

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Львівська політехніка»

Алексєєва Катерина Андріївна



УДК 004.738.5

**Математичне та програмне забезпечення  
управління веб-проектами  
за умов невизначеності**

01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних  
машин і систем

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Львів – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті «Львівська політехніка»  
Міністерства освіти і науки України

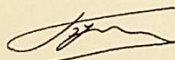
- Науковий керівник     доктор технічних наук, професор  
**Пелещишин Андрій Миколайович**,  
Національний університет «Львівська політехніка»,  
завідувач кафедри соціальних комунікацій  
та інформаційної діяльності.
- Офіційні опоненти     доктор технічних наук, професор,  
**Дивак Микола Петрович**,  
Тернопільський національний економічний  
університет, декан факультету комп'ютерних  
інформаційних технологій;
- кандидат технічних наук, доцент,  
**Мельничин Андрій Володимирович**,  
Львівський національний університет імені Івана Франка,  
доцент кафедри теорії оптимальних процесів.

Захист відбудеться 27 травня 2016 р. о 14.00 год. на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д 35.052.05 у Національному університеті «Львівська політехніка»  
(79013, м. Львів, вул. Професорська, 2, корп. 11, ауд. 218).

З дисертацією можна ознайомитись у Науково-технічній бібліотеці  
Національного університету «Львівська політехніка» (79013, м. Львів,  
вул. Професорська, 1).

Автореферат розісланий «25» квітня 2016р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 35.052.05,  
д.т.н., професор



Р. А. Бунь

## Загальна характеристика роботи

**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 провадяться 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-прикладного завдання розроблення науково обґрунтованих методів та прикладних програмних засобів управління веб-проектами, які враховують специфіку веб-проектів як особливої категорії ІТ-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 використано теорію систем та системний аналіз. Для розроблення методів опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках використано теорію множин, математичну логіку, нечітку логіку та теорію предикатів. Для вибору стратегії управління веб-проектом застосовано метод аналізу ієрархій. Для проектування програмних засобів підтримки прийняття рішень з управління веб-проектами використано методи сервісно-орієнтованої архітектури, CASE-технології та UML.

## Наукова новизна одержаних результатів

*Вперше розроблено:*

- формальне подання характеристик веб-проектів, яке відрізняється від загальноприйнятих урахуванням неповноти і неточності характеристик, 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 науководослідних 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. Це програмне забезпечення використано у розробленні веб-проектів та впроваджено у виробничий процес компаній – розробників веб-засобів ТОВ «ДК-Консалтинг», ТОВ «НЕОНЕТ», ТОВ «Промбудприлад», ТОВ «На-Та Приват».

На основі результатів, отриманих у 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, [11] – специфікація вимог до проектування інформаційних ресурсів веб-систем, [12] – проектування інформаційних ресурсів веб-систем за умов їх неоднорідності, [13] – аналіз методів проектування інформаційного ресурсу веб-систем, [15] – аналіз методів опрацювання контенту веб-ресурсів, [20] – метод оцінки успішності проекту на основі даних про рівень знань та конструктивність замовника проекту, [21] – дослідження впливу контентної стратегії на управління веб-проектами, [22] – аналіз підходів до структурування веб-контенту, [23] – аналіз підходів до структурування контенту веб-ресурсів, [25] – показники, що впливають на прийняття рішень у веб-проектах.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень неодноразово доповідалися на ряді міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій, 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, у т.ч. [3] – у виданні, що входить до Scopus, [1, 2] – у виданнях, що входять до наукометричних баз даних, [4, 5] – у закордонних періодичних виданнях, [5 – 10] – у фахових наукових виданнях України, та у 15 доповідях на наукових конференціях (10 міжнародних), з них 3 статті та 6 доповідей на конференціях – одноосібні.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літературних джерел та додатків. Робота містить 124 сторінки основного тексту, загальний обсяг дисертації – 153 сторінки. Робота містить 16 таблиць, 14 рисунків та 118 найменувань використаних літературних першоджерел.

## **Основний зміст роботи**

У вступі обгрунтовано актуальність обраної теми дисертації, показано її зв'язок з науковими темами. Сформульовано мету і задачі дослідження, дано характеристику наукової новизни, теоретичного і практичного значення отриманих результатів. Виділено особистий внесок здобувача і ступінь апробації результатів.

**У першому розділі** проведено аналіз наукових досліджень у напрямку управління комерційними веб-проектами, 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, CCPM та процесно-орієнтований підхід.

