, 50]. Основною цієї моделі особливістю є те, що спосіб переходу керованої системи до стану в момент часу t_{i+1} визначається показниками стану системи в момент часу t_i . Відповідно формальний опис процесу управління веб проектом трансформується в кортеж

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

де $\lambda_{ProjectChar}$, $\lambda_{ProjectMng}$, $\lambda_{ProjectDec}$, $\lambda_{ProjectStr}$ – відповідно, правила зміни набору проектних характеристик *ProjectChar*, правила зміни в залежності від них проектної стратегії *ProjectStr*, дій керівника проекту *ProjectMng*, та прийнятих проектних рішень.

Застосування такої моделі дає змогу значно адекватніше описати процес управління веб-проектом із врахуванням невизначеності проектних показників

та залежності від них проектної стратегії і процесу прийняття проектних рішень. Основними завданнями процесу управління веб-проектом в такому поданні є:

1. специфікація набору проектних характеристик з урахуванням їх невизначеності;
2. визначення стратегії управління веб-проектом, відповідної складу, змісту та значенням цих проектних характеристик,
3. вироблення проектних рішень на основі проектних характеристик та обраної проектної стратегії,
4. виконання керівних дій.

2.2. Базові характеристики веб-проекту

2.2.1. Поняття проектної характеристики

Оснoву процесу управління будь-яким проектом (зокрема, і web-проектами) складають процедури прийняття проектних рішень. На основі таких рішень визначають сам факт існування проекту, зміст робіт, терміни виконання, бюджет проекту, склад команди виконавців, розподіл ресурсів тощо. набір проектних рішень, які визначають зміст, специфіку та порядок виконання деякого проекту $Proj$, утворює структуру, яку будемо називати профілем проекту S^{Proj} . В загальному випадку, профіль можна подати як вираз виду

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

де s_i , $i=1,2, \dots, N^{Dec}$, s_i – i -те проектне рішення, N^{Dec} – загальна кількість прийнятих проектних рішень, f – перетворення набору проектних рішень в профіль управління веб-проектом. В свою чергу, кожне прийняте проектне рішення, ґрунтується на наборі певних показників, які характеризують сам проект та його оточення. Такі показники назовемо проектними характеристиками.

Проектна характеристика – це показник, який характеризує один із аспектів веб-проекту, порядку його виконання, особливості зацікавлених сторін тощо та має вплив на процес реалізації веб-проекту та управління ним.

Кожна проектна характеристика h_j ($j=1, 2, \dots, Num^{PrChar}$; Num^{PrChar} – кількість проектних характеристик) у процесах прийняття проектних рішень задається парою виду

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

де $Name_h_j$ – назва характеристики, $Value_h_j$ – значення характеристики, $Value_h_j \in Dom(h_j)$, $Dom(h_j)$ – множина допустимих значень j -ї проектної характеристики.

Отже, процедуру прийняття проектного рішення $s_i(h_1, h_2, \dots, h_{Num^{PrChar}})$ можна подати як деяке відображення

$$Q_i : Dom(h_1) \times Dom(h_2) \times \dots \times Dom(h_{Num^{PrChar}}) \rightarrow Dom(s_i), \quad (2.12)$$

де $Dom(h_1) \times Dom(h_2) \times \dots \times Dom(h_{Num^{PrChar}})$ – узагальнений декартів добуток доменів проектних характеристик (множина кортежів утворених їх значеннями), $Dom(s_i)$ – множина можливих значень проектного рішення s_i .

Основні чинники, що впливають на прийняття проектних рішень подано у табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Чинники прийняття проектних рішень в управлінні веб-проектами

Категорія чинників прийняття проектних рішень	Зміст	Час	Вартість	Якість	Людські ресурси	Комунікації	ризик	Закупівлі	Зацікавлені 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	+	+	-	+	-	-	-	-	+

2.2.2. Система скорочених назв проектних характеристик

Умовне скорочення проектної характеристики виглядає наступним чином: $h_{\text{ПозначенняГрупи_ПозначенняХарактеристики}}$

Позначення групи формується наступним чином. Перша літера – *D*, *C*, *P* – позначає об'єкт, якого стосується група проектних характеристик: розробник (**D**eveloper), клієнт (**C**lient), проект (**P**roject).

Друга частина скороченої назви групи – скорочене позначення сфери, яку ця група описує. У даній роботі було сформовано наступні групи проектних характеристик:

- Фінансові дані клієнта (**F**inance) H_{CFin}
- Дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту (**P**ersons) H_{CPers}
- Фінансові дані проекту (**F**inance) H_{PFin}
- Стосунки між виконавцем та замовником (**R**elationships) H_{DCRel}
- Дані про організацію клієнта (**O**rganization) H_{COrg}
- Вимоги до проекту (**R**equirements) H_{PReq}

Згідно з вищенаведеним принципом, проектні характеристики, що відносяться до, наприклад, групи H_{CFin} позначатимуться наступним чином: h_{CFin_cInc} , $h_{CFin_cPrevInc}$, $h_{CFin_cPotInc}$.

Скорочене найменування характеристики складається із префіксу d , c , p (аналогічно до груп проектних характеристик) що позначає відповідно розробника, клієнта та проект як об'єкт, який описує дана проектна характеристика.

Якщо проектна характеристика є інтегральною, то в її позначенні використовується суфікс $_Int$, наприклад, $h_{DCRel_cImp_Int}$ – важливість клієнта для виконавця.

За необхідності як набір проектних характеристик, так і груп може бути розширений, і це не матиме впливу на вже існуючі проектні характеристики.

2.2.3. Класифікація проектних характеристик

За важливістю для прийняття рішення

За критерієм можливості їх ігнорування без критичного впливу на точність результату поділимо проектні характеристики на основні та додаткові.

Основні проектні характеристики є критично важливими для того, щоб прийняти рішення щодо вибору стратегії управління проектом, і у разі їх відсутності та неможливості отримати наближені значення це рішення не може бути прийнятим. Наближені значення основних проектних характеристик впливають на точність прийняття рішення щодо вибору стратегії.

Додаткові проектні характеристики не є критично важливими для отримання результату, але вони мають вплив на точність прийняття рішення. Приймати рішення можна при відсутності одної або декількох проектних характеристик із цієї категорії, але не у випадку відсутності їх усіх.

До основних проектних характеристик віднесемо наступні:

- 1) Попередні доходи виконавця від клієнта
- 2) Потенційний дохід від клієнта

- 3) Мова спілкування
- 4) Масштаб проекту
- 5) Гнучкість бюджету
- 6) Способи фінансування
- 7) Пріоритет клієнта для виконавця
- 8) Терміновість проекту
- 9) Технології проекту
- 10) Галузь діяльності клієнта
- 11) Важливість клієнта для виконавця

Додатковими проектними характеристиками є такі:

- 1) Доходи клієнта
- 2) Характер представника клієнта
- 3) Стать представника клієнта
- 4) Вік представника клієнта
- 5) Професійність представника клієнта
- 6) Кількість людей, що приймають рішення по проекту
- 7) Форма власності клієнта
- 8) Періодичність стосунків із клієнтом
- 9) Комфортність роботи з клієнтом

Другорядні проектні характеристики по своїй суті не є необхідними для вибору стратегії управління проектом, але мають вплив на точність цього вибору. Наприклад, характеристика представника клієнта матиме вплив у ситуації, коли після аналізу першої категорії показників результат ще не до кінця визначений, і може коливатися як в одну так і в іншу сторону залежно від другорядних умов. Ця характеристика не може бути першочерговою, так як навіть при дуже комфортних стосунках із клієнтом, якщо проект не фінансується у достатній мірі, або якщо виконавець не володіє потрібними технологіями, результат буде негативним.

За структурою

За своєю структурою проектні характеристики поділяються на дві категорії: базові та інтегральні.

Базова проектна характеристика характеризує лише один певний аспект, вона є атомарною по своїй суті.

Інтегральні проектні характеристики, на відміну від базових проектних характеристик, є комплексними та описують аспекти, на які мають вплив різні фактори. У поданій у даному розділі класифікації проектних характеристик інтегральними є наступні:

- Важливість для виконавця ($h_{DCRel_cImp_Int}$)
- Комфортність роботи з клієнтом ($h_{DCRel_cConf_Int}$)
- Характеристика представника клієнта ($h_{CPers_cChar_Int}$)

Як бачимо, ці проектні характеристики описують комплексні аспекти у процесі взаємодії зацікавлених сторін, дати експертну оцінку яким складно, якщо розглядати їх як цілісні поняття.

Для отримання значення інтегральних характеристик застосовуватимемо метод аналізу ієрархій, за допомогою якого буде проведено розставлення пріоритетів базових проектних характеристик для конкретного проекту. Більш детально цей процес описано у розділі 3.2.2.

За змістом

1) Фінансові дані клієнта (H_{CFin})

- **Рівень доходів клієнта (h_{CFin_cInc}).** Визначає бюджет проекту та характеризує платоспроможність клієнта. Цей показник є одним із найбільш принципових, так як зазвичай робота над проектом планується виходячи із доступного бюджету на його виконання: залежно від платоспроможності клієнта проект може розбиватися на етапи та втілюватися поступово, із поетапною оплатою.

У такому разі часто важливим є втілити на першому етапі найголовніші функції проекту, без деталізації. У великобюджетних проектах часто навпаки, функціональність проекту розширюється та більша увага приділяється деталям. Рівень доходів клієнта може бути: низький, середній та високий. Оцінка по шкалі від 0 до 1.

- **Попередні доходи виконавця від клієнта ($h_{CFin_cPrevInc}$).** Цей показник є характеристикою існуючих взаємовідносин виконавця та клієнта. Він є важливим через те, що з його допомогою виконавцеві простіше визначити, наскільки певний клієнт є стратегічно важливим для нього. Попередні доходи від певного клієнта оцінимо у відсотках від загальних доходів виконавця та зведемо у діапазон від 0 до 1.
- **Потенційний дохід від клієнта ($h_{CFin_cPotInc}$).** Цей показник дозволяє оцінити, наскільки новий клієнт є для виконавця перспективним та важливим з фінансової точки зору, і чи є сенс розпочинати співпрацю із ним. Потенційний дохід оцінимо у відсотках від загального потенційного доходу виконавця за певний період та переведемо у діапазон від 0 до 1.

2) Дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту (H_{CPers})

- **Характеристика представника клієнта ($h_{CPers_cChar_Int}$).** Ця проектна характеристика є інтегральною, та виражає загальну характеристику особи, яка діє у якості представника клієнта. Дана характеристика об'єднує у собі такі базові характеристики як стать, вік та характер представника клієнта, та дає можливість розглянути цю особу більш комплексно.

- **Характери осіб (h_{CPers_cChar})**, між якими відбувається спілкування при виконанні проекту, мають значний вплив на їх порозуміння та, відповідно, якість та швидкість виконання поставлених задач [29]. Для оцінки комфортності взаємовідносин необхідно мати інформацію про соціотипи представника виконавця та представника клієнта. Їх стосунки є вертикальними, так як клієнт по суті є у ролі керівника для виконавця. Горизонтальні стосунки із клієнтом (партнерство) та стосунки між представниками виконавця, у даному випадку не розглядаємо. Залежно від типу взаємовідносин між цими соціотипами, їм призначається певна оцінка у балах, яка позначає рівень комфортності відносин між соціотипами (табл. 2.2). [45]. Оцінки, що відповідають комфортним відносинам, приведені зі знаком «+», а некомфортні – зі знаком «-».

Таблиця 2.2.

Оцінка ситуативної комфортності відносин між соціотипами

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

- **Стать представника клієнта ($h_{CPers_cGender}$)** може мати вплив на якість спілкування між представником клієнта та виконавця, хоча й у меншій мірі, ніж характер. Для виконавця стать представника клієнта є: 0 – менш пріоритетна; 0,5 – не грає ролі; 1 – більш пріоритетна.
- **Вік представника клієнта (h_{CPers_cAge})**. За умови великої різниці у віці (25 і більше років, що становить, фактично, одне покоління) спілкування між представником виконавця та клієнта може бути ускладнене через різне сприйняття одних і тих же задач та різницю підходів до їх вирішення. Оцінити різницю у віці можна наступним шляхом: 0 – це велика різниця у віці, яка сильно ускладнює спілкування, 0,5 – різниця у віці дещо укладнить спілкування, 1 – представники замовника та виконавця приблизно одного віку, тобто ускладнення комунікації через фактор різниці у віці немає.
- **Мова спілкування (h_{CPers_cLang})** Рівень знання мови замовника виконавцем: 0 – не знає взагалі; 0,25 – знання нижче середнього; 0,5 – знає на середньому рівні; 0,75 – вище середнього рівня; 1 – вільне володіння.
- **Професійність представників клієнта (h_{CPers_cProf})** Під професійністю будемо мати на увазі обізнаність замовника у технологіях, які використовуються виконавцем, тобто 0 – не знає; 0,5 – користувач; 1 – розробник

- **Кількість людей, що приймають рішення по проекту (h_{CPers_cNum}).** Оптимальним варіантом роботи над проектом є такий, у якому кінцеві рішення приймає одна людина. Якщо таких людей є декілька, то, відповідно, є декілька різних рівноцінних точок зору на процес роботи та перспективи проекту. Виконавцеві в таких умовах працювати складніше, так як ускладнюється процес комунікації (через те, що уся інформація щоразу повинна бути донесена до кожного представників клієнта), а також існує висока ймовірність змін у плані проекту у процесі роботи над ним. Якщо взяти за $Num^{CPersDec}$ кількість людей, що приймають остаточні рішення по проекту, то рівень простоти прийняття рішень зі сторони клієнта можна описати формулою

$$h_{CPers_cNum} = 1/Num^{CPersDec} \cdot$$

3) Фінансові дані проекту (H_{PFin})

- **Масштаб проекту (h_{PFin_pScope}).** Під масштабом проекту будемо розуміти відсоток ресурсів виконавця, які буде задіяно для виконання проекту, у шкалі від 0 до 1, де значення «1» означає, що у проекті буде задіяно всі наявні ресурси виконавця.
- **Гнучкість бюджету (h_{PFin_pBFlex}).** Гнучкість бюджету на проект 0 – бюджет фіксований, додаткового фінансування не передбачається, 0,5 – замовник готовий надати додаткове фінансування у разі критичної необхідності, 1 – замовник готовий розширювати бюджет та надати додаткове фінансування у разі некритичних потреб
- **Характеристика способу фінансування (h_{PFin_pBFin}).** Даний показник виражає поетапність роботи. Нехай $Num^{PFinStage}$ – кількість етапів, на які розподіляють роботи по проекту. Якщо робота

оплачується повністю на початку або в кінці, то $h_{PFin_pBFin} = 1$. У разі, якщо проект розбивається на етапи, $h_{PFin_pBFin} = 1/Num^{PFinStage}$

4) Характеристика стосунків між виконавцем та замовником проекту (H_{DCRel})

- **Періодичність стосунків з клієнтом ($h_{DCRel_cRelPeriod}$).** 0 – періодичність відсутня (разовий проект), 0,5 – стосунки періодичні, але лише протягом обмеженого часу, 1 – робота із клієнтом періодична і її завершення не планується
- **Пріоритет клієнта для виконавця (h_{DCRel_cPrior}).** 1 – у клієнта максимальний пріоритет 0 – у клієнта мінімальний пріоритет
- **Важливість для виконавця ($h_{DCRel_cImp_Int}$) – інтегральна проектна характеристика.** Визначається обсягом поточного та потенційного доходу від клієнта, його лояльності, стратегічних планів та бізнес інтересів виконавця.
- **Комфортність роботи з клієнтом ($h_{DCRel_cComf_Int}$) – інтегральна проектна характеристика.** Комфортність роботи з клієнтом. Впливає із показників характеру, лояльності, терміновості проекту, форми власності клієнта, обізнаності клієнта у технологіях, віку та статі представника клієнта.

5) Специфіка організації клієнта (H_{COrg})

- **Форма власності клієнта (h_{COrg_cOwn}).** 1 – Пріоритетна для виконавця 0,5 – не має значення, 0 - непріоритетна
- **Галузь діяльності клієнта (h_{COrg_cArea}).** 0 – в розріз з інтересами виконавця, наприклад торгівля наркотиками, 0,5 не має впливу як такого, нейтральна, 1 цікава та перспективна для виконавця

б) Вимоги до проекту (H_{PrReq})

- **Терміновість проекту (h_{PrReq_pUrg}).** Терміновість проекту має вплив на планування роботи над ним та розстановку пріоритетів для виконавця.

Варто відзначити, що розглядати показник терміновості проекту слід у комплексі із показником важливості клієнта для виконавця, так як у разі непріоритетності замовника для виконавця терміновість його проекту вже не грає такої ролі. 0 – мінімальна терміновість; 0,5 – середня; 1 – максимально терміновий проект

- **Технології проекту (h_{PrReq_pTech}).** Набір технологій, які вимагаються замовником для виконання деякого проекту P , назвемо профілем технологій проекту – $PrTech$. Профіль технологій можна подати як кортеж виду $PrTech = (tech_1, tech_2, \dots, tech_{NumPrTech})$
 $PrTech = (tech_1, tech_2, \dots, tech_{NumPrTech})$, де $tech_i$, $i=1,2, \dots, Num^{PrTech}$ – i -та технологія, Num^{PrTech} – кількість технологій, до яких є вимоги з боку замовника. Ваговий коефіцієнт кожної технології (важливість використання саме цієї технології у проекті) позначимо $PrTechW(tech_i)$. $PrTechW(tech_i) = 0$ означатиме, що використання технології $tech_i$ для замовника непринципове, і вона може бути замінена на будь-яку аналогічну, яка відома виконавцеві. $PrTechW(tech_i) = 1$ означає, що для замовника використання саме цієї технології критично важливе. До уваги будемо брати ті технології, для яких $PrTechW(tech_i) \geq 0$.

Нехай $PrTechL(tech_i)$ – рівень знання виконавцем кожної окремої i -ї технології, вимірюється по шкалі від 0 до 1. Оцінка 0 буде відповідати відсутності знань технології у виконавця, оцінка 1 –

професійний рівень володіння. Якщо у сторони-замовника є вимоги до рівня знання технологій (позначимо його $PrTechL_{min}(tech_i)$), то тоді $PrTechL(tech_i) \geq PrTechL_{min}(tech_i)$, $i=1,2,\dots, Num^{PrTech}$.

2.3. Невизначеності у проектних характеристиках веб-проектів

Проблема роботи з даними за умови відсутності чи неточності певної частини значень (так звана проблема невизначеності) є характерною для багатьох напрямів в галузі інформаційних технологій [63, 98, 114, 115, 118]. При цьому, не існує єдиного уніфікованого підходу, який забезпечує коректне і однозначне використання таких даних. Найбільш поширеним вирішенням проблеми невизначеності є використання спеціального маркера замість відсутніх чи неприйнятних для використання значень [36]. Зокрема, в базах даних моделі SQL прийнято позначати невизначеності в даних псевдо-константою "Null", в даних, поданих за форматом XML, таким маркером може виступати порожній тег, в текстових даних – порожні символні стрічки, в списках – порожні елементи тощо [71, 72]. Такий спосіб виокремлення невизначеностей із загального контексту дає змогу організувати процеси роботи з даними без прямого використання відсутніх чи неприйнятних значень. Однак, у разі їх врахування, при вирішенні певних задач можуть виникати неоднозначності та помилки, що показано, зокрема в [70, 73, 102]. Причиною цього є те, що використання спеціального позначення невизначеності в даних дає змогу зафіксувати лише її існування але не дає змоги оцінити її природу, характер та вплив на результати задачі, яка розв'язується із використанням таких даних.

Потреба в опрацюванні, інтерпретації та використанні неповних і неточних даних у веб-проектах виникає достатньо часто [103]. Основними причинами створення таких проблемних ситуацій є:

- повна або тимчасова відсутність деяких значень,

- недоступність даних з причин їх конфіденційності чи конкурентних дій,
- недостовірність отриманих даних і ненадійність джерел їх отримання,
- неточність і значні похибки в значеннях через недоліки їх формування,
- суб'єктивність оцінок та тверджень,
- розбіжності в даних, отриманих з різних джерел,
- невідповідності в часі формування і використання певних значень,
- небажання окремих осіб чи структур в наданні необхідних відомостей тощо.

У випадках, коли виконавець веб-проекту не має необхідного набору точних і достовірних даних, процеси прийняття рішень щодо планування проектних дій, формування ресурсів проекту, організації його виконання значно ускладнюються або стають неможливими [81]. В результаті, це може стати причиною зриву планів щодо даного проекту, перенесення термінів робіт, зміни змісту, вартості або якості проекту чи повної відмови від його виконання. Основними шляхами вирішення задачі управління веб-проектом за умов неповноти і неточності проектних даних є такі

- 1) виконання заходів для поповнення та коректування набору проектних даних, необхідних для виконання даного веб-проекту;
- 2) застосування спеціальних дій для зменшення рівня неповноти та неточності даних шляхом їх аналізу, заміщення і перетворення;
- 3) організацію прийняття проектних рішень та виконання проекту із врахуванням відсутності, неповноти і/або неточності деяких проектних показників.