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

- основним призначенням результатів веб-проекту є створення кінцевого продукту для широкої, необмеженої аудиторії споживачів;
- 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 найбільш стислі терміни через динамічність аудиторії споживачів, порівняно, короткий життєвий цикл версій веб-продуктів та необхідність їх постійного оновлення;
- для реалізації веб-проекту застосовують специфічний набір технологій, спеціальні платформи і засоби розроблення;
- веб-проекти, як правило, є слабкоструктурованими, що супроводжується частими змінами складу та властивостей компонентів проекту і зв'язків між ними в ході його виконання;
- для веб-проектів характерними є неповнота, неточність чи ненадійність даних, необхідних для управління проектом;
- процес управління веб-проектom не є повністю детермінованим; це означає, що прийняті рішення можуть змінюватись в ході виконання проекту відповідно до зміни вимог замовника, кон'юнктури ринку, цільової аудиторії тощо.

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

- 1) сучасні методи, засоби та технології не враховують специфічних особливостей веб-проектів, які відрізняють їх від інших ІТ-проектів, зокрема, таких як слабкоструктурованість, динамічність, індивідуальність та нішевий характер;
- 2) набір проектних характеристик, які визначають процеси управління веб-проектom є специфічним та індивідуальним для кожного проекту, що впливає на процеси прийняття проектних рішень;
- 3) за умови неповноти та невизначеності проектних характеристик управління веб-проектom на основі традиційних методів та засобів є ускладненим, некоректним або неможливим.

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

У другому розділі побудовано функціональну модель управління веб-проектами (рис. 1), 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.

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 подано як кортеж вигляду  $WPM = \langle ProjectChar, ProjectMng, ProjectDec, ProjectStr \rangle$ , для якого  $ProjectDec = \Phi_{WPM}(ProjectChar, ProjectMng, ProjectStr)$ .



Рис. 1. Функціональна модель управління веб-проектом та її особливості

Існує низка особливостей веб-проекту як специфічної категорії процесів, які обмежують можливості застосування традиційної моделі, зокрема, це залежність проектної стратегії та дій керівника веб-проекту від складу, змісту та значень проектних характеристик, що задається відображеннями, відповідно,  $ProjectChar \rightarrow ProjectStr$ ,  $ProjectStr = \Theta_1(ProjectChar)$  та  $ProjectChar \rightarrow ProjectMng$ ,  $ProjectMng = \Theta_2(ProjectChar)$ .

Другою особливістю веб-проекту є невизначеність набору проектних показників, специфічних для кожного веб-проекту, що супроводжується



відсутністю значень, їх неповнотою, неточністю, недостовірністю і здатністю до непередбачуваних змін.

Для врахування такої специфіки управління веб-проектом застосовано модель ситуаційного управління, запропоновану Д. Поспеловим. Основною її особливістю є те, що спосіб переходу керованої системи до стану в момент часу  $t_{i+1}$  визначається показниками стану системи в момент часу  $t_i$ . Таку модель описує кортеж

$$WPM^* = \langle WPM, \lambda_{ProjectChar}, \lambda_{ProjectMng}, \lambda_{ProjectDec}, \lambda_{ProjectStr} \rangle = \quad (1)$$

$$= \langle ProjectChar, ProjectMng, ProjectDec, ProjectStr, \lambda_{ProjectChar}, \lambda_{ProjectMng}, \lambda_{ProjectDec}, \lambda_{ProjectStr} \rangle,$$

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

Застосування такої моделі дає змогу 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 у 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.

*Проектна характеристика* – це показник, який характеризує проект та зацікавлені сторони, та яка має вплив на процес реалізації проекту.

Проектні характеристики класифіковано за змістом, за важливістю та за структурою. Класифікація проектних характеристик за змістом передбачає віднесення проектної характеристики до певної групи за аспектами, які описує ця проектна характеристика.

У роботі виділено такі групи проектних характеристик: фінансові дані клієнта ( $H_{CFin}$ ); дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту ( $H_{CPers}$ ); фінансові дані проекту ( $H_{PFin}$ ); стосунки між виконавцем та замовником ( $H_{DCRel}$ ); дані про організацію клієнта ( $H_{COrg}$ ); вимоги до проекту ( $H_{PReq}$ ) (табл. 1). За важливістю проектні характеристики поділено на основні та додаткові. За критерієм структури – на базові та інтегральні.

Подано перелік типів невизначеностей: неприпустиме значення; значення невідоме; значення не існує; значення визначити неможливо; значення не є достовірним; значення не отримано; значенням є порожня множина.