Сам по собі, кожен із перелічених заходів дає певний ефект, однак, не може належним забезпечити усунення проблеми неповноти і неточності проектних даних повною мірою. У першому випадку, для отримання повного і

достовірного набору значень необхідно виконання додаткових дій, що, відповідно, пов'язане з додатковими затратами часу і ресурсів. При цьому, гарантій повного усунення проблеми, в загальному випадку, немає.



Рис. 2.3. Традиційні підходи до опрацювання невизначеностей у веб-проектах

Другий шлях дає змогу замінити відсутні або неточні значення іншими значеннями, які може бути застосовано замість них з належним рівнем достовірності. Третій шлях передбачає модифікацію процесів прийняття проектних рішень з врахуванням того, що значення деяких проектних характеристик замінено сурогатними значеннями, отриманими в результаті певних перетворень і заміщень.

Отже, можна зробити висновок, що вирішення задачі прийняття рішень з управління веб-проектом за умов неповноти і неточності певних проектних даних полягає у розробленні підходу, який поєднує можливості вирішення, передбачених трьома зазначеними шляхами. Саме такий спосіб застосування проектних характеристик створить можливості їх коректного використання у

процесах управління веб-проектами, зменшить ризики та забезпечить ефективність, якість та надійність прийнятих рішень.

Введемо поняття **невизначеності**, під яким будемо розуміти неточність або неповноту, недостовірність, відсутність або нестабільність даних про веб-проект та його зацікавлені сторони .

Одним із шляхів досягнення коректних результатів за наявності неповних і неточних даних в управлінні веб-проектами ґрунтується на специфікації їх походження, природи та можливостей інтерпретації. Як показано у [24, 32] невизначеності можуть виникати з різних причин, що суттєво впливає на можливості подальшого опрацювання і застосування таких даних. Найпоширенішими видами невизначеностей згідно з [32], є, зокрема, такі:

- 1) Неприпустиме значення. Значення є неприпустимим для даного об'єкту через особливості його природи чи з інших об'єктивних або суб'єктивних причин. Прикладом неприпустимого значення є сума оплати за безкоштовну послугу, завдання що доручається звільненому працівникові, значення неіснуючого в об'єкта параметра.
- 2) Значення невідоме. Невизначеність такого виду передбачає можливі варіанти – значення існує, але воно не встановлене або сам факт існування значення невстановлений. Наприклад, таке значення як електронна адреса або URL веб-сайту деякої компанії чи установи може бути просто невідомим, а може не існувати через відсутність самих об'єктів. Такий вид невизначеності можливий, якщо виконавець не має достовірної та конкретної інформації про клієнта. У випадку такої невизначеності можна застосувати нечіткі оцінки.
- 3) Значення не існує. Це означає, що воно не може бути сформоване з об'єктивних причин або не сформоване даний момент часу. У алгоритм слід внести корективи таким чином, щоб можна було сформулювати стратегію управління проектом без цього значення. Якщо параметр, який має такий тип невизначеності, є критично необхідним для

прийняття рішення, то тоді слід використати середньостатистичні, наближені значення або експертну оцінку. Наприклад, таке значення – сума грошей на рахунку особи, яка не є клієнтом банку не може існувати принципово, а сума на рахунку особи, яка щойно відкрила рахунок не існує до моменту, коли цей рахунок буде поповнено.

- 4) Значення визначити неможливо. Такий вид невизначеності передбачає факт існування самого значення і недоступність його для використання. Прикладом такого випадку можуть бути дані про банківські операції клієнта, які вважаються конфіденційними, технічні параметри виробу, який планується виробляти – для запобігання впливу конкурентів, дані приватного характеру.
- 5) Значення не є достовірним. Такі невизначеності виникають через ненадійність джерел інформації, отримання різних даних з декількох джерел, використання анонімних джерел, неоднозначність оцінювання, неточність і похибки виміру. Наприклад, недостовірними можуть бути дані про прибутки компанії отримані з преси, повідомлення анонімного учасника веб-спільноти, прогнози різнопланових експертів, звіт про витрати без документованого підтвердження. У даному випадку необхідно визначити, чи недостовірне значення було отримано випадково чи воно таким є через умисне некоректне надання інформації зі сторони клієнта, і його можна скоректувати.
- 6) Значення не отримано. В такому випадку передбачається, що значення деякої існує, воно є достовірним, але з певних причин не надійшло (чи тимчасово не надійшло) до засобів його застосування. Наприклад – лист або повідомлення про отримання листа, звітні дані про діяльність підрозділу, новинні повідомлення. Такий тип невизначеності може бути усунений шляхом повторного запиту значення.
- 7) Значенням є порожня множина. Невизначеності такого виду виникають для агрегованих величин, наприклад, порожніми множинами можуть

бути – перелік клієнтів компанії, продані одиниці товарів, список попередніх місць праці працівника.

Цей список може бути продовжено, оскільки в конкретних ситуаціях можуть виникати інші варіанти та причини відсутності даних, які характеризують веб-проект.

Набір вказаних показників є достатнім для того, щоб приймати проектні рішення. Аналіз перелічених показників показує, що визначення їх точних значень на практиці є достатньо складним, інколи неможливим завданням. Той факт, що веб-проект за своїми властивостями відповідає вимогам моделі ситуаційного управління [49, 50] дає змогу організувати процес вироблення управлінських рішень на основі неповних, неточних чи нечітких значень без втрати ефективності та якості кінцевого результату. Це дає можливість замінити значення параметрів, за якими здійснюється управління веб-проектом деякими узагальненими величинами, які дають змогу формувати проектні рішення та оцінювати результат виконання відповідних змін.

Ще однією особливістю параметрів, які визначають властивості веб-проекту є відсутність формальних методів і процедур встановлення значень для багатьох з них. Такий підхід створює можливість застосування для цих проектних характеристик принципів нечіткої логіки [117], згідно з якими результати оцінювання подають у вербальній лінгвістичній формі і управління здійснюють на основі не власне значень, а їх нечітких аналогів. Тому в технології управління веб-проектом замість значень параметрів $h_i, i = \overline{1, Num^{PrChar}}$ використовують їх нечіткі відповідники $h_i^*, i = \overline{1, Num^{PrChar}}$.

Застосування нечіткої логіки у процесах і системах управління передбачає роботу за схемою: *чітке значення* → *визначення функції належності* → *фаззифікація (перехід до нечіткості)* → *нечіткі обчислення* → *дефаззифікація (перехід до точних значень)*. Особливості веб-проекту і використання моделі ситуаційного управління для створення технології управління проектом вимагають застосування іншого способу формування і

застосування нечітких значень параметрів у процесах управління. Першим кроком є безпосереднє формування вербальної експертної оцінки $h_i^*, i = \overline{1, Num^{PrChar}}$ значення i -го параметра управління без встановлення його точного значення та визначення функції належності.

За формою подання та інтерпретацією нечіткі оцінки різних параметрів є різними. Для їх спільного використання у процесах і засобах управління веб-проектом наступним кроком є їх нормування – зведення різноманітних нечітких значень параметрів до єдиного синтаксису та інтерпретації.

Нормування здійснюють шляхом семантичного диференціювання [95, 96] із застосування спеціальної шкали. Така дія передбачає заміну вербальної оцінки $h_i^*, i = \overline{1, Num^{PrChar}}$ числовим значенням $d_i^*, i = \overline{1, Num^{PrChar}}$ із врахуванням змісту та взаємного співвідношення лінгвістичних значень. При цьому числові значення не задають жодних кількісних понять, а лише формалізують відповідні нечіткі вербальні оцінки та співвідношення між ними. Достатньо зручним вважають використання шкали семантичного диференціювання в діапазоні числових значень $[0;1]$.

Варіанти визначення нечітких лінгвістичних оцінок для тих показників проекту, котрі допускають таку оцінку, та їх нормованих значень наведено у табл. 2.3

Таблиця 2.3.

Лінгвістичні оцінки для 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

2.4. Перетворення невизначених значень проектних характеристик веб-проектів до визначених

У більшості випадків для прийняття проектних рішень в управлінні веб-проектами суттєвим є не саме значення певної проектної характеристики, а його відносна оцінка [69]. Абсолютне значення того чи іншого показника залежить від особливостей кожного проекту і в різних проектах може мати різну інтерпретацію. Наприклад, бюджет проекту, який для корпоративного клієнта є зовсім незначним, для індивідуального є надвеликим і навпаки. Тому неточність чи неповноту деяких проектних характеристик можна усунути або зменшити, здійснивши перехід від абсолютних значень до відносних. Для цього найбільш прийнятним є застосування апарату нечіткої логіки Л. Заде. [33]. Використання цього засобу передбачає заміну значень деякої величини нечіткими лінгвістичними оцінками, які відображають семантику такої оцінки та співвідношення значень між собою.

Для визначення відповідності між точними і неточними визначають функцію належності. Такий процес називають фазифікацією [34]. Застосування фазифікації до опрацювання набору значень проектних характеристик веб-проекту дає змогу досягнути декількох цілей:

- перейти від системи абсолютних значень до відносних оцінок у прийнятті проектних рішень,
- усунути неповноту і неточність значень проектних характеристик,
- сформуванати однорідну систему вимірів різних за змістом чинників прийняття проектних рішень.

Для забезпечення однорідності даних у процесах прийняття проектних рішень доцільним є подальше нормування і зведення до єдиного формату і системи вимірів. Цього можна досягнути шляхом переходу від лінгвістичних змістовних значень до числових, які зберігають співвідношення нечітких оцінок. Найбільш прийнятним для цього є апарат біполярних градуйованих

шкал Ч. Осгуда [30, 96], побудованих за принципом семантичного диференціювання.

Ця методика передбачає встановлення відповідності між змістовними лінгвістичними значеннями і деяким впорядкованим набором чисел – шкалою [95]. Такий набір формують спеціальним способом, що відображає співвідношення змісту нечітких оцінок через співвідношення чисел. Принциповими положеннями побудови шкали Осгуда [96] є:

- наявність крайніх полярних значень – мінімального і максимального,
- наявність середнього значення – точки балансу,
- кількість градування елементів шкали від 3 (мінімум) до 7 (максимум).

Застосування апарату біполярних шкал для подання значень проектних характеристик веб-проекту дає змогу вирішити такі завдання [31]:

- створити єдину однорідну систему подання і вимірювання для всіх проектних характеристик;
- подати співвідношення значень проектних характеристик у вигляді числових співвідношень;
- виконувати порівняння значень проектних характеристик різного змісту;
- застосувати формальні методи та прийняття рішень в управлінні веб-проектами за умов невизначеності.

Для забезпечення використання неповних і неточних характеристик веб-проекту у процесах прийняття проектних рішень необхідно виконати низку перетворень, які дадуть змогу зменшити рівень їх невизначеності. Загальну схему такої процедури подано на рис. 2.4



Рис. 2.4. Блок-схема процедури зменшення неповноти і неточності проектних характеристик веб-проекту

Для зменшення рівня невизначеності проектних характеристик у процесах прийняття рішень необхідно виконати наступні кроки.

1. Поділ набору значень проектних характеристик веб-проекту на категорії
 - наявних і точних;
 - наявних неточних;

- відсутніх.
2. Для відсутніх значень виконати кваліфікацію причин відсутності значення проектної характеристики за переліком, наведеним вище.
 3. Якщо в результаті встановлено, що значення відсутнє з причини його неприпустимості чи відсутності передумов його виникнення, то
 - рішення, для яких дана проектна характеристика належить до категорії принципових чинників прийнятими бути не можуть;
 - прийняття рішень, для яких дана проектна характеристика є другорядним чинником, здійснюють без її врахування, вважаючи, що вплив цього чинника на прийняття рішення відсутній.
 4. Якщо причиною відсутності значення проектної характеристики є його недоступність, неотримання чи недостовірність, для застосування у процесі прийняття проектного рішення його замінюють сурогатним еквівалентом за такими варіантами:
 - використовують прогнозне (оцінювальне) значення;
 - використовують середньостатистичне для такого показника значення;
 - використовують найвірогідніше припущення.
 5. Для кожного з видів проектних характеристик формують набір нечітких лінгвістичних значень, для заміни реальних точних, неточних і відсутніх значень та набір відповідних функцій належності [34].
 6. Виконання фазифікації кожної з проектних характеристик шляхом заміни значень показників нечіткими лінгвістичними значеннями.
 7. Нормування шкали значень проектних характеристик через визначення числових еквівалентів нечітких лінгвістичних значень.
 8. В результаті таких кроків формуються повний набір точних числових значень проектних характеристик, необхідних для прийняття проектних рішень зведених до єдиної шкали відносних оцінок виду

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

де $Num^*PrChar$ – кількість проектних характеристик, які задіяні у процесах прийняття рішень після застосування процедури зменшення невизначеності, $Name_h_j$ – назва характеристики, $NumValue_h_j$ – числове відносне значення характеристики, $NumValue_h_j \in Sc(h_j^*), Sc(h_j^*)$ – числова шкала нечітких лінгвістичних значень j -ї проектної характеристики, $j=1, 2, \dots, Num^*PrChar$.

Отже, початкову процедуру прийняття проектного рішення $s_i(h_1, h_2, \dots, h_{N^*PrChar})$, можна модифікувати до відображення

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

де $Sc^*(h_1^*) \times Sc^*(h_2^*) \times \dots \times Sc^*(h_{Num^*PrChar}^*)$ – узагальнений декартів добуток числових шкал нечітких лінгвістичних значень проектних характеристик (множина кортежів утворених їх значеннями), $Dom(s_i)$ – множина можливих значень проектного рішення s_i .

Для проектних характеристик, які належать до категорії основних, і проігнорувати значення яких не можна, так як без них вибір стратегії управління проектом неможливий, слід застосувати один із наступних варіантів ліквідації невизначеності.

1. Зачекати, поки отримаємо значення.
2. Повторно зробити запит про потрібне значення.
3. Середнє значення у даній категорії.
4. Експертна оцінка (прогноз щодо того, яким могло би бути це значення).
5. Екстраполяція.
6. Заміна точного значення неточним.

Загальний порядок дій із проектною характеристикою зображено на рис. 2.5.

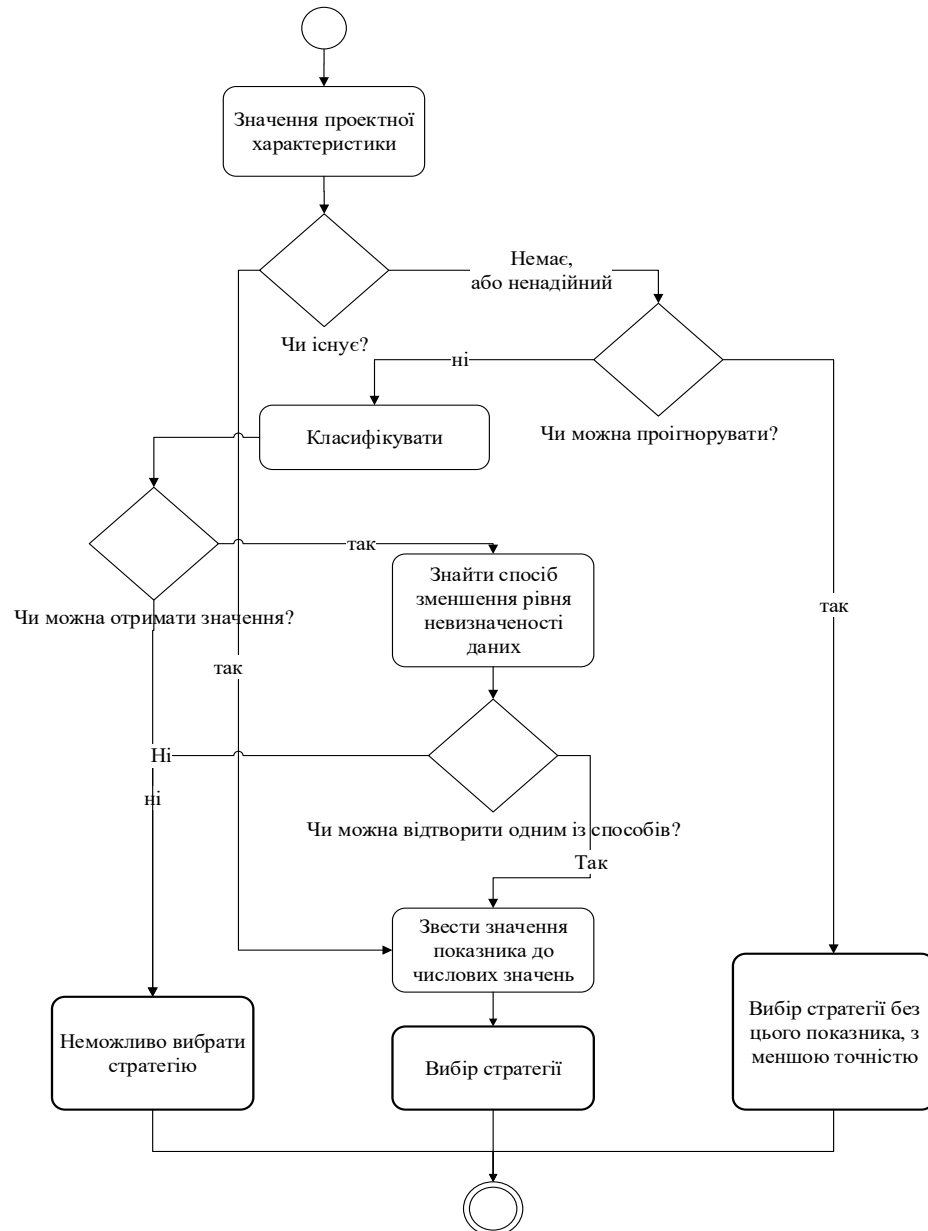


Рис. 2.5. Алгоритм опрацювання невизначеності у проектних характеристиках

У табл. 2.4 наведено можливість використання різних способів зменшення рівня невизначеності для проектних характеристик без втрати точності результату, або з незначною втратою точності. Наприклад, якщо невизначеним є значення масштабу проекту, то такий спосіб як експертна оцінка з високою ймовірністю дасть неточним результат, так як масштаб

проекту може бути найрізноманітніший, і так як цей показник мало залежить від решти, тому є складно прогнозованим.

Таблиця 2.4.

Можливість використання способів зменшення рівня невизначеності для проектних характеристик

Назва проектної 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 проекту	+	+	+	-	-	-
Масштаб проекту	+	+	-	-	-	+
Гнучкість бюджету	+	+	-	-	-	+
Способи фінансування	+	+	-	-	+	+
Важливість для виконавця	+	+	+	+	+	+
Періодичність стосунків з клієнтом	+	+	+	-	-	+
Комфортність роботи з клієнтом	+	+	+	+	-	+
Пріоритет клієнта	+	+	+	-	-	+
Форма власності клієнта	+	+	-	+	-	-
Галузь діяльності клієнта	+	+	-	-	-	-

Терміновість	+	+	+	-	-	-
Технології проекту	+	+	-	-	-	-

2.5. Опрацювання невизначеностей у процесах прийняття рішень з управління веб-проектами

Розв'язання задачі вибору стратегії управління веб-проектом та прийняття проектних рішень за умов невизначеності поділяється на два етапи: опрацювання невизначеностей у проектних показниках та вибір стратегії управління веб-проектом на основі визначених проектних показників [100, 115].

Алгоритм опрацювання невизначеностей описує послідовність дій, результатом яких є формування набору проектних показників, які є чинниками для прийняття рішення із вибору стратегії управління веб-проектом рис. 2.6.

Основними кроками алгоритму є такі.

1. Визначення проектних характеристик веб-проекту, які впливають на вибір стратегії управління ним. Ці значення утворюють у процесі взаємодії замовника, керівника та інших учасників веб-проекту, їх склад та інтерпретацію подано в розділі 2.2.
2. Кваліфікація невизначеності передбачає оцінювання значення кожного показника веб-проекту на предмет його існування, доступності, повноти, точності, достовірності, стабільності. Таке значення називають повноцінним.
3. Якщо значення певної проектної характеристики веб-проекту не задовольняє цим вимогам, визначається можливість отримання повноцінного значення і в разі такої можливості значення встановлюють повторно.
4. Якщо отримане в результаті повторного запиту нове значення проектної характеристики є повноцінним, його включають до кінцевого набору чинників прийняття рішень з вибору стратегії управління веб-проектом.
5. Якщо отримане значення потребує додаткової кваліфікації на предмет його невизначеності, процес повертається до п.1.

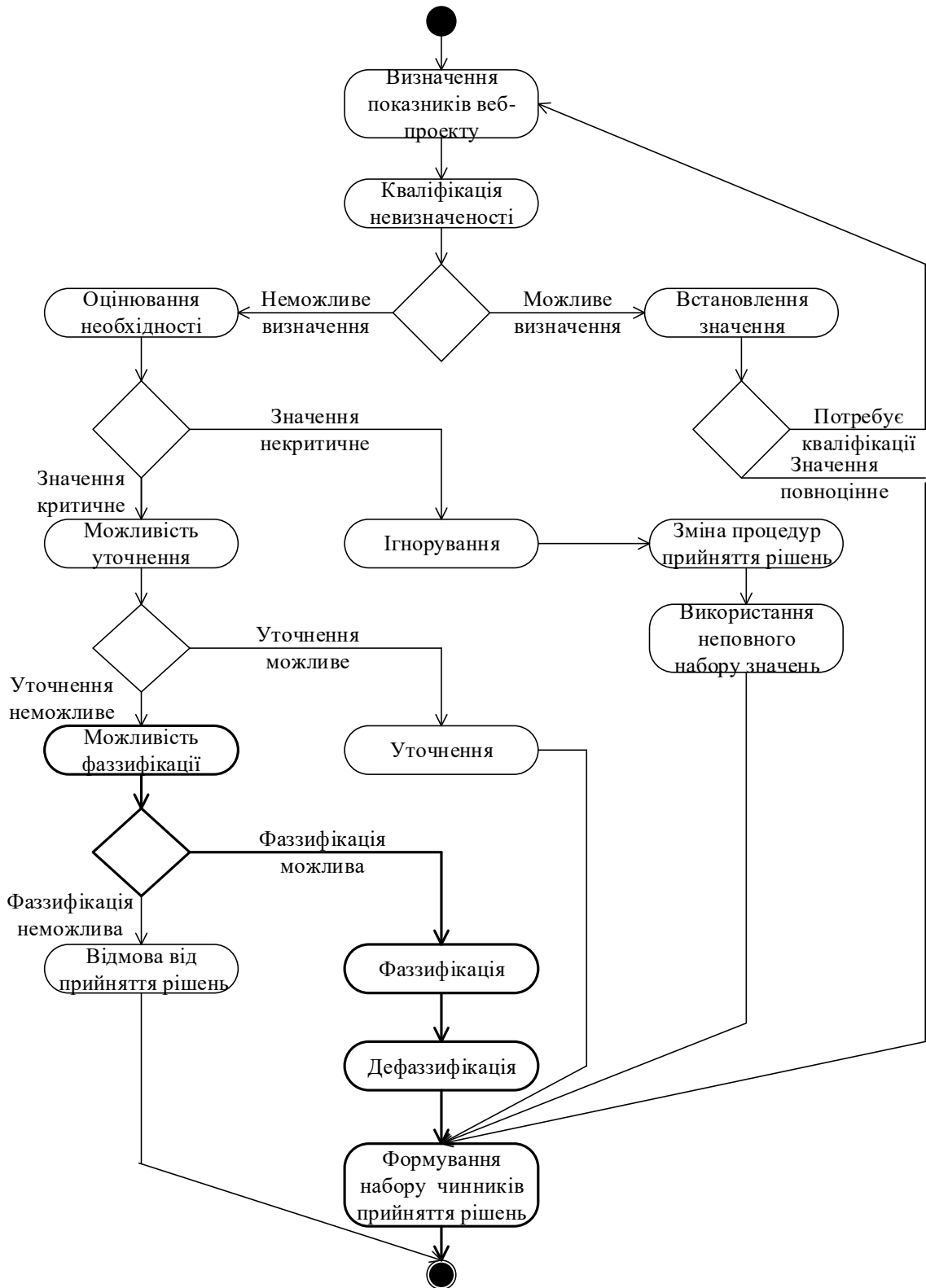


Рис. 2.6. Алгоритм опрацювання невизначеностей у процесах прийняття рішень з управління веб-проектами

6. У разі неможливості отримання повноцінного значення певної характеристики веб-проекту оцінюється потреба та важливість такого показника у процесі вибору стратегії управління веб-проектом. Якщо дане значення не є критичним, тобто його вплив на вибір стратегії управління веб-проектом не є значним і його можна не враховувати, значення вилучають із застосування у процесі прийняття рішення з вибору стратегії управління (ігнорують).
7. Вилучення значення певної проектної характеристики тягне за собою внесення змін у процедури вибору стратегії управління веб-проектом та подальше формування неповного набору значень проектних характеристик, які є чинниками прийняття відповідного рішення.
8. Якщо значення даного показника веб-проекту є критичним, тобто його вплив на прийняття рішення з вибору стратегії управління є суттєвим, визначається додаткова можливість його уточнення (отримання). У разі можливості таких дій формується повноцінне значення відповідного показника веб-проекту і включається до кінцевого набору чинників прийняття рішень.
9. У випадку, коли для критичного значення показника веб-проекту додаткове уточнення (отримання) не є можливим визначається можливість його отримання його нечіткого лінгвістичного відповідника (фазифікації).
10. Якщо такі дії є можливими, згідно правил і процедур, описаних у розділі 2.4, створюється нечітка лінгвістична оцінка відповідної характеристики веб-проекту (фазифікація). Таке величина є вербальним аналогом відповідного показника, яке інтерпретують як його значення, подане в альтернативній лінгвістичній шкалі оцінок.
11. Після отримання нечіткого лінгвістичного значення відповідної характеристики веб-проекту за допомогою методу та процедур, описаних у розділі 2.4, виконують зворотне перетворення (дефазифікацію). Його

результатом є числове значення лінгвістичної оцінки, яке можна застосувати у процесі прийняття рішення з вибору стратегії управління веб-проектом.

12. У результаті виконання кроків 1-4, 6-7, 8-9 отримані значення проектних показників включають до набору проектних характеристик, які є чинниками прийняття рішень з вибору стратегії управління веб-проектом.

13. Якщо критичне значення проектного показника не може бути отримано шляхом уточнення та фазифікації – прийняття проектних рішень є неможливим.

2.6. Висновки до розділу 2

У розділі 2 розв'язано завдання моделювання процесів управління веб-проектами, визначення та класифікації проектних характеристик, що впливають на прийняття проектних рішень, перетворення та усунення невизначеностей у проектних характеристиках та опрацювання проектних характеристик за умов невизначеності.

Моделювання процесів виконання та управління веб-проектом показує, що найдоцільнішим шляхом є застосування моделі ситуаційного управління. Такий підхід дав змогу визначити основні складові процесу управління за умов недостатньої формалізації, невизначеності та змінюваності основних показників веб-проекту. Застосування моделі ситуаційного управління описати управління веб-проектами максимально адекватно до їх специфіки.

Визначений набір базових показників веб-проекту охоплює різні аспекти інформації щодо клієнта та проекту, починаючи від фінансових показників і завершуючи даними про особливості характеру. Такий набір є достатнім для того, щоб приймати проектні рішення. Він є базовим та може бути розширеним для досягнення більшої точності у прийнятті рішень або для прийняття рішень іншого характеру, окрім рішень щодо вибору стратегії управління проектом.

Розроблена у розділі класифікація проектних характеристик та поділ їх на групи склала основу для подальшого застосування їх інтегрованого подання у процесах і процедурах прийняття рішень.

Метод усунення невизначеностей, який ґрунтується на застосуванні нечіткої логіки, послідовних перетворень невизначеностей до нечітких значень та подальших точних числових оцінок разом із апаратом опозиційних шкал складає основу для побудови алгоритмів та прикладних програмних засобів підтримки прийняття рішень з управління веб-проектами за умов неповноти, неточності, недостовірності чи непостійності проектних показників.

Розділ 3. Метод вироблення проектних рішень в управлінні веб-проектом за умов невизначеності

У третьому розділі описано метод вибору стратегії управління проектом за умов невизначеності. Вибір стратегії відбувається у декілька етапів із застосуванням методу аналізу ієрархій.

У даному розділі вирішено наступні завдання:

- розроблено модель процесу управління веб-проектом для подальшого її використання у процесі вибору стратегії управління веб-проектом; розроблено принципи формування стратегії управління веб-проектом та розроблено набір шаблонів стратегій;
- обґрунтовано використання методу аналізу ієрархій для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності; розроблено метод вибору стратегії управління веб-проектом на основі методу аналізу ієрархій із використанням уточнених значень проектних характеристик;
- розроблено алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності.

Основні положення розділу висвітлені автором у працях [10, 12, 13, 14, 15, 18, 59, 61].

3.1. Стратегія управління веб-проектом

3.1.1. Моделювання процесу управління веб-проектом

Основа управління веб-проектом складають процеси прийняття проектних рішень. Рішення, прийняте керівником веб-проекту, визначає дії виконавців та порядок їх виконання на всіх етапах життєвого циклу проекту – від ініціювання та планування до завершення та впровадження результатів.

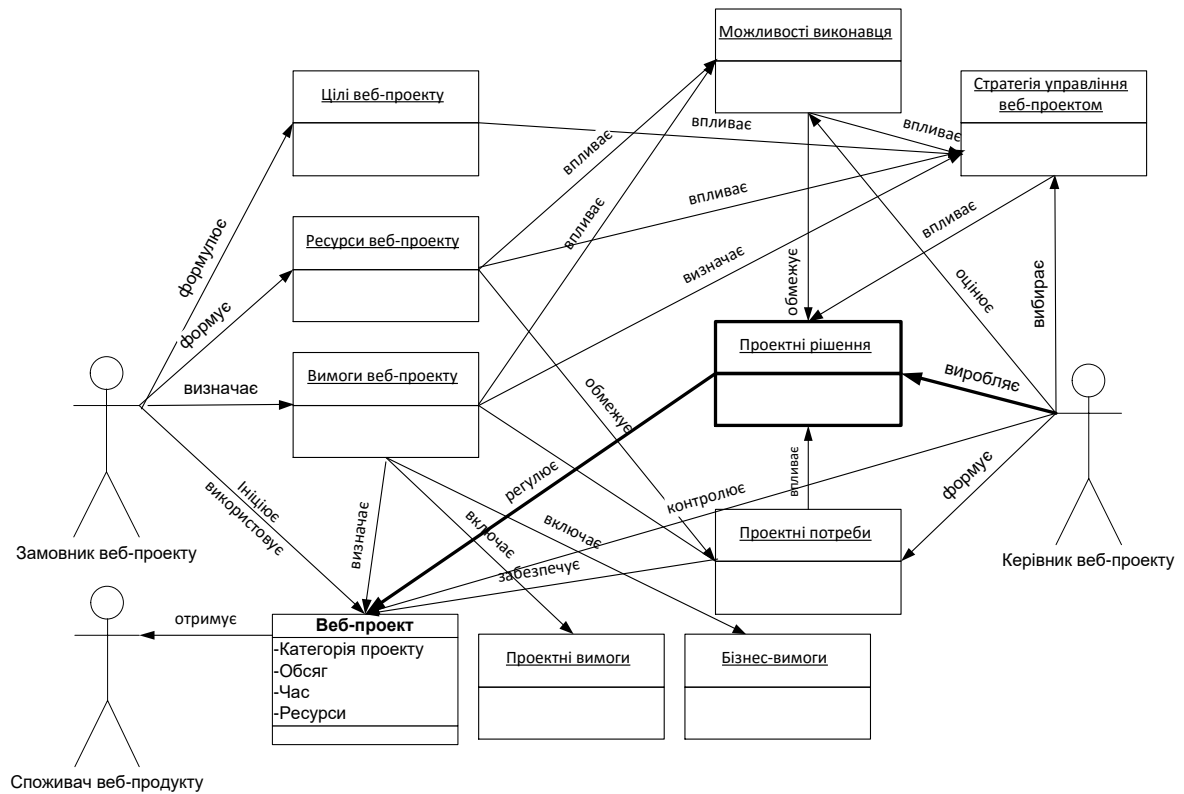


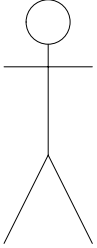
Рис. 3.1. UML-діаграма взаємодії об'єктів процесу управління веб-проектом

Аналіз змісту та характеру дій з управління веб-проектом дає змогу розглядати його як процес взаємодії низки активних та пасивних сутностей. Модель такої взаємодії описано у вигляді UML-діаграми (рис. 3.1.), в якій кожен активну сутність позначено об'єктом типу "актор", що виконує певний набір операцій (функцій). У процесі управління веб-проектом визначено такі активні сутності (актори).

1. Замовник веб-проекту, який в даному процесі ініціює проект, формулює мету проекту, забезпечує фінансовими та іншими ресурсами, визначає вимоги до результатів виконання веб-проекту, впливає на умови реалізації проекту та управління ним і використовує результати виконання веб-проекту для своїх інтересів. Перелік операцій, які забезпечують виконання дій замовника веб-проекту подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

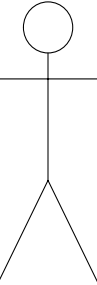
Властивості об'єкта «Замовник веб-проекту»

Актор	Операція	Об'єкт дій
 Замовник веб-проекту	Ініціювання	Веб-проект
	Формулювання мети	Цілі веб-проекту
	Формування ресурсів	Ресурси веб-проекту
	Визначення вимог	Вимоги
	Використання результатів	Веб-проект

2. Керівник веб-проекту у процесі управління реалізує такі основні функції: в результаті взаємодії із замовником, отримує від нього необхідні для управління проектом дані, визначає базові показники проекту, способи, шляхи та порядок управління веб-проектом, обирає стратегію управління, виробляє оперативні проектні рішення, забезпечує їх виконання та контроль результатів. Перелік операцій, які забезпечують виконання дій керівника веб-проекту подано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Властивості об'єкта «Керівник веб-проекту»

Актор	Операція	Об'єкт дій
 Керівник веб-проекту	Оцінювання можливостей виконавця веб-проекту	Наявні ресурси
	Формування потреб для виконання веб-проекту	Проектні потреби
	Вибір стратегії	Стратегія управління веб-проектом
	Вироблення проектних рішень	Проектні рішення
	Контроль результатів виконання рішень	Веб-проект

3. Активний об'єкт типу "Споживач веб-продукту" в даному процесі виконує єдину функцію – отримує веб-послуги або використовує інформаційний веб-ресурс, утворені як результат виконання веб-проекту, згідно з їх призначенням.

Окрім активних об'єктів, модель описує низку пасивних об'єктів, між якими відбувається взаємодія в межах процесу управління веб-проектом. Такі об'єкти не виконують самостійних операцій, але безпосередньо або опосередковано впливають на процедури вироблення проектних рішень та їх реалізацію через сприйняття дій активних об'єктів та зв'язки з іншими пасивними об'єктами веб-проекту. Пасивними об'єктами в управлінні веб-проектом є наступні.

1. Цілі веб-проекту формулюються замовником веб-проекту. Вони, в свою чергу, впливають на зміст стратегії управління веб-проектом та на зміст самого веб-проекту.
2. Ресурси веб-проекту позначають ті фінансові, матеріальні та інші вкладення, які замовник виділяє на виконання веб-проекту. Ресурси веб-проекту формує замовник, а вони впливають на такі об'єкти як можливості виконавця, стратегія управління веб-проектом та проектні потреби.
3. "Вимоги веб-проекту" є одним з найсуттєвіших об'єктів в процесі управління. Вимоги поділяють на проектні та бізнес-вимоги. Об'єкт типу "Вимоги веб-проекту" впливає на об'єкт "Можливості виконавця", а також визначає властивості таких об'єктів як "Стратегія управління веб-проектом", "Проектні потреби" та, власне, "Веб-проект".
4. Об'єкт "Проектні потреби" позначає набір вимог та потреб виконавця, необхідних для реалізації веб-проекту. Його формує активний об'єкт "Керівник веб-проекту", при цьому об'єкт "Проектні потреби" взаємодіє з іншими об'єктами, а саме отримує обмеження від об'єкту "Ресурси веб-проекту" та визначається об'єктом "Вимоги веб-проекту". Об'єкт "Проектні потреби", своєю чергою, впливає на об'єкт "Проектні рішення".

5. Об'єкт "Можливості виконавця" характеризує різного виду ресурси (фінансові, матеріальні, людські, технічні, часові тощо), які є в розпорядженні виконавця і можуть бути задіяні для реалізації веб-проекту. На цей об'єкт існує вплив з боку таких об'єктів як "Вимоги веб-проекту" і "Ресурси веб-проекту", об'єкт оцінюється виконавцем веб-проекту та впливає на об'єкт "Стратегія управління веб-проектом" і визначає обмеження для об'єкта "Проектні рішення".
6. Об'єкт "Стратегія управління веб-проектом" позначає набір принципів, правил та умов, які визначає порядок вироблення та реалізації проектних рішень в управлінні веб-проектом. Вплив на стратегію управління веб-проектом мають такі об'єкти як "Цілі веб-проекту" , "Ресурси веб-проекту", "Можливості виконавця", додатково визначення стратегії залежить від об'єкту "Вимоги веб-проекту". Об'єкт "Стратегія управління веб-проектом" безпосередньо впливає на об'єкт "Проектні рішення". Керівник веб-проекту обирає одне із можливих значень стратегії управління. Вибір стратегії управління є одним із ключових елементів організації процесу управління веб-проектом в цілому.
7. Об'єкт "Проектні рішення" позначає директивні дії керівника проекту спрямовані на реалізацію окремих дій та веб-проекту в цілому. Керівник веб-проекту виробляє проектні рішення на основі обраної стратегії, Вплив на Вироблення проектних рішень при цьому мають об'єкти "Стратегія управління веб-проектом" та проектні потреби, а з боку об'єкта "Можливості виконавця" підтримуються обмеження. За допомогою проектних рішень керівник регулює хід виконання та властивості веб-проекту.

Окрім зазначених об'єктів, у моделі управління веб-проектами визначено клас "Веб-проект". Від описує множину сутностей кожна з яких є об'єктом керування в процесах управління веб-проектами і позначає набір об'єктів та дій над ними, метою яких є створення веб-продукту. Властивості класу " Веб-проект " в даній моделі описують такі атрибути: категорія проекту, обсяг

проекту, час виконання, ресурси проекту. Об'єкт "Замовник веб-проекту" ініціює його виконання та використовує кінцеві результати, "Керівник проекту" через проектні рішення регулює та окремо контролює виконання веб-проекту, визначальний вплив на веб-проект має об'єкт "Вимоги веб-проекту", а об'єкт "Проектні потреби" забезпечує реалізацію та створення кінцевого продукту. Об'єкт споживач отримує від веб-проекту веб-сервіс чи веб-ресурс для його використання згідно призначення.

3.1.2. Формування стратегії управління веб-проектом

Стратегія управління веб-проектом є його центральною ланкою, яка визначає способи вироблення керівних рішень, які забезпечують досягнення кінцевої мети даного проекту. [104] Життєвий цикл стратегії управління веб-проектом складають такі етапи: формування стратегії, вибір стратегії, реалізація стратегії [97].

Опис стратегії управління веб-проектом являє собою набір із часткових стратегій, кожна із яких визначає один із аспектів управління цим проектом. Для веб-проектів такими частковими стратегіями є стратегія управління часом виконання, стратегія управління змістом/обсягом веб-проекту та стратегія управління ресурсами веб-проекту [16].

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

TimeStrategy – стратегія визначення та розподілу часу на виконання проекту (вона визначає, наприклад, чи проект можна виконати за один етап, чи роботу над ним слід розподілити на декілька етапів, який обсяг часу виділяється на виконання проекту, також ця стратегія залежить від того, наскільки терміновим є проект).

ScopeStrategy – стратегія планування змісту та обсягу роботи по проекту та розподілу ресурсів виконавця (ця стратегія залежить від цілей визначених замовником, змісту завдань, які він визначає для веб-проекту, фінансування, від

того, наскільки для виконавця є важливим клієнт, наскільки терміновим є проект, наскільки перспективним є проект для виконавця тощо).

BudgetStrategy – стратегія управління бюджетом проекту. Ця стратегія визначає планування витрат, планування розподілу ресурсів між виконавцями та етапами, планування змісту/обсягу робіт на кожному із етапів проекту, оскільки це залежить від обсягу та способів фінансування веб-проекту.

Ці стратегії є між собою пов'язані, їх зв'язок описується так званим "трикутником проекту", який описує баланс між часом виконання проекту, змістом проекту та його бюджетом [89], [101]. Такий принцип визначає, що при зміні одного із аспектів решта також змінюються.