Оскільки особливістю проектних характеристик веб-проекту є відсутність формальних методів і процедур встановлення значень для багатьох з них, то існує можливість застосування для їх уточнення принципів нечіткої логіки, згідно з якими результати оцінювання подають у вербальній лінгвістичній формі і управління здійснюють на основі не власне значень, а їх нечітких аналогів. У цьому розділі введено лінгвістичні значення проектних характеристик (табл. 2). Для подання значень проектних характеристик веб-проекту за допомогою нечітких лінгвістичних аналогів використано апарат біполярних шкал Ч. Осгуда.

Табл. 1. Проектні характеристики веб-проекту

Група проектних характеристик	Назва проектної характеристики	Зміст проектної характеристики
Фінансові дані клієнта	Доходи клієнта	Рівень доходів клієнта за попередні роки, що визначає його платоспроможність та обсяги фінансування проекту
	Попередні доходи виконавця від клієнта	Характеристика, яка визначає результати попередньої співпраці з клієнтом
	Потенційний дохід від клієнта	Прогнозна оцінка обсягу доходів виконавця в результаті виконання проекту
Дані про осіб, що представляють зацікавлені сторони проекту	Характеристика представників клієнта	Інтегральний показник, що об'єднує об'єктивні відомості про посади, кваліфікацію, соціотип, вік, стать тощо.
	Мова спілкування	Рідна або іноземна
	Професійність представників клієнта	Рівень обізнаності представників з особливостями і технологіями web-проектів
Бюджет проекту	Кількість людей, що приймають рішення по проекту	Рівень простоти прийняття рішень зі сторони клієнта
	Масштаб проекту	Характеризує співвідношення вартості проекту з рівнем доходів виконавця
	Гнучкість бюджету	Визначає можливості додаткового фінансування в разі потреби або фіксує бюджет проекту
Стосунки між виконавцем та замовником	Способи фінансування	Попередня оплата (повністю або частково), оплата за графіком, по факту виконання етапів чи всього обсягу робіт
	Важливість для виконавця	Визначається обсягом поточного та потенційного доходу від клієнта, його лояльності, стратегічних планів та бізнес інтересів виконавця.
	Періодичність стосунків з клієнтом	Вирізняє постійних, періодичних, разових клієнтів тощо
Специфіка організації клієнта	Комфортність роботи з клієнтом	Інтегральний показник, який формується на основі соціопсихологічних, організаційних, особистісних та інших неформальних факторів
	Пріоритет клієнта	Переваги, які надаються стосовно інших клієнтів
	Форма власності клієнта	Державна установа, корпоративний клієнт чи фізична особа
Вимоги до проекту	Галузь діяльності клієнта	Визначає специфіку змісту проекту та додаткові вимоги до виконавців
	Терміновість	Характеризує часові обмеження виконання проекту та організацію його виконання.
	Технології проекту	Відображають вимоги клієнта або пропозиції виконавця щодо засобів реалізації проекту

Табл. 2. Нечіткі лінгвістичні значення проектних характеристик

Параметр	Зміст параметра	Лінгвістичні значення	Нормоване значення
$h_{CFin\_cInc}^*$	Рівень доходів клієнта	Високий	1
		середній	0,5
		Низький	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 плануються	1
		Періодичні, 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

Зменшення рівня невизначеності проектних характеристик у процесах прийняття рішень передбачає виконання поданих нижче кроків (див. рис. 2).

1. Поділ набору значень проектних характеристик веб-проекту на категорії «Наявні точні», «Наявні неточні» та «Відсутні».
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 принципівих чинників, прийнятими бути не можуть;
  - прийняття рішень, для яких дана проектна характеристика є другорядним чинником, здійснюють без її врахування, вважаючи вплив цього чинника на прийняття рішення несуттєвим.

4. Якщо причиною відсутності значення проектної характеристики є його недоступність, неотримання чи недостовірність, для застосування у процесі прийняття проектної 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.

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.