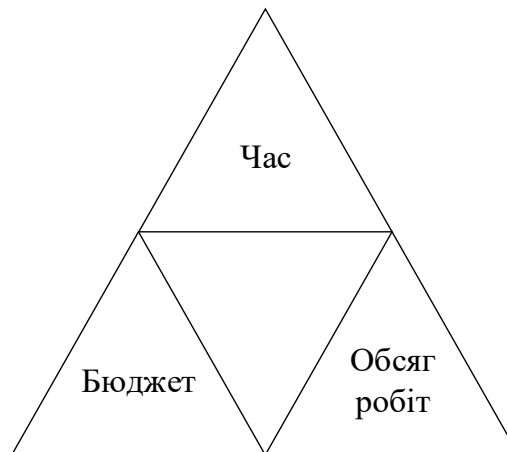


Рис. 3.2. Трикутник проекту

Прикладами того, як працює ця потрійна обмеженість є такі залежності між частковими стратегіями управління аспектами веб-проекту: [13, 61]

- Щоб наблизити дату завершення проекту (час), можна потратити більше ресурсів (бюджет) або прибрати деякі можливості проекту (обсяг роботи).
- Щоб виконати проект у рамках бюджету, можна або скоротити понаднормову роботу та закінчити проект пізніше (час) або скоротити список можливостей продукту (обсяг роботи).

- Щоб виконати проект у рамках бюджету (витрати), можна не працювати понаднормово та закінчити проект пізніше (час), або скоротити перелік можливостей продукту (обсяг проекту).
- Щоб додати у продукт нову функціональність (обсяг проекту), можна продовжити строк його виконання, щоб виділити час на нові задачі (час), або залучити нових людей, щоб працювати скоріше (витрати), або й те, й те одночасно.

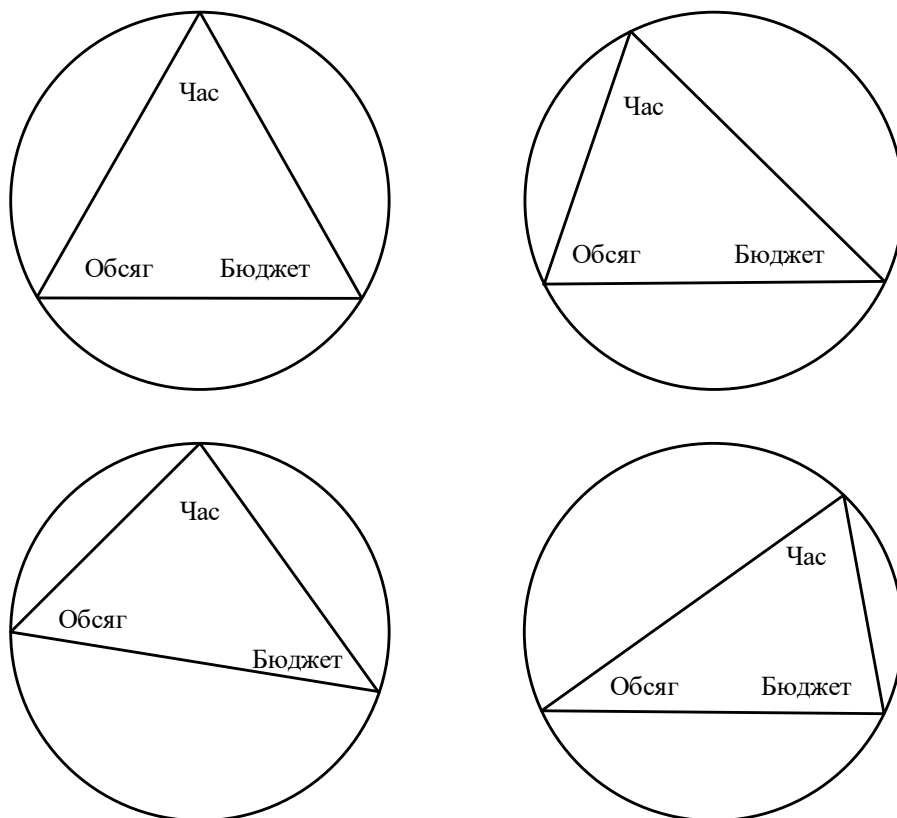


Рис. 3.3. Зміна трикутника проекту при зміні часткових стратегій

В кінцевому розумінні загальну стратегію управління веб-проектом можна описати як відповідність виду

$$ProjectStrategy = F^{PS}(TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy), \quad (3.2)$$

де F^{PS} – відображення, яке встановлює відповідність між загальною та частковими стратегіями управління веб-проектом.

У результаті моделювання процесу управління веб-проектом, що виконане в п. 3.1.1 та дослідження і аналізу показників веб-проекту, які впливають на процес управління веб-проектом, зроблено висновок про те, що формування стратегії управління веб-проектом:

1. безпосередньо або опосередковано визначається такими об'єктами як
 - замовник веб-проекту,
 - керівник веб-проекту,
 - цілі веб-проекту,
 - ресурси веб-проекту,
 - вимоги веб-проекту,
 - можливості виконавця;
2. залежить від значень набору проектних показників, які описують особливості конкретного веб-проекту, а саме:
 - фінансові дані клієнта,
 - дані про осіб, які представляють зацікавлені сторони,
 - бюджет проекту,
 - стосунки між виконавцем та замовником,
 - специфіка організації клієнта,
 - вимоги та умови виконання веб-проекту.

Оскільки формування стратегії управління веб-проектом передбачає розроблення часткових стратегій, суттєвими є залежності між показниками проекту та частковими стратегіями. Так, стратегія визначення та розподілу часу *TimeStrategy* залежить від значення таких проектних характеристик:

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

Таку залежність описує вираз

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

де Φ^T – відображення набору значень, відповідних показників веб-проекту у множину можливих значень стратегії управління часом виконання веб-проекту.

Стратегія планування змісту та обсягу роботи *ScopeStrategy* залежить від показників які характеризують

- дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту (H_{CPers}),
- фінансові дані проекту (H_{PFin}),
- стосунки між виконавцем та замовником (H_{DCRel}),
- вимоги до проекту (H_{PReq});

Таку залежність описує вираз

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

де Φ^S – відображення набору значень, відповідних показників веб-проекту у множину можливих значень стратегії управління змістом/обсягом веб-проекту.

Стратегія управління бюджетом проекту *BudgetStrategy* є залежною від характеристик веб-проекту, що описують

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

Таку залежність описує вираз

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

де Φ^B – відображення набору значень, відповідних показників веб-проекту у множину можливих значень стратегії управління бюджетом веб-проекту.

Описані залежності між проектними характеристиками веб-проекту та частковими стратегіями складають основу процесу формування стратегії

управління веб-проектом. В такому поданні відповідність між частковими та загальною стратегією управління веб-проектом може бути перетворено до виду

$$\begin{aligned}
 ProjectStrategy &= F^{PS}(TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy) = \\
 &= F^{PS}(\Phi^T(H_{CFin}, H_{PFin}, H_{COrg}, H_{PReq}), \Phi^S(H_{CPers}, H_{PFin}, H_{DCRel}, H_{PReq}), \\
 &\quad \Phi^B(H_{CFin}, H_{PFin}, H_{COrg}, H_{PReq}))
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

що дає підстави для визначення прямої відповідності між проектними характеристиками та стратегією управління веб-проектом.

Оскільки, в загальному випадку відповідності між показниками веб-проекту і частковими та загальною стратегіями складно або неможливо описати формальними виразами, для вибору стратегії управління веб-проектом доцільно застосувати методи та засоби підтримки прийняття рішень.

3.1.3. Використання шаблонів стратегій в управління веб-проектами

Реальні відповідності між проектними характеристиками веб-проекту та обраною стратегією управління, як правило, мають складний характер, і часто не можуть бути достатньою мірою формалізованими. Особливо це проявляється за невизначеності окремих показників веб-проекту. Даний чинник, у свою чергу, призводить до того, що процес формування та обрання стратегії управління веб-проектом в багатьох випадках є евристичним процесом, який ґрунтується не на чітких правилах та критеріях, а на знаннях, досвіді та кваліфікації керівника веб-проекту. Такий спосіб вирішення задачі обрання стратегії управління стає причиною вироблення некоректних проектних рішень, помилок, зростання ризиків та затрат у виконання веб-проекту.

Одним із шляхів зменшення негативного впливу людського чинника у процесі формування та вибору стратегії управління веб-проектом, підвищення рівня формалізації та якості вироблених проектних рішень є застосування

шаблонів стратегій. Шаблоном стратегії управління веб-проектом будемо називати попередньо визначений і оцінений набір значень часткових стратегій управління часом, змістом/обсягом та бюджетом проекту. Кожен з таких шаблонів визначає один із можливих варіантів стратегії управління веб-проектом та супроводжується певними оцінками, пріоритетами, характеристиками та правилами, що дає змогу частково формалізувати процес обрання стратегії чим зменшити залежність від людського чинника і зменшити ризику проекту.

Приклад набору базових шаблонів стратегій управління веб-проектом виглядатиме таким чином, як показано у табл. 3.3.

Таблиця 3.3.

Базовий набір шаблонів стратегій управління веб-проектом

Шаблон (S^T)	Час (Time)	Бюджет (Budget)	Обсяг (Score)	Характеристики шаблону стратегії
S_{TBS}	→ max	→ max	→ max	Тривалий час, великий бюджет, великий обсяг роботи
S_{tBS}	→ min	→ max	→ max	Короткий час, великий бюджет, великий обсяг роботи
S_{Tbs}	→ max	→ min	→ max	Тривалий час, малий бюджет, великий обсяг роботи
S_{tbs}	→ min	→ min	→ max	Короткий час, малий бюджет, великий обсяг роботи
S_{TBs}	→ max	→ max	→ min	Тривалий час, великий бюджет, малий обсяг роботи
S_{tBs}	→ min	→ max	→ min	Короткий час, великий бюджет, малий обсяг роботи
S_{Tbs}	→ max	→ min	→ min	Тривалий час, малий бюджет, малий обсяг роботи
S_{tbs}	→ min	→ min	→ min	Короткий час, малий бюджет, малий обсяг роботи
S_{000}	→ 0	→ 0	→ 0	Відмова від проекту

У поданому прикладі для формування базового набору стратегій управління веб-проектом було взято крайні значення (min, max) для кожної із трьох сфер – час, обсяг та бюджет. У залежності від конкретних умов та особливостей веб-проекту, шкалу значень може бути розширено та уточнено шляхом додавання проміжних цільових значень для кожної із часткових стратегій.

Процедуру формування і вибору стратегії управління веб-проектом при застосування шаблонів стратегій може бути перетворено до вигляду

$$\begin{aligned} ProjectStrategy &= F^{PS}(TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy) = \\ &= F^{PS}(S^P) = \Phi^{PS}(H_{CFin}, H_{CPers}, H_{PFin}, H_{DCRel}, H_{COrg}, H_{PReq}), \end{aligned} \quad (3.7)$$

де F^{PS} – функція вибору шаблону стратегії, S^P – базовий набір шаблонів стратегій, H_{CFin} , H_{CPers} , H_{PFin} , H_{DCRel} , H_{COrg} , H_{PReq} – групи характеристик веб-проекту, Φ^{PS} – відображення множини проектних характеристик у множину базових шаблонів стратегій.

Кожна стратегія із базового набору шаблонів та похідні від них мають таку характеристику як пріоритет. Пріоритет стратегії може бути одним із трьох наступних (згідно з трикутником проекту, рис. 3.2, рис. 3.3):

- Стратегії із пріоритетом часу та обсягу.
- Стратегії із пріоритетом часу та бюджету.
- Стратегії із пріоритетом обсягу та бюджету.

Суть цього пріоритету полягає у прояві потрійної обмеженості у проекті, і зумовлює необхідність вибору двох більш пріоритетних напрямів із трьох можливих. Наприклад, одна із стратегій з базового набору,

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

визначає такі умови: короткий час, малий бюджет, великий обсяг роботи. Якщо цю стратегію застосовувати із пріоритетом часу та бюджету, то тоді це впливатиме на обсяг роботи, і обсяг буде плануватися настільки великий, наскільки це можливо при фіксованому часові та бюджеті. Якщо ж пріоритети змістити на час та обсяг, тобто поставити задачу зробити максимум за короткий проміжок часу, то тоді бюджет не можна буде зменшити настільки, наскільки це можливо було б при відсутності цього пріоритету.

Пріоритет визначатиме надалі вагові коефіцієнти проектних характеристик, груп проектних характеристик та стратегій у процесі їх попарного порівняння [52], [59].

3.2. Застосування методу аналізу ієрархій для вибору стратегії управління проектом

3.2.1. Обґрунтування методу вибору стратегії управління проектом

Аналіз відповідності між показниками веб-проекту та обранням стратегії управління показує її складний та неоднозначний характер, що, в багатьох випадках, не дає можливості описати таку відповідність формальним виразом. Для задач такого характеру прийнято використовувати методи та засоби підтримки прийняття рішень [91, 104]. Застосування такого підходу до задач вибору стратегії управління веб-проектом та формування проектних рішень дає змогу використати для їх розв'язання різного роду правила, експертні знання, емпірично встановлені принципи, закономірності тощо.

Найбільш прийнятним для прийняття рішення з управління веб-проектами є метод аналізу ієрархій [52, 53]. Даний метод розроблено для прийняття рішень у випадку наявності багатьох факторів та відсутності формальних критеріїв оптимальності. Він часто застосовується для прийняття рішень у випадках із неформальними значеннями показників та наявності певної кількості альтернатив. Має широке застосування у різних галузях. Наприклад, у [56] цей метод використано для визначення конкурентоспроможності фірм.

Задачі прийняття рішень з управління веб-проектами повністю відповідають сфері застосування методу аналізу ієрархій, через низку особливостей, зокрема таких:

- слабка структурованість,
- велика кількість чинників, що впливають на прийняття рішень,
- слабка формалізація даних, що спливають на прийняття рішень,
- неоднорідність характеристик об'єкта управління,
- складність формального опису відповідностей між чинниками та прийнятими рішеннями,

- відсутність формальних критеріїв оптимальності прийнятих рішень,
- використання пріоритетів для аналізу чинників прийняття рішень,
- велика кількість альтернатив у прийнятті рішень.

Зазначені чинники повністю відповідають основним принципам та положенням методу аналізу ієрархій, що дає змогу застосувати його для розв'язання задач вибору стратегії управління веб-проектом та прийняття проектних рішень.

У процесі використання методу аналізу ієрархій для кожної стратегії управління веб-проектом визначається вага кожної із проектних характеристик. Згідно із цими ваговими коефіцієнтами відбувається аналіз пріоритетності кожної із груп показників для кожної із стратегій. Наприкінці, коли визначено усі пріоритети, можна підставити у цю ієрархію нормовані значення показників для конкретного проекту та отримати числові значення.

Значення проектних характеристик або інформація про причини їх відсутності задається на етапі отримання даних від користувача, який використовує метод.

Процес розстановки пріоритетів полягає у попарній оцінці проектних характеристик. Кожну категорію проектних характеристик (фінансові дані замовника; дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони; бюджет проекту; стосунки між виконавцем та замовником; специфіка організації клієнта; вимоги до проекту) представимо у окремій таблиці для більшої зручності, і, таким чином, отримаємо вагові коефіцієнти для показників певної категорії.

Для попарної оцінки проектних характеристик використано шкалу попарних порівнянь, запропоновану Т. Сааті [52].

У випадку, коли основним завданням є вибір стратегії управління веб-проектом, процес розстановки пріоритетів матиме дещо інший вигляд. Згідно з принципами методу аналізу ієрархій, кожній із стратегій надано таку характеристику як пріоритет.

Таблиця 3.4.

Шкала відносної важливості для парних порівнянь (по Сааті)

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	Значне перевага	Одному виду діяльності дається настільки сильна перевага, що воно стає практично значним
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).	

3.2.2. Попарні порівняння проектних характеристик для визначення їх вагових коефіцієнтів у відповідних категоріях.

Результат попарних порівнянь проектних характеристик, і, як результат, їхні вагові коефіцієнти, є залежним від вибору пріоритету стратегії управління проектом.

Попарні порівняння базових проектних характеристик для обчислення інтегральних проектних характеристик

Крім базового набору проектних характеристик, до факторів прийняття рішення належать також інтегральні проектні характеристики, значення яких

впливає із значення сукупності певних базових характеристик та їх пріоритетів. Так як для різних проектів пріоритети для обчислення інтегральних характеристик можуть відрізнятися, було прийнято рішення застосувати для їх визначення попарні порівняння за схемою, запропонованою Т. Сааті, яка використовується у методі аналізу ієрархій.

Таким чином, значення інтегральної проектної характеристики $h_{int\ k}$ буде обчислюватися за наступною схемою. Нехай h_j, \dots, h_m – множина базових проектних характеристик, що входять до інтегральної проектної характеристики $h_{int\ k}$, а w_j, \dots, w_m – відносна вага відповідних проектних характеристик, яка характеризує інтенсивність впливу кожної із них на інтегральну проектну характеристику. У нашому випадку точна інтенсивність невідома, тому оцінки інтенсивності впливу розставляються шляхом попарних порівнянь, що оцінюються за шкалою (табл. 3.4).

Таблиця 3.5.

Попарні порівняння базових проектних характеристик, що входять до складу інтегральних

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

Попарне порівняння базових проектних характеристик для отримання значень інтегральних проектних характеристик можна описати у вигляді матриці наступним чином:

$$\left(\begin{array}{c} w_{h_i^{h_{int k}}} \\ \hline w_{h_j^{h_{int k}}} \end{array} \right)_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,n}}^{Num^{Int k}} \quad (3.9)$$

$v(h_1^{h_{int k}}), \dots, v(h_{Num^{Int k}}^{h_{int k}})$ – власні вектори матриці. Їх значення обчислюються як середнє геометричне значень порівняння ваги одних характеристик відносно інших.

Значення k -ї інтегральної характеристики обчислюється наступним чином на основі значень базових характеристик та їх обчислених у попередньому кроці вагових коефіцієнтів:

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

$k = 1, \dots, Num^{Int k}, Num^{Int k}$ – кількість проектних характеристик, що входять до складу k -ї інтегральної х-ки, $h_{int k}$ – значення k -ї інтегральної х-ки, $v(h_i^{h_{int k}})$ – вага i -ї базової характеристики у k -й інтегральній характеристиці. Дані обчислення проводяться $Num^{PrCharInt}$ разів, для кожної із інтегральних проектних характеристик.

Попарні порівняння проектних характеристик у групах

Пріоритет (вага) проектної характеристики у категорії, до якої вона належить, є варіативною та залежить від пріоритету стратегії, що вказується користувачем разом із визначенням решти проектних характеристик. Пріоритет стратегії є суб'єктивною потребою замовника проекту та визначає його основні пріоритети. Тобто, $w_i = w(h_i) = W_i(PrS)$, де PrS – пріоритет стратегії, w_i – вага характеристики h_i . У загальному випадку, розстановка пріоритетів проектних характеристик у межах групи буде виглядати наступним чином (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
$h_1^{H_j}$... $h_i^{H_j}$... $h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}$	$ \begin{array}{ccc} w_{h_1^{H_j}}(PrS) / w_{h_1^{H_j}}(PrS) & \dots & w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) / w_{h_1^{H_j}}(PrS) \\ w_{h_1^{H_j}}(PrS) / w_{h_i^{H_j}}(PrS) & \dots & w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) / w_{h_i^{H_j}}(PrS) \\ w_{h_1^{H_j}}(PrS) / w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) & \dots & w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) / w_{h_{Num^{Group H_j}}^{H_j}}(PrS) \end{array} $	$v(h_1^{H_j})$... $v(h_i^{H_j})$... $v(h_{Num^{Group H_j}}^{H_j})$

Попарне порівняння базових та інтегральних проектних характеристик для отримання значення групи проектних характеристик

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

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

Значення j -ї групи проектних характеристик обчислюється за формулою

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

$p = 1, \dots, Num^{Group H_j}, Num^{Group H_j}$ – кількість проектних характеристик що входять до складу j -ї групи, H_j – значення j -ї групи проектних характеристик,

$v(h_p^{H_j})$ – вагові коефіцієнти p -ї характеристики в j -й групі,
 $v(h_1^{H_j}), \dots, v(h_{Num\ Group\ H_j}^{H_j})$ – власні вектори матриці попарних порівнянь проектних характеристик у групі – компоненти вектора пріоритетів.

Після того, як компоненти вектора отримані для всіх рядків, їх можна використовувати для подальших обчислень.

Після обчислення значень усіх груп проектних характеристик $H_1, \dots, H_{Num\ Groups}$, аналогічним чином обчислюється значення кожної з трьох часткових стратегій – часу, обсягу роботи, бюджету.

Попарні порівняння груп проектних характеристик

Після того, як було здійснено попарне порівняння проектних характеристик у групах та обчислено значення груп, необхідно визначити пріоритети кожної із груп проектних характеристик для часткових стратегій управління проектом – часу, обсягу роботи, бюджету (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

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

Часткова стратегія S^{Part_i}	$H_1^{S^{Part_i}}$... $H_{Num\ Groups}^{S^{Part_i}}$	Вектор пріоритетів
$H_1^{S^{Part_i}}$...	$\begin{matrix} w_{H_1^{S^{Part_i}}} (PrS) & & w_{H_{Num\ Groups}^{S^{Part_i}}} (PrS) \\ \hline & \dots & \\ w_{H_1^{S^{Part_i}}} (PrS) & & w_{H_1^{S^{Part_i}}} (PrS) \end{matrix}$	$v(H_1^{S^{Part_i}})$...
$H_{Num\ Groups}^{S^{Part_i}}$	$\begin{matrix} w_{H_1^{S^{Part_i}}} (PrS) & & w_{H_{Num\ Groups}^{S^{Part_i}}} (PrS) \\ \hline & \dots & \\ w_{H_1^{S^{Part_i}}} (PrS) & & w_{H_{Num\ Groups}^{S^{Part_i}}} (PrS) \end{matrix}$	$v(H_{Num\ Groups}^{S^{Part_i}})$

Обчислення значень оцінок аспектів стратегії.

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

$v(H_1^{S^{Part_i}}), \dots, v(H_{NumGroups}^{S^{Part_i}})$ – власні вектори матриці попарних порівнянь груп проектних характеристик для i -ї часткової стратегії S^{Part_i} .

Значення i -ї часткової стратегії обчислюється наступним чином:

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

$NumGroups$ – кількість груп проектних характеристик, $H_p^{S^{Part_i}}$ – значення p -ї групи характеристик, $v(H_p^{S^{Part_i}})$ – ваговий коефіцієнт p -ї групи характеристик для часткової стратегії S^{Part_i}

Динамічне розставлення пріоритетів груп проектних характеристик

У процесі прийняття рішення з вибору стратегії управління веб-проектом пріоритети груп проектних характеристик, в загальному випадку, не є сталими. Це обумовлено залежністю оцінок груп таких характеристик від пріоритету стратегії управління веб-проектом, яка обирається перед початком процесу прийняття рішення. В залежності від цього може відбуватися збільшення або зменшення відносної ваги груп проектних характеристик при їх попарному порівнянні.

Значення відносної ваги груп проектних характеристик коригується відповідно до обраного пріоритету стратегії – TB (Час, Бюджет), TS (Час, Обсяг), SB (Обсяг, Бюджет).

Якщо деяка група проектних характеристик є залежною від обраного пріоритету, то в процесі прийнятті рішень значення її відносної ваги у матриці попарних порівнянь змінюється на коефіцієнт зміни ваги групи $q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)$,

$$\frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)} \rightarrow \frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS) \cdot q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}, \quad (3.15)$$

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

відносно групи проектних характеристик $H_j^{S^{Part_i}}$, PrS - пріоритет стратегії,

$q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)$ - коефіцієнт зміни ваги групи проектних характеристик $H_i^{S^{Part_i}}$.

Значення відносної ваги інших груп відносно даної групи в матриці попарних порівнянь буде змінено за формулою

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

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

відносно групи проектних характеристик $H_i^{S^{Part_i}}$, PrS - пріоритет стратегії,

$q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)$ - коефіцієнт зміни ваги групи проектних характеристик $H_i^{S^{Part_i}}$.

Значення коефіцієнта зміни ваги групи проектних характеристик залежить від кількості можливих пріоритетів стратегій. В методі аналізу ієрархій важливим чинником є перевага, а не міра ваги, тому достатньо вважати вплив пріоритетів стратегії однаковим і визначити його як

$$q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS) = 1 + \frac{1}{Num^{PrS}}, \quad (3.17)$$

де Num^{PrS} - кількість можливих пріоритетів стратегій. У даному випадку, при використанні трьох базових пріоритетів стратегії використано значення

$$q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS) = 1 \frac{1}{3}.$$

Динамічна зміна ваги груп проектних характеристик в залежності від пріоритету стратегії дає змогу обрати стратегію управління веб-проектом, яка максимально враховує його особливості.

Залежність груп проектних характеристик від можливих пріоритетів стратегії визначається змістом самих характеристик та аспекту веб-проекту який відображає дана група. Характер такої залежності, спосіб та міра впливу пріоритету стратегії на вагу проектних характеристик не має, в загальному випадку, формального подання. Однак, для можливості застосування змінної ваги проектних характеристик у методі аналізу ієрархій достатнім є сам факт існування зв'язку між чинниками процесу прийняття рішень. Це дає змогу динамічно міняти пріоритети та шляхи вибору найкращого рішення без додаткової деталізації значень. Залежність між групами проектних характеристик та пріоритетами стратегії встановлено основі аналізу процесів управління веб-проектами та практики їх виконання (табл. 3.8.).

Таблиця 3.8.

Залежність груп проектних характеристик від пріоритету стратегії

Група проектних характеристик \ Пріоритет стратегії	Час, Бюджет (TB)	Час, Обсяг (TS)	Обсяг, Бюджет (SB)
H_{CFin}	+	+	+
H_{CPers}	+	-	-
H_{PFin}	+	-	+
H_{DCRel}	-	+	+
H_{COrg}	-	-	+
H_{PReq}	-	+	+

На основі досліджень реальних проектів встановлено, що вплив пріоритету стратегії на вагу проектних характеристик у процесах прийняття

рішень з управління веб-проектами за методом аналізу ієрархій є не однорідним. Як показано в табл. 3.8., зокрема підтримуються такі залежності:

- з вагою групи проектних характеристик, що описують фінансові показники клієнта (H_{CFin}) пов'язують усі пріоритети стратегії – "Час, Бюджет" (TB), "Час, Обсяг" (TS), та "Обсяг, Бюджет" (SB), оскільки власне від можливостей фінансування веб-проекту замовником залежать всі його складові;
- група проектних характеристик, які описують дані про представників замовника у проекті (H_{CPers}) має додаткову вагу у випадку вибору пріоритету "Час, Бюджет" (TB), оскільки терміни виконання та фінансування проекту безпосередньо пов'язані із особливостями замовника та діями його представника, натомість з обсягами веб-проекту ці дані зв'язку не мають;
- група проектних характеристик, які описують фінансові дані веб-проекту (H_{PFin}) має додаткову вагу у випадку вибору пріоритетів "Час, Бюджет" (TB), та "Обсяг, Бюджет" (SB), оскільки фінансування проекту напряду пов'язане із цими пріоритетами, натомість з обсягами веб-проекту ці дані зв'язку не мають;
- група проектних характеристик, які стосунки між замовником на виконавцем веб-проекту (H_{DCRel}) має додаткову вагу у випадку вибору пріоритету "Час, Обсяг" (TS) та "Обсяг, Бюджет" (SB), через те, що обсяги замовлення, часові вимоги та виділені на його виконання кошти пов'язані із наявністю та характером взаємодії, яка складається між учасниками проекту;
- група проектних характеристик, що описує специфіку організації клієнта (H_{COrg}) є суттєвою при виборі проектної стратегії "Обсяг, Бюджет" (SB), через те, що від цих показників залежить те, якого обсягу веб-проект здатен замовити замовник і яку суму коштів він здатен на нього виділити;

- група проектних характеристик, що описує вимоги до веб-проекту (H_{PReq}) отримує додаткову вагу при виборі пріоритетів стратегій "Час, Обсяг" (TS), та "Обсяг, Бюджет" (SB), оскільки при їх виборі суттєвим є вплив таких чинників як часові вимоги, бізнес-вимоги, функціональні та не функціональні вимоги.

Визначені у такий спосіб залежності між групами проектних характеристик разом із процедурою зміни їх ваги у безпосередньо процесі застосування суттєво збільшують можливості методу аналізу ієрархій з вироблення проектних рішень вибору стратегії управління веб-проектом, роблять сам гнучким і дають змогу врахувати всі особливості конкретного веб-проекту.

Попарні порівняння стратегій управління проектом

Після того, як здійснено попарні порівняння проектних характеристик та обчислено значення оцінок інтегральних проектних характеристик і значення оцінок груп, на основі яких обчислено значення оцінок часткових стратегій – Часу (T), Обсягу (S), Бюджету (B), можна провести оцінку пріоритетності стратегій для даних значень цих аспектів.

Попарне порівняння стратегій управління веб-проектом у залежності від значень аспектів стратегії здійснюється за принципом, аналогічним до принципу динамічного розставлення пріоритетів у групах проектних характеристик веб-проекту (табл. 3.9).

Значення відносної ваги стратегії управління проектом відносно решти стратегій із базового набору коригується на коефіцієнт зміни ваги стратегії $q_S(T, S, B, PrS)$, якщо ця стратегія є пріоритетною для даної комбінації значень оцінок часткових стратегій. Для спрощення обчислень та уможливлення якісного здійснення експертних оцінок відносної ваги стратегій управління проектом для кожної часткової стратегії формується шкала оцінок із двох значень: низького та високого.

Скоригована відносна вага стратегії управління веб-проектом:

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

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 часткової стратегії управління часом, S – значення оцінки часткової стратегії управління обсягом веб-проекту, B – значення оцінки часткової стратегії управління бюджетом веб-проекту, PrS – пріоритет стратегії, $q_{S_i}(T, S, B, PrS)$ – коефіцієнт зміни ваги стратегії управління веб-проектом 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}	$w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS) / w_{S_1}(T, S, B, PrS) \quad \dots \quad w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS) / w_{S_{NumStr}}(T, S, B, PrS)$	$v(S_{NumStr})$

$v(S_1), \dots, v(S_{NumStr})$ – власні вектори матриці попарних порівнянь стратегій управління веб-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 виконання процедури попарного порівняння стратегій та обчислення власних векторів матриці попарних порівнянь є обрання стратегії управління веб-проектом:

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

Num^{Str} – кількість стратегій, що визначені для проекту, $S_i(T, S, B, PrS)$ – i -та стратегія, $v(S_i(T, S, B, PrS))$ – ваговий коефіцієнт i -ї стратегії для значення часткових стратегій.

3.2.3. Алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності

Процес вибору стратегії управління проектом є багатокроковим та складається із наступних етапів (рис. 3.4).

1. Обчислення значень оцінок інтегральних проектних характеристик
 - a. Попарні порівняння базових проектних характеристик
 - b. Визначення вектора пріоритетів
 - c. Обчислення значення оцінки інтегральної проектної характеристики
 - d. Повторення для всіх інтегральних проектних характеристик
2. Обчислення значень оцінок груп проектних характеристик
 - a. Попарні порівняння базових та інтегральних проектних характеристик, що входять до групи
 - b. Обчислення значення вектора пріоритетів
 - c. Обчислення значення оцінки групи проектних характеристик
 - d. Повторення для всіх груп
3. Обчислення значень оцінок часткових стратегій
 - a. Попарне порівняння груп проектних характеристик без урахування пріоритету стратегії

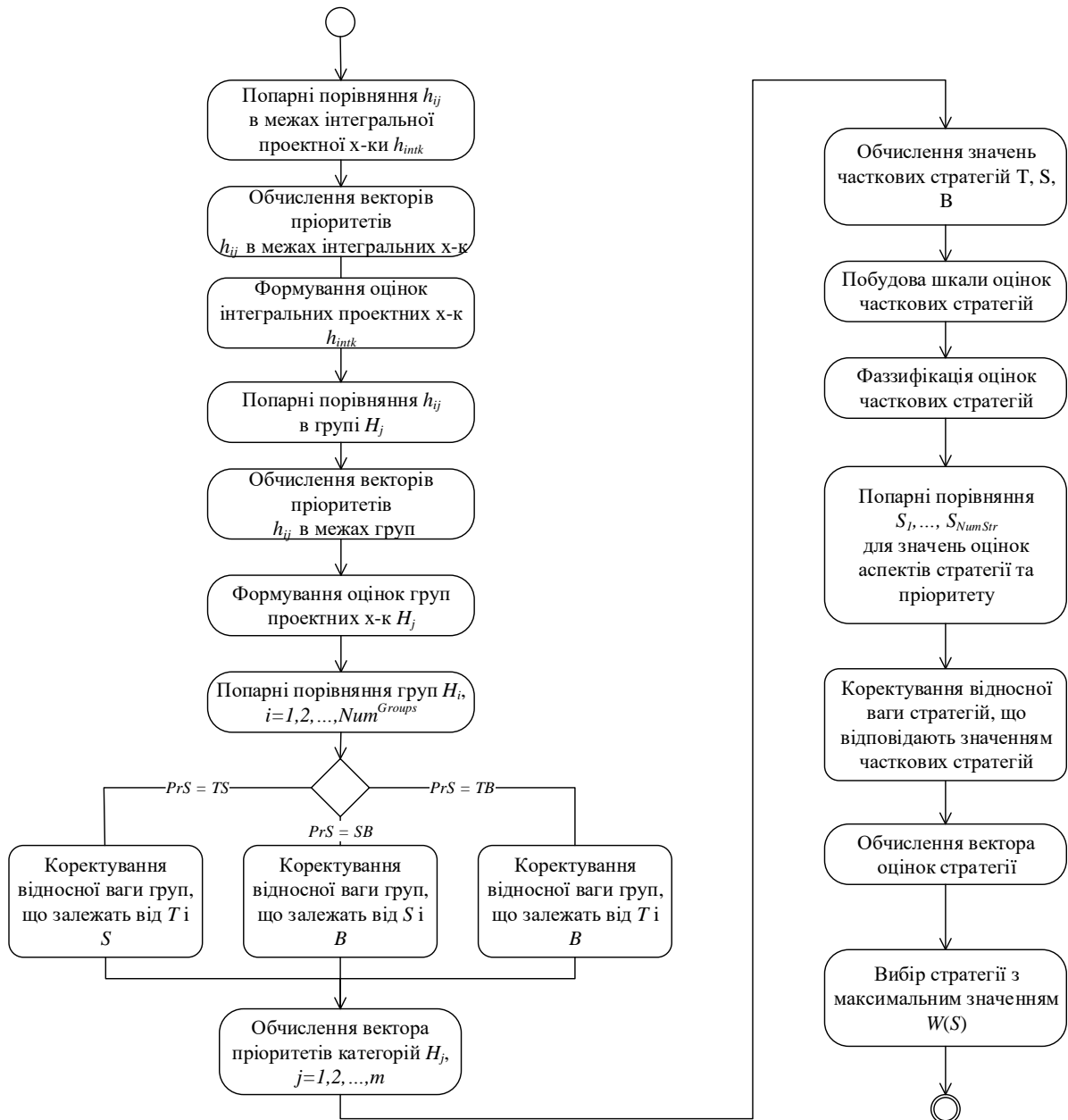


Рис. 3.4. Алгоритм вибору стратегії управління проектом

- b. Коректування відносної ваги груп із врахуванням пріоритету стратегії
- c. Обчислення значень вектора пріоритетів
- d. Обчислення значення оцінки часткової стратегії
4. Побудова шкали точних значень оцінок часткових стратегій
5. Фазифікація значень оцінок часткових стратегій

6. Вибір стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності при відповідних значеннях часткових стратегій та з урахуванням пріоритету стратегії
- Попарні порівняння стратегій управління проектом
 - Коректування відносної ваги стратегій з урахуванням значення часткових стратегій
 - Обчислення вектора пріоритетів
 - Вибір стратегії управління проектом як такої, яка має максимальне значення вектора пріоритетів.

Залежність стратегій управління веб-проектом від значень часткових стратегій (Часу, Обсягу та Бюджету) подано у табл. 3.10.

Таблиця 3.10.

Залежність стратегій управління веб-проектом від значень часткових стратегій

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

3.3. Висновки до розділу 3

У третьому розділі описано метод вибору стратегії управління проектом за умов невизначеності. На основі моделі управління веб-проектом визначено основні об'єкти, які впливають на процеси прийняття проектних рішень. Рішення з управління веб-проектом формуються як результат взаємодії низки активних та пасивних сутностей, кожна з яких визначає кінцевий результат.

Формування стратегії управління веб-проектом відбувається на основі попередньо визначених часткових стратегій управління часом, обсягом та бюджетом веб-проекту. Кожна з цих часткових стратегій має власну вагу і вплив на загальну стратегію та є визначальним чинником у її формуванні.

Для зменшення впливу людського чинника та зменшення проектних ризиків застосовано апарат шаблонів стратегії управління веб-проектами, що дало змогу значно спростити процес прийняття рішень з обрання відповідної стратегії та використовувати попередньо розроблені та оцінені варіанти таких рішень.

Для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності було обрано метод аналізу ієрархій, який дає змогу виробляти достатньо ефективні рішення без глибокої формалізації процесу та значень основних чинників. Метод вдосконалено шляхом введення процедури динамічної зміни відносної ваги груп проектних характеристик безпосередньо у процесі прийняття рішення з вибору стратегії управління веб-проектом.

На основі побудованої моделі управління веб-проектом та вдосконаленого методу аналізу ієрархій розроблено алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності. Даний алгоритм слугує основою для розробки програмної реалізації системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектами.

Розділ 4. Опис програмної реалізації

У четвертому розділі подано опис програмної реалізації системи підтримки прийняття рішень в управлінні веб-проектами.

Функціонування та будову СППР для вибору стратегії управління веб-проектом зображено за допомогою UML-діаграм: діаграми прецедентів, діаграми класів, діаграми діяльності, діаграми компонентів.

Програму описано за стандартом ГОСТ 19.402-78. Подано оцінку ефективності системи підтримки прийняття рішень та статистичні дані щодо ефективності її використання.

Основні положення розділу висвітлено автором у працях [10, 13, 15, 59, 60].

4.1. Проектування системи підтримки прийнятті рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

4.1.1. Розроблення вимог до системи підтримки прийнятті рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

Основним акторами у процесі вибору стратегії управління проектом виступає Виконавець проекту та Замовник проекту. Взаємодію із системою здійснює представник Виконавця – Менеджер проекту. З іншої сторони, особою яка взаємодіє є Представник замовника проекту.

Функцією СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності є надання Менеджерові проекту результатів щодо вибраної стратегії управління проектом, яку підібрано на основі введених ним та Представником замовника даних про проект. Взаємодія користувача із СППР відбувається на таких етапах: ввід даних, уточнення даних, прийняття рішення щодо вибору стратегії управління веб-проектом. (рис. 4.1)

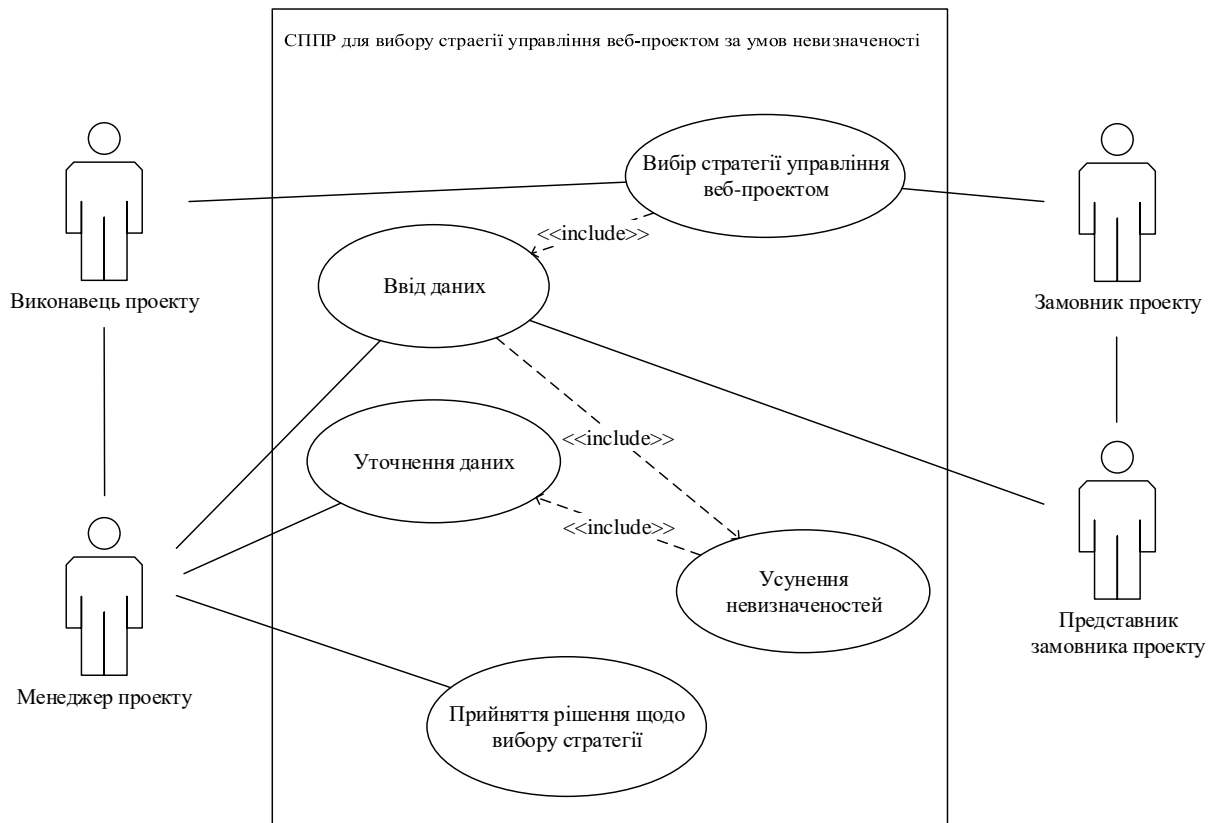


Рис. 4.1. Діаграма прецедентів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності

4.1.2. Визначення об'єктів і класів у процесах прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

Основними класами є Виконавець, Клієнт, Проект, Стратегія, Невизначеність, Проектна характеристика.

Клас «Виконавець» має атрибути «назваВиконавця» та «характеристикаВиконавця» і методи «уточненняІнформації» (вхідним параметром для якого є назва характеристики) і «відмоваВідПроекту».

Об'єкт класу «Клієнт» має атрибути «назваКлієнта» та «характеристикаКлієнта». Методом цього класу є «уточненняІнформації» по заданій проектній характеристиці. Об'єкти класу «Стратегія» мають наступну структуру: атрибути «назваСтратегії» та «пріоритетСтратегії», і метод

«вибрати», який на вході повинен отримати ідентифікатор проекту, набір проектних характеристик і пріоритет стратегії.

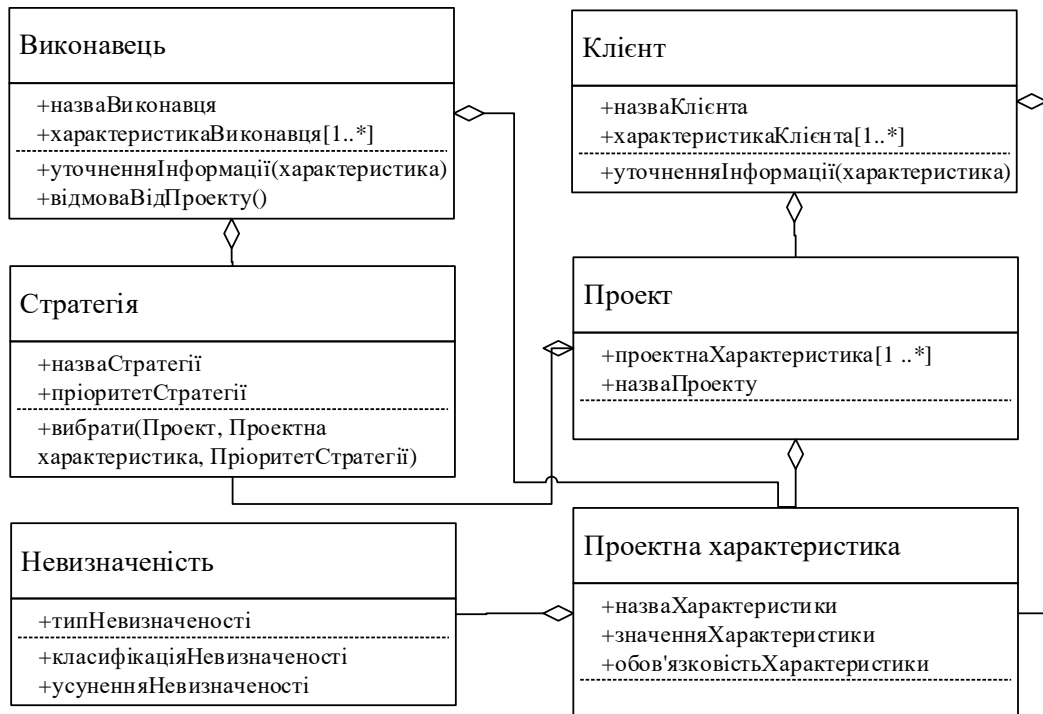


Рис. 4.2. Діаграма класів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності.

4.1.3. Розроблення структури системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

Компонентами системи є: Компонент вводу даних, Компонент опрацювання невизначеностей, Компонент усунення невизначеностей, Компонент вибору стратегії, Компонент виводу результатів. Компонент усунення невизначеностей, у свою чергу, містить такі підкомпоненти: Класифікація невизначеності, Зменшення рівня невизначеності. Зведення проектної характеристики до числа. Компонент вибору стратегії включає в себе Компонент обчислення значень інтегральних проектних характеристик,

Компонент обчислення значень груп проектних характеристик, Компонент попарного порівняння стратегій, Компонент вибору стратегії.

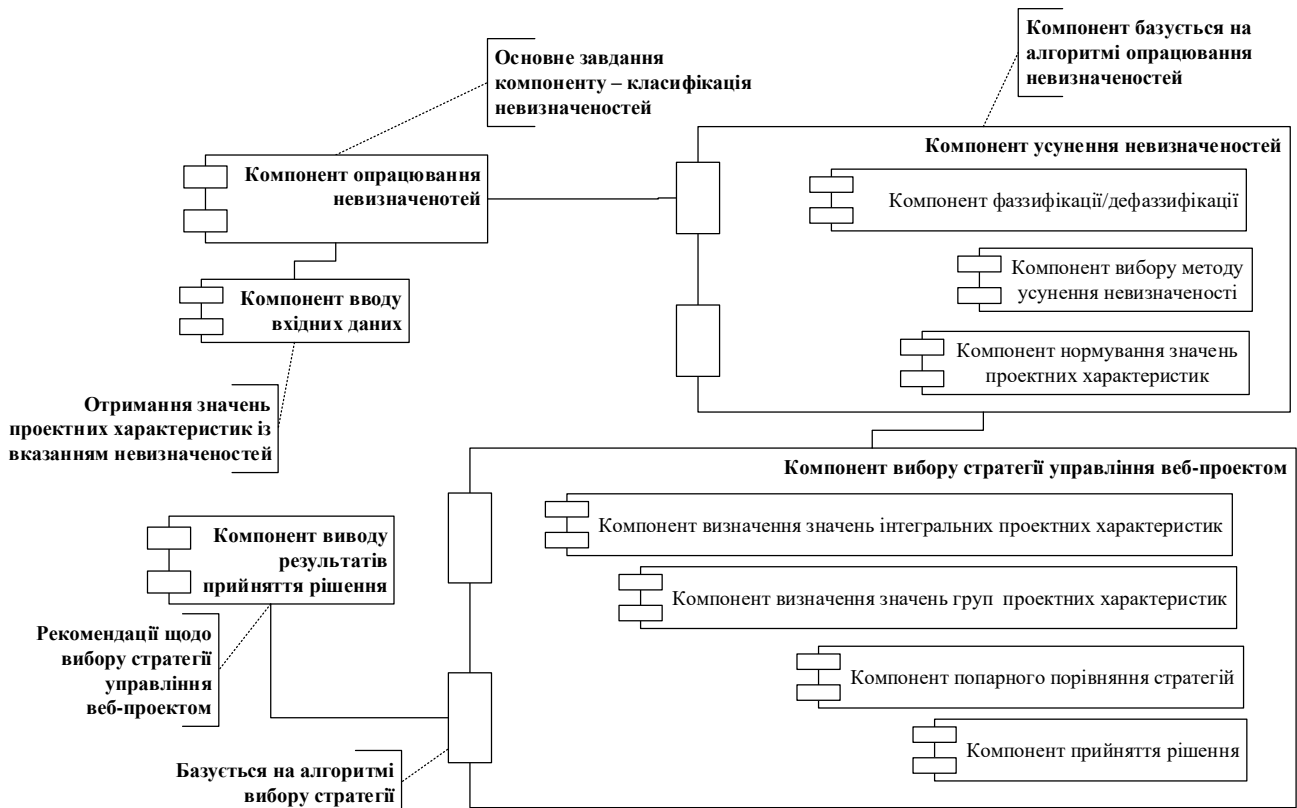


Рис. 4.3. Діаграма компонентів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності

4.1.4. Опис функціонування системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

У процесі використання СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності фігурують три сторони: Клієнт, Виконавець та Система.

Клієнт ініціює проект, виконує підготовку необхідних даних та здійснює їх передачу Виконавцеві. Виконавець опрацьовує дані від Клієнта та вводить їх у СППР. СППР виконує обробку даних та перевіряє наявність критично необхідних для прийняття рішення проектних характеристик. У випадку, якщо

такі дані відсутні, Виконавець отримує повідомлення про необхідність уточнити дані. У випадку, якщо усі критично необхідні характеристики є доступні, СППР здійснює опрацювання невизначеностей, подальший вибір стратегії управління веб-проектом та вивід результатів. Виконавець здійснює аналіз результатів, отриманих від СППР, та планування роботи над проектом.

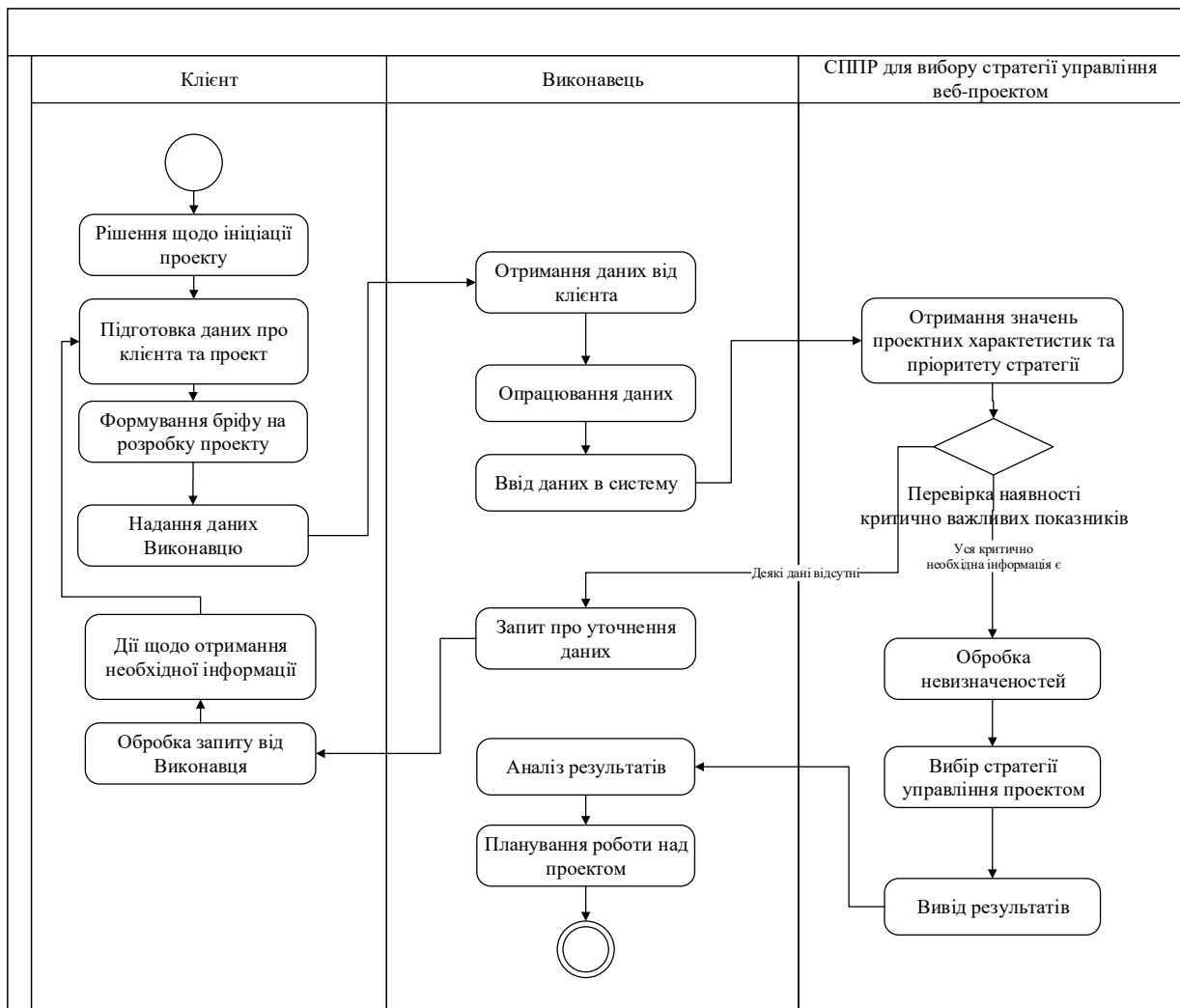


Рис. 4.4. Діаграма діяльності СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності

4.2. Опис програмного комплексу системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

Програмний комплект призначено для розв'язання задач підтримки прийняття рішень з управління веб-проектами на основі проектних характеристик із можливими неповними або неточними значеннями.

1. Загальні відомості про програмний комплекс:

- a. Позначення та найменування програми;
WPS – програмний комплекс підтримки прийняття рішень,
app.js – основний компонент
CharSingleView – компонент опрацювання даних однієї
проектної характеристики
CharListView – компонент опрацювання значень набору
проектних характеристик та вибору стратегії управління веб-
проектом
- b. Програмне забезпечення, необхідне для функціонування програми;
Для функціонування СППР необхідний веб-браузер Firefox,
Chrome або Safari, оновлений до останньої версії.
- c. Мови програмування, на яких написана програма.
Програмний комплекс розроблено на мові програмування
JavaScript з використанням бібліотек jQuery, Backbone.js,
Underscore.js, Require.js.

2. Функціональне призначення

СППР призначена для вибору стратегії управління веб-проектом із використанням проектних характеристик веб-проекту, які містять інформацію про: фінансові дані клієнта; дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту; фінансові дані проекту;

характеристику стосунків між виконавцем та замовником проекту; специфіку організації клієнта, вимоги до проекту.

3. Опис логічної структури

Програма складається з набору компонентів, написаних на мові JavaScript і бібліотек jQuery, Backbone.js, Underscore.js, Require.js. До складу програмного комплексу входять компоненти:

- a. app.js – основний компонент програми, який ініціалізує відображення сторінки та завантаження даних.
- b. CharSingleView – компонент опрацювання та усунення невизначеностей у проектних характеристиках.
- c. CharListView – компонент, що здійснює попарні порівняння проектних характеристик, їх груп та стратегій управління проектом, та виводить інформацію про результати.

4. Технічні засоби, що використовуються

У роботі СППР використовується клієнтський пристрій. У якості клієнтського пристрою може бути використано:

- персональний комп'ютер архітектури x86,
- персональний комп'ютер архітектури Mac,
- мобільний пристрій доступу до Інтернет

5. Виклик та завантаження

СППР працює як веб-сервіс та є доступна в мережі Інтернет за допомогою веб-браузера Chrome, Firefox, Internet Explorer, Safari

6. Вхідні дані

- a. вводяться в діалоговому режимі користувачем СППР через веб-інтерфейс
- b. отримуються із зовнішнього файлу data.js, який зберігається на веб-сервері.

7. Вихідні дані

- a. вихідними даними є результати розв'язання задачі вибору стратегії управління веб-проектом у вигляді рекомендацій для керівника веб-проекту;
- b. дані відображаються на сторінці у веб-браузері з можливим подальшим збереженням.

4.3. Аналіз та оцінка ефективності системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

4.3.1. Верифікація та валідація системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

Верифікацію та валідацію розробленої системи підтримки прийняття рішень було проведено згідно з принципами, запропонованими у [77].

До розробленої системи підтримки прийняття рішень було поставлено наступні вимоги та завдання.

1. Врахувати специфіку веб-проектів.
2. Знизити вплив людського фактору на процес прийняття проектних рішень та зменшити часові затрати на передпроектні роботи.
3. Врахувати фактор невизначеності при прийнятті проектних рішень та опрацювати невизначеності у характеристиках веб-проекту.
4. Прийняти рішення щодо вибору стратегії управління веб-проектом на основі опрацьованих проектних характеристик.
5. Врахувати наявність пріоритету стратегії при прийнятті рішення.

У результаті розроблення програмного забезпечення вищезазначені завдання було реалізовано наступним чином.

1. Враховано специфіку веб-проектів.
2. Знижено вплив людського фактору на процес прийняття проектних рішень та зменшено часові затрати на передпроектні роботи за рахунок автоматизації процесу прийняття рішення.

3. Враховано фактор невизначеності за рахунок розроблення компонентів для обробки та усунення невизначеностей у проектних характеристиках.
4. Забезпечення процесу прийняття рішення щодо вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності на основі даних, що надійшли від користувача.
5. Враховано наявність пріоритету стратегії, який користувач має можливість вказати, та на який робиться поправка при попарних порівняннях, обчисленні вагових коефіцієнтів та виборі стратегії.

Таблиця 4.1.

Порівняльна характеристика існуючих систем управління проектами та розробленої у даній роботі СППР

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

4.3.2. Оцінка ефективності системи підтримки прийняття рішень з управління веб-проектом за умов невизначеності

Ефект від застосування комплексу програм для прийняття рішень з управління веб-проектом – зменшення трудоємності виконання веб-проекту, що дає змогу ефективного використання коштів.

Ефект досягається шляхом наступних кроків:

- Зменшення обсягів передпроектних робіт:
 - Аналіз бізнес-процесів в організації клієнта
 - Формування вимог до проекту
 - Уточнення вимог до проекту та функціональності
- Підвищення якості прийняття проектних рішень шляхом зменшення кількості помилкових рішень і затрат на їх усунення
- Підвищення продуктивності проектних робіт
- Скорочення загального обсягу проектних робіт через зменшення кількості помилкових рішень і скорочення обсягу організаційних робіт

Таблиця 4.2.

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

4.4. Висновки до розділу 4

Система вибору оптимальної стратегії управління комерційним веб-проектом (СВС) за умов неповноти та неточності проектних характеристик має широкі перспективи втілення у якості компонента CRM-системи. Дані у СВС можуть бути введені як менеджером проекту, так і безпосередньо клієнтами через доступний їм користувацький інтерфейс системи.

У разі інтеграції СВС у CRM-систему вона має широкі перспективи для розширення функціональності та інтеграції з іншими компонентами, які можуть використовувати уточнені значення проектних характеристик для прийняття інших рішень окрім вибору стратегії управління проектом.

Інформація, яку система отримує про клієнта та про проект, може бути використана для таких дій, як, наприклад, аналіз ефективності співпраці з тим чи іншим клієнтом, аналіз лояльності клієнтів, доходу, отриманого від них, ресурсів, що витрачаються на кожного із клієнтів тощо, та на основі цих даних дозволить більш ефективно вибудовувати стратегію роботи із усіма клієнтами виконавця.

Висновки

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-технічне завдання – розроблення математичного та програмного забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності шляхом розроблення переліку та класифікації проектних характеристик веб-проектів, методу опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках, методу вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності на основі аналізу ієрархій. Це, у підсумку, дало змогу забезпечити управління веб-проектом із врахуванням його особливостей, впливу людського чинника та можливих невизначеностей у проектних характеристиках.

У роботі отримано такі основні наукові та практичні результати:

1. На основі проведеного аналізу та оцінювання особливостей та основних методів і засобів управління веб-проектами визначено низку характерних рис веб-проектів, які дають змогу виділити їх у специфічну категорію ІТ-проектів. Сучасні методи та засоби управління проектами не враховують цих особливостей, що вимагає розроблення спеціальних підходів до управління веб-проектами.
2. На основі вивчення теорії та практики управління веб-проектами визначено та обґрунтовано набір основних чинників, що впливають на вибір стратегії та прийняття проектних рішень. Такими чинниками є як об'єктивні, так і суб'єктивні показники веб-проекту та його оточення. Значний вплив людського фактору та особливості веб-проекту спричиняють появу невизначеностей у наборі таких характеристик.
3. Розроблено метод опрацювання та усунення невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів, що ґрунтується на застосуванні нечіткої логіки та нормування значень за допомогою біполярних шкал. Використання такого підходу дало змогу замінити неповні, неточні, недостовірні значення проектних характеристик веб-проекту точними

числовими значеннями, і, при цьому, зберегти процедуру та якість прийнятих проектних рішень

4. Розроблено метод вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності, який побудовано на основі методу аналізу ієрархій з використанням шаблонів стратегій. Цей метод у поєднанні з методом усунення невизначеностей забезпечує ефективне прийняття рішень за умови багатокритерійності, неповної формалізації та невизначеності у вхідних даних.
5. Удосконалено процедуру визначення пріоритетів у методі аналізу ієрархій шляхом динамічного визначення вагових коефіцієнтів чинників прийняття рішень, що уможливило узгодження вибору стратегії управління проектом із зміною проектних характеристик. Це дало можливість повною мірою врахувати динамічність та непостійність основних характеристик веб-проектів.
6. Розроблено алгоритм опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках, який дає змогу заміни неповних та неточних значень їх точними аналогами. Цей алгоритм покладено в основу програмних засобів, які забезпечують підтримку прийняття рішень з управління веб-проектами за умов невизначеності у наборі проектних характеристик.
7. Розроблено та впроваджено програмні засоби підтримки прийняття рішень з вибору стратегії управління веб-проектом, які зменшують часові затрати в середньому на 10 – 12% та підвищують якість проектних рішень за умов невизначеності проектних характеристик. Ці засоби можна використовувати як самостійний інструментарій або у формі компонентів, що розширюють функціональні можливості відомих програмних засобів управління веб-проектами.

Достовірність отриманих результатів підтверджено теоретичним обґрунтуванням, експериментальними дослідженнями та практичним застосуванням у ході виконання реальних веб-проектів

Література

1. Алексеев В. І. Ефективні підходи до структурування веб-контенту ієрархічним методом / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева // Моделювання та інформаційні технології. – Київ : ПІМЕ НАН України, 2011. – Вип. 61. – С. 215 – 222.
2. Алексеев В. І. Вироблення підходів до визначення загальної структури веб-сайтів / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» : Інформаційні системи та мережі. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – № 783. – С. 397 – 405.
3. Алексеев В. І. Оцінка потенційної успішності веб-проекту на етапі неформальної постановки завдання / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева // 10-та Відкрита наукова конференція ІМФН: Збірник матеріалів та програма конференції [«PSC-IMFS-10»], (Львів, 17–18 травня 2012 року) // Національний університет «Львівська політехніка». – Львів : Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2012. – С. І11 – І12.
4. Алексеев В. І. Роль контентної стратегії в управлінні веб-проектом. / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева, А. Ю. Берко // 11-та Відкрита наукова конференція ІМФН: Збірник матеріалів та програма конференції [«PSC IMFS 11»], (Львів, 13–14 червня 2013 р.). – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2013. – С. 172 – 173.
5. Алексеев В. І. Про тежове структурування веб-контенту / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева // Інформатика, Математика, Автоматика (ІМА-2012): Матеріали та програма науково-технічної конференції (Суми, 16–21 квітня 2012 року). – Суми : СумДУ, 2012. – С. 46.
6. Алексеев В. І. Трансформація ієрархічної структури веб-контенту до мережевої / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева // Інформатика, Математика, Автоматика (ІМА-2013): Матеріали та програма науково-технічної конференції (Суми, 22-27 квітня 2013 року). – Суми : СумДУ, 2013. – С. 43.
7. Алексеева К. А. Управління Web-ресурсами за умов невизначеності / К. А. Алексеева, А. Ю. Берко, В. А. Висоцька // Технологічний аудит та

- резерви виробництва : Науковий журнал. – Т. 2. – № 2(22) : Інформаційні технології. – Харків : Технологічний центр, 2015. – С. 4 – 7.
8. Алексеева К. А. Технологія управління комерційним веб-ресурсом на основі нечіткої логіки / К. А. Алексеева, А. Ю. Берко, В. А. Висоцька // *Радіоелектроніка, інформатика, управління : Науковий журнал.* – Запоріжжя, 2015. – № 3. – С. 71 – 79.
 9. Алексеева К. А. Застосування неповних і неточних даних в управлінні комерційними web-проектами / К. А. Алексеева, А. М. Пелешишин // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» : Інформаційні системи та мережі.* – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – № 805. – С. 345 – 353.
 10. Алексеева К. А. Методи підвищення ефективності управління комерційними веб-проектами за умов невизначеності / К. А. Алексеева // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» : Інформаційні системи та мережі.* – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. – № 814. – С. 353 – 363.
 11. Алексеева К. А. Класифікація замовників веб-проектів / К. А. Алексеева // *Інформація, комунікація суспільство: Матеріали I міжнародної наукової конференції ICS-2012 (Львів, 25–28 квітня 2012 року).* – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – С. 74 – 75.
 12. Алексеева К. А. Клієнтоорієнтований підхід до управління веб-проектами / К. А. Алексеева // *Інформація, комунікація суспільство 2013: Матеріали II міжнародної наукової конференції ICS-2013 (Львів - Славське, 15–18 травня 2013 року).* – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2013. – С. 98 – 99.
 13. Алексеева К. А. Метод формування базового набору стратегій управління веб-проектом / К. А. Алексеева // *Інформація, комунікація, суспільство 2015 : Матеріали 4-ї Міжнародної наукової конференції ICS-2015.* – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – С. 60 – 61.
 14. Алексеева К. А. Застосування методу аналізу ієрархій для формування стратегії управління веб-проектом / К. А. Алексеева // *Проблеми інформатики*

- та комп'ютерної техніки: Праці конференції. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2015. – С. 117 – 118.
15. Алексеева К. А. Засоби прийняття рішень в управлінні освітніми веб-проектами / К. А. Алексеева, В. І. Алексеев // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: Матеріали 6-ї науково-практичної конференції. м. Львів, 18-20 листопада 2014 року. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – С. 155 – 158.
 16. Архипенков С. Лекции по управлению программными проектами [Електронний ресурс] / Архипенков С. – 2009. – Режим доступу: http://www.arkhipenkov.ru/resources/sw_project_management.pdf.
 17. Багашова Н. В. Світові та вітчизняні тенденції розвитку управління проектами / Н. В. Багашова // Ефективна економіка: Електронне наукове фахове видання. – №6. – 2015.
 18. Берко (Алексеева) К. А. Система управління контентом web-сайтів на основі ієрархічної моделі / К. А. Берко (Алексеева) // Матеріали Третьої Міжнародної конференції "Комп'ютерні науки та інформаційні технології" CSIT'2008 (Львів, 25–27 вересня 2008 року). – Львів, 2008. – С. 363 – 365.
 19. Берко А. Ю. Опрацювання неоднорідних даних в інформаційних ресурсах WEB-систем / А. Ю. Берко, К. А. Алексеева // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Інформаційні системи та мережі. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2015. – № 814. – С. 23 – 32.
 20. Берко А. Ю. Моделювання семантики неоднорідних інформаційних ресурсів на основі метаданих / А. Ю. Берко, К. А. Алексеева // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: ХНТУ, 2012. – С. 33 – 35.
 21. Берко А. Ю. Гетерогенна модель процесів структурування інформаційних ресурсів web-систем / А. Ю. Берко, К. А. Алексеева // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Херсон: ХНТУ, 2013. – С. 69 – 71.
 22. Берко А. Ю. Методи інтеграції різнорідних інформаційних ресурсів web-систем / А. Ю. Берко, К. А. Алексеева // Системний аналіз та інформаційні

- технології: матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ, 27-31 мая 2013 р. / ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”. – К. : ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2013. – С. 394 – 395.
23. Берко А. Ю. Оцінювання якості інформаційних ресурсів у web-проектах / А. Ю. Берко, К. А. Алексєєва // Актуальні проблеми економіки. Науковий економічний журнал. – № 10(136). – К., 2012. – С. 226 – 234.
 24. Берко А.Ю. Семантична інтеграція неповних та неточних даних / А. Берко, В.Висоцька // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць ХУПВ ім. І. Кожедуба.– 2009.– Вип. 7 (79).– С. 93–98.
 25. Бир С. Т. Кибернетика и менеджмент: Перевод с англ. Изд. 2-е. – М: КомКнига, 2006. – 280 с.
 26. Бушуев С.Д. Развитие систем знаний и технологий управления проектами / С.Д. Бушуев // Управление проектами и программами. – №2. – 2005. – С.31 – 43.
 27. Бушуев С. Д. Управление проектами. Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0) / С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева. – Киев: ІРІДІУМ, 2006. – 208 с.
 28. Бушуев С. Д. Роль генетического инварианта активных систем в управлении проектами с высокой неопределенностью / С. Д. Бушуев, В. Н. Бурков, С. И. Неизвестный // Управление проектами и программами. – 2014. – № 2 (38). – С.130 – 144.
 29. Вирайн Л. Эмоции и управление проектами / Вирайн Лев, Трампер Майкл, Вирайн Евгения // Управление проектами и программами. – 2016. – №1. – С.20 – 27.
 30. Голота Я. Я. Логико-антонимический подход к формированию оценок / Я. Я. Голота // Измерительная техника. – 1992. – № 6. – С. 6 – 8
 31. Голота Я. Я. О формализации логики неполных знаний (логики антонимов) / Я.Я. Голота // Логика и развитие научного знания: Межвуз. сб. под ред. И.Н. Бродского, Я.А. Слинина. – СПб.: изд. С.-Петербургского универ., 1992. – С. 92 – 112.

32. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных / Дейт К. Дж.– 8-е изд. ; [пер. с англ.]– М. : Издательский дом „Вильямс”, 2005.– 1328 с.
33. Заде Л. А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных/интеллектуальных систем; [пер. с англ.] / Лотфи Заде // Новости Искусственного Интеллекта. РАИИ. – 2001. – №2 – 3. – С. 7 – 11.
34. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений (пер. с англ.) / Лотфи Заде. – М.: Мир, 1976.– 165 с.
35. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению: ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 2001. – 12 с.
36. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных / Михаил Когаловский.– М: Финансы и статистика, 2002.– 800 с.
37. Константин Л. Человеческий фактор в программировании: Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2004. – 384с.
38. Кунец О. Оценка эффективности IT-проектов [Электронный ресурс] / О. Кунец // Дискуссионный клуб: Электронный ресурс.– 2014 .– Режим доступа: <http://dssclub.com.ua/categories/economics/2014-03-19-09-57-47.html>.
39. Ландэ Д.В. Основы интеграции информационных потоков: Монография. / Дмитрий Ландэ. – Киев: Инжиниринг, 2006. – 240 с.
40. Липаев В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты. Монография. / Липаев В.В. – М: СИНТЕГ, 2001. – 228 с.
41. Липаев В.В. Обеспечение качества программных средств. Методы и стандарты. / Липаев В.В. – М: СИНТЕГ, 2001. – 380с.
42. Листер Т. Человеческий фактор. Успешные проекты и команды / Листер Т., Демарко Т. – СПб.: Символ-Плюс, 2005.
43. Мендельсон Э. Введение в математическую логику / Эллиот Мендельсон. – 3-е изд. ; (пер. с англ.). – М.: Наука, 1984. – 320 с.
44. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М.Месарович, Я.Такахара. – М: Мир, 1978.

45. Подмаркова И.П. Методика определения индекса комфортности интERTипных отношений в группе [Электронный ресурс] / Подмаркова И.П. // Соционика и другие типологии: – 2010. – Режим доступа: <http://www.socionic.ru/index.php/2010-10-02-22-36-21/847-podmarkovaipmetodikaopredeleniyaindeksakomfortnostiintertipnyhotnosheniivgruppe>.
46. Поняття життєвого циклу проекту [Електронний ресурс] // Бібліотека економіста. Проектний аналіз. – 2000. – Режим доступу: <http://library.if.ua/book/134/9070.html>.
47. Попова М. Ошибки и риски ведомственных ИТ-проектов [Электронный ресурс] / Мария Попова; CNews Analytics // CNews: Интернет-портал. – 2004. – Режим доступа: <http://www.cnews.ru/reviews/free/gov/part1/risks.shtml>.
48. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Дмитрий Поспелов.– М.: Энергоатомиздат, 1981.
49. Поспелов Д. А. Логические методы анализа и синтеза схем / Дмитрий Поспелов.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Энергия, 1974.– 368 с.
50. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика / Дмитрий Поспелов. – М.: Наука. – Гл. ред. физ. –мат. Лит., 1986. –288 с.
51. Руководство к своду знаний по управлению проектами : Пятое издание / Project Management Institute. - Project Management Institute, 2013.
52. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Томас Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
53. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. / Саати Томас, Кернс Кевин. – М.: Радио и связь, 1991. – 224с.
54. Сервисы для совместной работы и управления проектами [Электронный ресурс] // Online Projects. – 2015. – Режим доступа: <http://www.onlineprojects.ru/tools/pm/>.
55. Советов Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев.– 3-е изд., перераб. и доп.–М. : Высшая школа, 2001.– 343 с.
56. Терелянский П.В. Реализация метода анализа иерархий для оценки конкурентоспособности компьютерных фирм [Электронный ресурс] / Терелянский П.В., Кременов С.И // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика.

- Экология. – 2008. – №2. – С.35 – 43. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-metoda-analiza-ierarhiy-dlya-otsenki-konkurentosposobnosti-kompyuternyh-firm>.
57. Управление интернет проектами [Электронный ресурс] / TeamBridge // TeamBridge: Блог. – 2013. – Режим доступа: <http://www.teambridge.ru/blog/common/upravlenie-web-internet-proektami.html>.
 58. Черч А. Введение в математическую логику / Алонзо Черч ; (пер. с англ.). – М. : Издательство иностранной литературы, 1960. – 485 с.
 59. Alekseyeva K. Method of choosing Web project management strategy with using of modified analytic hierarchy process / K. Alekseyeva // Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology. – Vol. 2, Is. 7. – 2015. – P. 1946 – 1953.
 60. Alekseyeva K. Development of the decision support system for choosing Web project management strategy under conditions of uncertainty / K. Alekseyeva // Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology. – Vol. 2, Is. 9. – 2015. – P. 2639 – 2643.
 61. Alekseyeva K. Pattern method of Web project management optimization / Kateryna Alekseyeva // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the international Conference TCSET'2014. – Lviv-Slavske, Ukraine, February 25 - March 1, 2014. – Lviv : Publishing House of Lviv Polytechnic, 2014. – P. 373 – 374.
 62. Aliksieieva K. Technology of commercial Web-resource processing / Kateryna Aliksieieva, Andriy Berko, Victoria Vysotska // Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції “Досвід розробки та застосування приладотехнологічних САПР в мікроелектроніці”: CADSM 2015. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – С. 340 – 344.
 63. Atkinson R. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management / Atkinson R., Crawford L., Ward S. // International journal of project management. – 2006. – Vol. 24, Is. 8. – pp. 687-698.
 64. Berkun S. Making Things Happen: Mastering Project Management / Scott Berkun. – O'Reilly, 2008.

65. Boehm B. Software Engineering Economics / Barry Boehm // IEEE Transactions on Software Engineering. – 1984. – Vol. SE-10, Is. 1. – P.4-21.
66. Boehm B.W. Software risk management: principles and practices // Software, IEEE. – 1991. – Vol. 8, Is. 1. – pp. 32 – 41.
67. Burger R. The 5 Biggest Project Management Trends for 2015 [Электронный ресурс] / Rachel Burger // Capterra Project Management Blog: Электронный ресурс. – 2014. – Режим доступа: <http://blog.capterra.com/biggest-project-management-trends-for-2015/>.
68. Cotgreave D. 7 Project Management Trends For 2015 That Have Already Happened [Электронный ресурс] / David Cotgreave // Business Computing World: Электронный ресурс. - 2015. – Режим доступа: <http://www.businesscomputingworld.co.uk/7-project-management-trends-for-2015-that-have-already-happened/>.
69. Chandrasekaran S. Parameter estimation in the presence of bounded data uncertainties / Chandrasekaran S., Golub G.H., Gu M., Sayed A.H. // SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications. – 1998. – Vol. 19, Is. 1. – pp. 235 – 252.
70. Date C. J. 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.
71. Date C. J. Database in Depth: Relational Theory for Practitioners. / Cristopher Date. – O’Reilly,CA, 2005.– 240 p.
72. Date C. J. Foundation for Future Database Systems: The Third Manifesto, 2nd edn. / C. Date , H. Darwen. – Harlow: Addison Wesley Longman, 2000. – 496 p.
73. Date C. J. Not is not ‘not’! (notes on three-valued logic and related matters) / Christopher Date // Relational Database Writings, 1994–1997.– Addison Wesley Longman, 1998.
74. Emond J. Pro web project management / Emond J., Steins C. – Apress, 2011.
75. Fuggetta A. A classification of CASE technology / A. Fuggetta // Computer. – 1993. – Is. 12. – pp. 25 – 38.

76. Gite V. Top 10 Open Source Web-Based Project Management Software [Электронный ресурс] / Gite V. // nixCraft. – 2009. – Режим доступа: <http://www.cyberciti.biz/tips/open-source-project-management-software.html>.
77. Grady J.O. System Validation and Verification / Jeffrey O. Grady. – CRC Press, 1997. – 352 p.
78. Haughey D. Introduction to Project Management [Электронный ресурс] / Duncan Haughey // Project Smart: – 2014. – Режим доступа: <http://www.projectsart.co.uk/introduction-to-project-management.php>.
79. Here's how KEEN Footwear used Basecamp to help build their flagship store in Portland. [Электронный ресурс] / Basecamp. - Режим доступа: <https://basecamp.com/tour>.
80. Horton C. 5 Digital Marketing Insights from a New Gartner Study [Электронный ресурс] / C. Horton // Social Media Today. – 2013. – Режим доступа: <http://www.socialmediatoday.com/content/5-digital-marketing-insights-new-gartner-study>.
81. Howell G. Uncertainty and project objectives / Howell G., Laufer A., Ballard G. // Project Appraisal. – 1993. – Vol. 8, Is. 1. – pp. 37-43.
82. IBM Rational Unified Process (RUP) [Электронный ресурс] // Rational Process Library.– Режим доступа: <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/>
83. IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications: IEEE Std 1233a-1998. – Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998. – 36 p.
84. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications: IEEE Std 830-1998. – Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998. – 37 p.
85. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology: IEEE STD 610.12-1990.– Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1990.– 82 p.
86. 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.
87. 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.

88. Information technology - XML Metadata Interchange (XMI): ISO/IEC 19503:2005.— International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2005.— 10 p.
89. Kerzner H.R. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling / H.R. Kerzner. – John Wiley & Sons, 2013.
90. 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.
91. Mohamed S. Modelling project investment decisions under uncertainty using possibility theory / Mohamed S., McCowan, A.K. // International Journal of Project Management. – 2001. – Vol. 19, Is. 4. – pp. 231 – 241.
92. Nitithamyong P. Web-based construction project management systems: how to make them successful? / Nitithamyong P., Skibniewski M.J. // Automation in construction. – 2004. – Vol. 13, Is. 4. – pp. 491-506.
93. Observing Data Quality Service Level Agreements: Inspection, Monitoring, and Tracking [Электронный ресурс] // White Paper submitted by DataFlux UK Ltd.— 2008.— Режим доступа: <http://whitepapers.theregister.co.uk/paper/view/709/wp047-observing-data-quality-service-level-agreements.pdf>.— 11 p.
94. Orton-Jones C. 7 global project management trends [Электронный ресурс] / Charles Orton-Jones // Raconteur. – 2015. – Режим доступа: <http://raconteur.net/business/seven-global-project-management-trends>.
95. Osgood C.E. The nature and measurement of meaning / C. E. Osgood // Psychological bulletin. – 1952. – Vol. 49, Is. 3. – P.197.
96. Osgood C.E. The measurement of meaning / Osgood C.E., Suci G.J., Tannenbaum P.H. – University of Illinois Press, 1964.
97. Patanakul P. What project strategy really is: The fundamental building block in strategic project management / Patanakul P., Shenhar A.J. // Project Management Journal. – 2012. – Vol. 43, Is. 1. – pp. 4 – 20.
98. Pich M.T. On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management / Pich M.T., Loch C.H., Meyer A.D. // Management science. – 2002. – Vol. 48, Is. 8. – pp. 1008 – 1023.

99. 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.
100. Raz T. Risk management, project success, and technological uncertainty / Raz T., Shenhar A.J., Dvir D. // R&D Management. – 2002. – Vol. 32, Is. 2. – pp. 101 – 109.
101. Roberts P. Guide to Project Management: Getting it right and achieving lasting benefit / P. Roberts. – John Wiley & Sons, 2013.
102. Rubinson C. Nulls, Three-Valued Logic, and Ambiguity in SQL: Critiquing Date's Critique. / Claude Rubinson // SIGMOD Record Vol. 36, No. 4, December 2007.– pp. 137 – 143.
103. Scalable Data Quality: A Seven Step Plan For Any Size Organization [Электронный ресурс] // Melissadata Inc. White Papers.– 2007.– Режим доступа: www.melissadata.com/dqt/whitepaper/scalable-data-quality-whitepaper.pdf.– 7 p.
104. Schmidt T. Strategic project management made simple: Practical tools for leaders and teams. / Terry Schmidt. – John Wiley & Sons, 2009. – 272 p.
105. Shenhar A.J. From theory to practice: Toward a typology of project-management styles // IEEE Transactions on Engineering Management. – 1998. – Vol. 45, Is. 1. – P.33-48.
106. Shuen A. Web 2.0: A Strategy Guide: Business thinking and strategies behind successful Web 2.0 implementations / Shuen A. – O'Reilly Media, Inc, 2008.
107. Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model : ISO/IEC 9126-1:2001. – International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2001. – 9 p.
108. The Dublin Core Metadata Element Set. Draft Standard: ANSI/NISO Z39.85-2007.– National Information Standard Organization, 2007. – 15 p.
109. Thomas J. Preparing project managers to deal with complexity / Thomas J., Mengel T. // Advanced project management education: International Journal of Project Management. – 2008. – Vol. 26, Is. 3. – P.304-315.
110. Top Project Management Software [Электронный ресурс] // Capterra. – 2015. – Режим доступа: <http://www.capterra.com/project-management-software/#infographic>.

111. Tripathi B. 8 Project Management Trends to Watch for in 2015 [Электронный ресурс] / Bhauvik Tripathi. – 2015. – Режим доступа: <http://www.synquis.com/blog/8-project-management-trends-to-watch-for-in-2015>.
112. Verzuh E. The fast forward MBA in project management / Eric Verzuh. – John Wiley & Sons, 2015. – 528 p.
113. Vidgen R. Developing Web information systems: From strategy to implementation / Richard Vidgen, David Avison, Bob Wood, Trevor Wood-Harper. – Butterworth-Heinemann, 2002. – 274 p.
114. Walker W.E. Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support / Walker W.E., Harremoës P., Rotmans J., van der Sluijs J.P., van Asselt M.B., Janssen P., Krayen von Krauss M.P. // Integrated assessment. – 2003. – Vol. 4, Is. 1. – P.5-17.
115. Ward S. Transforming project risk management into project uncertainty management / Ward S., Chapman C. // International Journal of Project Management. – 2003. – Vol. 21, Is. 2. – pp. 97-105.
116. Wiegers K. Software requirements / Karl E. Wiegers, Joy Beatty. – Pearson Education, 2013.
117. Zadeh L.A. Fuzzy sets / Lotphi Zadeh // Information and control. – 1965. – No. 8. – Vol.3. – p. 338–353.
118. Zhao T. Highway development decision-making under uncertainty: A real options approach / Zhao T., Sundararajan S.K., Tseng C.L. // Journal of infrastructure systems. – 2004. – Vol. 10, Is. 1. – pp.23-32.

Додатки

Додаток 1. Акти про використання результатів дисертаційної роботи



АКТ

**про використання результатів дисертаційної роботи
Алексеевої Катерини Андріївни,
представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних
наук, при виконанні науково-дослідної роботи кафедри соціальних
комунікацій та інформаційної діяльності Національного університету
«Львівська політехніка» за темою «Математичне та програмне
забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності»**

Начальник науково-дослідної частини к.т.н., доцент Жук Л. В. та члени комісії: завідувач відділу науково-організаційного супроводу наукових досліджень Лазько Г. В, заступник завідувача планово-фінансового відділу Чулой Т. М та завідувач кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності, д.т.н., професор Пелещин А. М. цим актом підтверджують, що результати дисертаційної роботи аспіранта кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності Алексеевої К.А. використано при виконанні науково-дослідної роботи кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності Національного університету «Львівська політехніка» у рамках зареєстрованої тематики «Аналіз та моделювання процесів соціальних комунікацій у Інтернеті як основи інформаційного суспільства», № державної реєстрації 0113U005285.

Зокрема, розроблено специфікацію проектних характеристик веб-проектів, яка відрізняється від загальноприйнятих можливістю використання неповних та неточних значень, що дало можливість визначити достатній набір чинників, які впливають на прийняття проектних рішень з управління веб-проектами; метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках, який відрізняється застосуванням нечіткої логіки з нормуванням значень, що дало можливість прийняття проектних

рішень за умов недостатніх чи неточних вхідних даних; метод вибору стратегії управління веб-проектом, який відрізняється можливістю використання неповних та неточних даних, що дало можливість формування проектних рішень за умов невизначеності.

Отримані автором результати використано для подальшого розвитку засобів аналізу та моделювання процесів соціальних комунікацій у мережі Інтернет.

Голова комісії:

Начальник
науково-дослідної частини
к.т.н., доцент



Л.В. Жук

Члени комісії:

завідувач кафедри СКІД,
д.т.н., професор



А.М. Пелещишин

завідувач відділу ОНДМ



Г.В. Лазько

заступник завідувача ПФВ

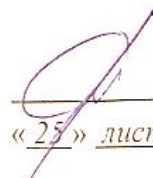


Т.М. Чулой



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту підприємництва
та перспективних технологій
Національного університету
«Львівська політехніка»

 доц. Хром'як Й.Я.
« 25 » листопада 2015 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційних досліджень
Алексеевої Катерини Андріївни
у навчальний процес

Комісія у складі: заступника директора з науково-педагогічної роботи, завідувача кафедри ІСТ, канд. фіз.мат. наук, доцента Волошина В. В., заступника завідувача кафедри ІСТ, канд. техн. наук. Машевської М. В., старшого викладача кафедри ІСТ Навитки М. Л. склала цей акт у тому, що результати дисертаційних досліджень Алексеевої К.А. на тему «Математичне та програмне забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності», а саме:


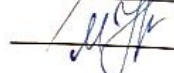
- специфікацію проектних характеристик веб-проектів, що передбачають можливість використання неповних та неточних значень;
- метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках із застосуваннями нечіткої логіки з нормуванням значень для прийняття проектних рішень за умов недостатніх чи неточних вхідних даних;
- метод вибору стратегії управління веб-проектом із можливістю використання неповних та неточних даних в умовах невизначеності

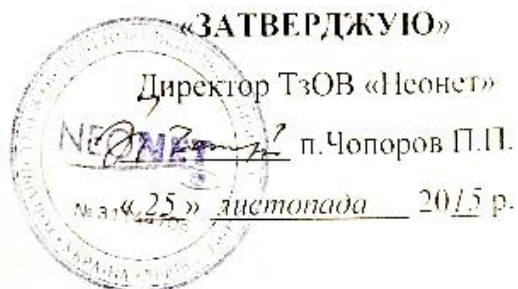
включені в програму навчальної дисципліни «Технології комп'ютерного проектування» (у теми «Структурне проектування ПЗ», «Інструментальні засоби проектування ІС»), яка читається кафедрою Інформаційних систем та технологій Інституту підприємництва та перспективних технологій Національного університету «Львівська політехніка» для студентів ОКР «бакалавр» базового напрямку 6.050101 «Комп'ютерні науки».

Голова
канд. фіз.мат. наук, доцент, зав. каф. ІСТ

 комісії:
Волошин В. В.

Члени
канд. техн. наук., ст.викладач каф. ІСТ
ст. викладач каф. ІСТ

 комісії:
Машевська М. В.
 Навитка М. Л.



АКТ

про впровадження результатів дисертаційних досліджень
 Алексєєвої Катерини Андріївни

Комісія у складі працівників ТзОВ «Неонет»:

- Чопоров П.П.
- Борцов С.М.
- Каланцян Н.С.

склала цей акт про впровадження результатів дисертаційних досліджень Алексєєвої К.А. на тему «Математичне та програмне забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності» у практичну діяльність цього підприємства.

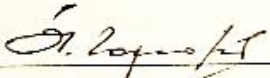
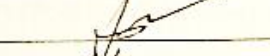
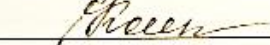
ТзОВ «Неонет» надає своїм клієнтам послуги доступу до мережі Інтернет, підтримки власних веб-сайтів та здійснює консультування з питань розробки, розміщення та підтримки веб-сайтів. Для ефективного налагодження взаємодії з клієнтами з питань проектування, розробки та розміщення веб-сайтів із результатів дисертаційного дослідження Алексєєвої К. А. було використано, зокрема, таке:

- специфікацію проектних характеристик веб-проектів, що передбачають можливість використання неповних та неточних значень;
- метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках із застосуваннями нечіткої логіки з нормуванням значень для прийняття проектних рішень за умов недостатніх чи неточних вхідних даних;
- метод вибору стратегії управління веб-проектом із можливістю використання неповних та неточних даних в умовах невизначеності;
- алгоритми та програмні засоби опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів та програмні засоби підтримки

прийняття проектних рішень з вибору стратегії управління веб-проектом за допомогою методу аналізу ієрархій із врахуванням невизначеностей.

Вказані результати дисертаційних досліджень були використані для створення практичних рекомендацій з підготовки до розробки та впровадження веб-проектів клієнтами компанії у власні бізнес-процеси.

Члени комісії:

	<u>Чопоров І.П.</u>
	<u>Борцов С.М.</u>
	<u>Каландяк Н.С.</u>

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ТОВ «ДК-Консалтинг»

Ревич С.М.
« 12 » листопада 2015 р.**АКТ**

про впровадження результатів дисертаційних досліджень
Алексєєвої Катерини Андріївни

Цей акт складено про те, що результати дисертаційних досліджень Алексєєвої К.А. на тему «Математичне та програмне забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності» впроваджено у практичну діяльність ТОВ «ДК-Консалтинг».

Компанія «ДК-Консалтинг» багато років провадить діяльність з консультування клієнтів компанії з питань організації бізнес-процесів та запровадження ІТ-технологій, зокрема, консультування у розробці веб-проектів. Зокрема було використано таке:

- специфікацію проектних характеристик веб-проектів, що передбачають можливість використання неповних та неточних значень;
- метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках із застосуваннями нечіткої логіки з нормуванням значень для прийняття проектних рішень за умов недостатніх чи неточних вхідних даних;
- метод вибору стратегії управління веб-проектом із можливістю використання неповних та неточних даних в умовах невизначеності;
- алгоритми та програмні засоби опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів та програмні засоби підтримки прийняття проектних рішень з вибору стратегії управління веб-проектом за допомогою методу аналізу ієрархій із врахуванням невизначеностей.

Вказані результати дисертаційних досліджень були використані для створення практичних рекомендацій з підготовки до розробки та впровадження веб-проектів клієнтами компанії у власні бізнес-процеси.

Директор ТОВ «ДК-Консалтинг»

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'S.M. Revich'.

Ревич С.М.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ТзОВ «На-Та Приват»

п. Утлова Т.В.

«27» листопада 2015 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційних досліджень
Алексєєвої Катерини Андріївни

Комісія у складі працівників ТзОВ «На-Та Приват»:

- Свістельник Ігор Володимирович
- Шовкун Олена Юрївна
- Шамий Сергій Володимирович

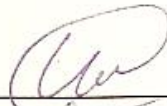
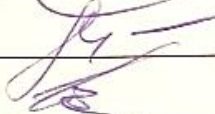

склала цей акт про впровадження результатів дисертаційних досліджень Алексєєвої К.А. на тему «Математичне та програмне забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності» у практичну діяльність цього підприємства.

ТзОВ «На-Та Приват» використовує у своїй роботі власний веб-сайт як інтернет-магазин та співпрацює у режимі онлайн із багатьма клієнтами. Для забезпечення ефективної організації процесів проектування, розробки та розміщення власного інтернет-магазину (свого веб-сайту) було, зокрема, використано такі результати дисертаційного дослідження Алексєєвої К. А.:

- специфікацію проектних характеристик веб-проектів, що передбачають можливість використання неповних та неточних значень;
- метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках із застосуваннями нечіткої логіки з нормуванням значень для прийняття проектних рішень за умов недостатніх чи неточних вхідних даних;
- метод вибору стратегії управління веб-проектом із можливістю використання неповних та неточних даних в умовах невизначеності;
- алгоритми та програмні засоби опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів та програмні засоби підтримки прийняття проектних рішень з вибору стратегії управління веб-проектом за допомогою методу аналізу ієрархій із врахуванням невизначеностей.

Вказані результати дисертаційних досліджень були використані для налагодження взаємодії із розробниками веб-сайтів та оцінці власної готовності до створення і підтримки власного веб-сайту та інтернет-магазину.

Члени комісії:

	<u>Свистульський І.В.</u>
	<u>Швабська О.Ю.</u>
	<u>Шолин С.В.</u>

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Генеральний директор

ПрАТ «Промбудприлад»

п.Олійник О.Ф.

«20» листопада 2015 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційних досліджень
Алексєєвої Катерини Андріївни

Комісія у складі працівників ПрАТ «Промбудприлад»:

- Олійник Олександр Федорович
- Пучніна Марія Миколаївна
- Якубус Ярослава Степанівна



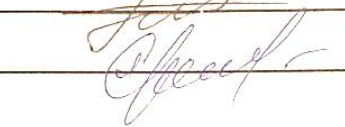
склала цей акт про впровадження результатів дисертаційних досліджень Алексєєвої К.А. на тему «Математичне та програмне забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності» у практичну діяльність цього підприємства.

ПрАТ «Промбудприлад» тривалий час використовує у своїй роботі власний веб-сайт та надає можливість своїм клієнтам і партнерам розміщувати інформацію про себе та свою діяльність на сторінках цього веб-сайту. Для досягнення ефективної співпраці у цій сфері зокрема було використано таке:

- специфікацію проектних характеристик веб-проектів, що передбачають можливість використання неповних та неточних значень;
- метод опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках із застосуваннями нечіткої логіки з нормуванням значень для прийняття проектних рішень за умов недостатніх чи неточних вхідних даних;
- метод вибору стратегії управління веб-проектом із можливістю використання неповних та неточних даних в умовах невизначеності;
- алгоритми та програмні засоби опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів та програмні засоби підтримки прийняття проектних рішень з вибору стратегії управління веб-проектом за допомогою методу аналізу ієрархій із врахуванням невизначеностей.

Вказані результати дисертаційних досліджень були використані для визначення змісту та форми подачі інформації на сторінках власного веб-сайту у процесі роботи з клієнтами, у тому числі й для визначення можливості досягнення необхідних результатів для клієнтів і партнерів ПрАТ «Промбудприлад» засобами власного веб-сайту зі збереженням цілісності його структури і наповнення.

Члени комісії:

	<u>Олійник О.Ф.</u>
	<u>Пучніна М.М.</u>
	<u>Якубус Я.С.</u>

Додаток 2. Таблиці попарних порівнянь проектних характеристик у групах

Таблиця 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 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
$h_{CPers_cGender}$	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

$$\lambda_{\max} = 7.025437; IC = .205087400; OC = 0.1653930645$$

Таблиця 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 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

$$\lambda_{\max} = 4.423115585; IC = 0.141038529; OS = 0.1567094767$$

Таблиця 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

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

Таблиця 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

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

Додаток 3. Програмний код основних компонентів СШР на мові JavaScript

Файл app.js

```
define([
  'jquery',
  'underscore',
  'backbone',
  'models/char',
  'collections/chars',
  'views/char/single',
  'views/char/list',
  'data'
], function($, _, Backbone, Char, Chars, CharSingleView, CharListView, data){
  'use strict';
  var initialize = function() {
    var refresh = 0;
    var char = new Char();
    var chars = new Chars();
    chars.fetch();
    if (refresh) {
      $('#refresh').text('EXTERNAL DATA MODE');
      //cleaning LocalStorage
      _.chain(chars.models).clone().each(function(model){
        // console.log('deleting model ' + model.id);
        model.destroy();
      });
      //filling the collection from the file
      _.each(data.data, function (item) {
        chars.create(item);
      });
    } else {
      $('#refresh').text('LOCALSTORAGE MODE');
    }
    var charListview = new CharListView({collection: chars});
  };
  return {
    initialize: initialize
  };
});
```

Файл views/char/single.js (фрагмент, що містить основні компоненти)

```
define([
  'jquery',
  'underscore',
  'backbone',
  'backboneLocalStorage',
  'models/char',
  'collections/chars'
], function($, _, Backbone, localStorage, Char, Chars) {
  var CharSingleView = Backbone.View.extend({
    ...
    render : function() {
      // console.log('render single view');
      this.$el.addClass(this.model.get('group'));
    }
  });
```

```

        if((this.model.get('value') < 0 ) || (this.model.get('value') > 1)) {
            if (!this.$el.hasClass('missing')) {
                this.$el.addClass('missing');
                this.$('input.missing-radio.r-m').attr('checked', 'checked');
            }
        }
        if (this.model.get('required')) {
            this.$el.addClass('required');
        } else {
            this.$el.removeClass('required');
        }
        this.$el.html(this.template(this.model.toJSON()));
        return this;
    },
    updModel : function (e) {
        var val = parseFloat($(e.target).val()),
            missing = val < 0 ? true : false,
            acc = (e.target.tagName === 'SELECT') ? false : true;
        this.model.saveData({
            missing: missing,
            value: val,
            acc: acc
        });
        this.trigger('saveData');
    },
    toggleInput : function () {
        var accurate = this.$('input.inacc').prop('checked'),
            $input = this.$('input[type=text].accurate-value'),
            $select = this.$('select.inaccurate-value');
        // if input is already disabled
        if (accurate) {
            //enable input, disable select
            $input.prop('disabled', false);
            $select.prop('disabled', true);
        } else {
            // disable input, enable select
            $input.prop('disabled', true);
            $select.prop('disabled', false);
        }
    },
    toggleMode : function () {
        if (this.$('input.missing-radio:checked').hasClass('r-m')) {
            this.$el.addClass('missing');
        } else {
            this.$el.removeClass('missing');
        }
    },
    ...

    switchToInput : function (e) {
        e.preventDefault();
        this.$el.removeClass('missing');
        this.$('input.missing-radio.r-a').prop('checked', true);
        this.$('input.inacc').prop('checked', true);
    }
});
return CharSingleView;
});

```

Файл views/char/list.js (фрагмент, що містить основні компоненти)

```

define([
  'jquery',
  'underscore',
  'backbone',
  'backboneLocalStorage',
  'models/char',
  'collections/chars',
  'views/char/single',
  'data'
], function($, _, Backbone, localStorage, Char, Chars, CharSingleView, data) {

...

  /*-----
    Calculating weights of intchar|group
  -----*/
  calculateWeights : function (item) {
    var rowWeight = 0,
        sum = 0,
        size = _.size(item.comparison),
        rowMlt;
    _.each(item.comparison, function (row) {
      rowMlt = 1;
      _.each(row.compare, function (col) {
        rowMlt *= col;
      });
      rowWeight = Math.pow(rowMlt, 1 / size);
      sum += rowWeight;
      row.weight = rowWeight;
    });
    // normalizing values
    _.each(item.comparison, function (item) {
      item.normWeight = item.weight / sum;
    });
    return item;
  },
  /*-----
    Calculate values of single intchar|group
  -----*/
  calculateValue : function (item) {
    var sum = 0,
        id;
    _.each(item.models, function(model) {
      id = model.get('id');
      sum += model.get('value') * item.comparison[id].normWeight;
    });
    item.value = sum;
  },
  /*-----
    Calculate value of single aspect
  -----*/
  calculateAspectValue : function (item) {
    var sum = 0,
        view = this,
        id = item.id;
    _.each(item.comparison, function(it, key) {
      sum += view.groupsValues[key] * it.normWeight;
    });
  }
}

```

```

        item.value = sum;
    },
    /*-----
       Calculating Integral Chars values
    -----*/
    calcIntChars: function() {
        // making the array of intchars IDs
        var intCharsIds = _.compact(_.uniq(this.collection.pluck('intChar'))),
            intCharsArray = [],
            view = this,
            model;
        /* Forming complex array of Integral chars (list of chars, list of weights)
    -----*/
        _.each(intCharsIds, function (icName) {
            intCharsArray.push({
                models      : this.collection.where({ intChar: icName }),
                id          : icName,
                comparison  : data.intChars[icName],
                value       : 0
            });
        }, this);
        view.$el.find('#intchars-info').html('');
        _.each(intCharsArray, function(ic) {
            this.calculateWeights(ic);
            this.calculateValue(ic);
            model = this.collection.findWhere({id: ic.id});
            model.set('value', ic.value);
        }, this);
    },
    /*-----
       Calculate all groups values
    -----*/
    calcGroups : function() {
        this.calcIntChars();
        // making array of groups ID
        var groupsIds = _.compact(_.uniq(this.collection.pluck('group'))),
            groupsArray = [],
            view = this;
        /* Forming complex array of groups (list of chars, list of weights)
    -----*/
        _.each(groupsIds, function (gName) {
            groupsArray.push({
                models      : this.collection.where({group: gName, missing: false}),
                id          : gName,
                comparison  : data.groups[gName],
                value       : 0
            });
        }, this);
        view.$el.find('#groups-info').html('');
        _.each(groupsArray, function(gr) {
            view.calculateWeights(gr);
            view.calculateValue(gr);
            view.$el.find('#groups-info').append( gr.id + ' ' + gr.value + '<br />');
            view.groupsValues[gr.id] = gr.value;
        }, this);
    },
    /*-----
       Calculate all aspects values
    -----*/
    calcAspects : function() {

```



```

// making the array of aspects
var aspIds = ['T', 'S', 'B'],
    aspArray = data.aspects,
    view = this;
view.calcGroups();
/* Forming complex array of groups (list of chars, list of weights)
-----*/
_.each(aspIds, function (aspName) {
    aspArray[aspName].id = aspName;
    aspArray[aspName].value = 0;
}, this);
view.$el.find('#aspects-info').html('');
_.each(aspArray, function(asp) {
    view.calculateWeights(asp);
    view.calculateAspectValue(asp);
    view.$el.find('#aspects-info').append(asp.id + ' ' + asp.value + '<br />');
    view.aspValues[asp.id] = asp.value;
}, this);
}
});
...
return CharListView;
});

```

Додаток 4. Скріншот програми