У результаті таких кроків формується повний

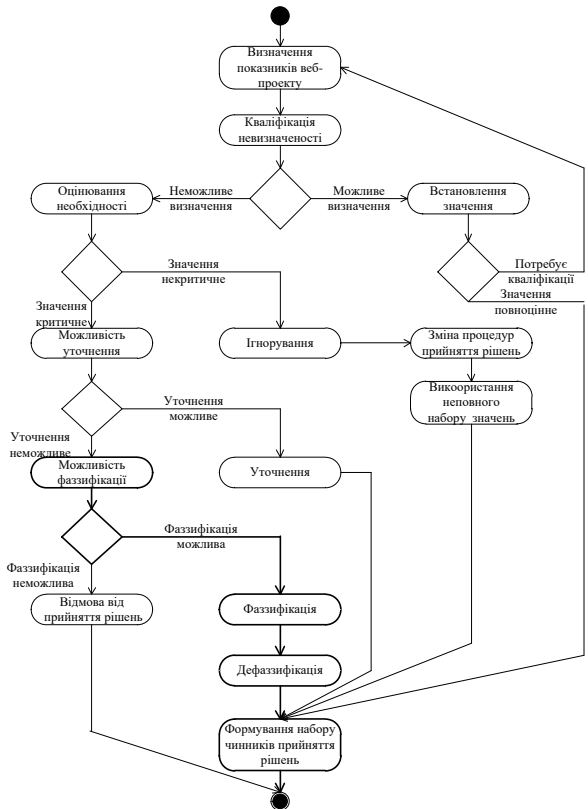


Рис. 2. Процедура опрацювання невизначеностей у процесах прийняття рішень з управління веб-проектами

набір точних числових значень проектних характеристик, необхідних для прийняття проектних рішень, зведених до єдиної шкали відносних оцінок.

У **третьому розділі** розроблено метод вибору стратегії управління проектом за умов невизначеності. Вибір стратегії відбувається у декілька етапів (рис. 3). Для вибору стратегії використано метод аналізу ієрархій.

Стратегія управління веб-проектом є його центральною ланкою, яка визначає способи вироблення керівних рішень, які забезпечують досягнення кінцевої мети даного проекту. Загальну стратегію подано як поєднання трьох часткових стратегій:

$$ProjectStrategy = \langle TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy \rangle, \quad (2)$$

де *TimeStrategy* – стратегія розподілу часу на виконання проекту, *ScopeStrategy* – стратегія розподілу ресурсів виконавця та планування кількості роботи по проекту, *BudgetStrategy* – стратегія управління бюджетом проекту.

Для зменшення впливу людського чинника на процеси прийняття рішень застосовано концепцію шаблонів стратегій. Кожен шаблон являє собою попередньо визначений і оцінений набір значень часткових стратегій управління часом, змістом/обсягом та бюджетом проекту. Це дало змогу звести процедуру формування і вибору стратегії управління веб-проектом до перетворення:

$$ProjectStrategy = F^{PS}(TimeStrategy, ScopeStrategy, BudgetStrategy) = \Phi^{PS}(H_{CFin}, H_{CPers}, H_{PFin}, H_{DCRel}, H_{COrg}, H_{PReq}) \quad (3)$$

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

Розроблено процедуру

динамічного визначення вагових коефіцієнтів чинників прийняття рішень на основі пріоритету стратегії управління веб-проектом. Визначено три базові пріоритети стратегії: пріоритет часу та обсягу; пріоритет часу та бюджету; пріоритет обсягу та бюджету. Суть такого пріоритету полягає у прояві потрійної обмеженості у проекті, і зумовлює необхідність вибору двох більш пріоритетних напрямів із трьох можливих. Значення відносної ваги груп проектних характеристик коригується відповідно до обраного пріоритету стратегії – *TB* (Час, Бюджет), *TS* (Час, Обсяг), *SB* (Обсяг, Бюджет).

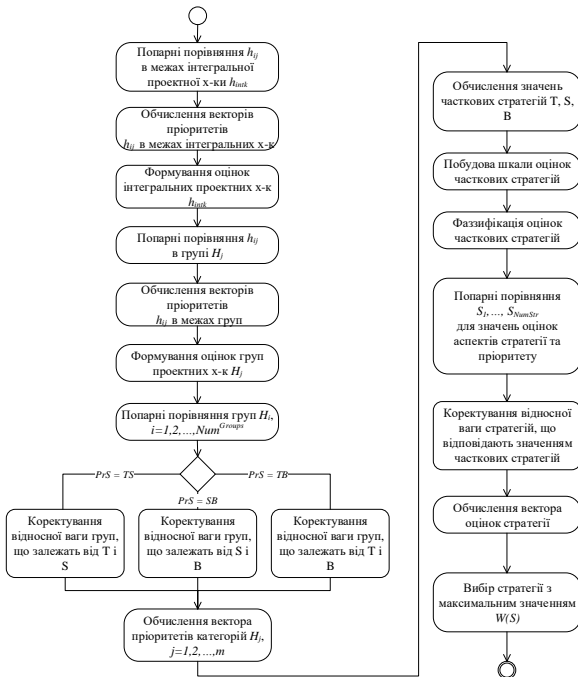


Рис. 3. Алгоритм вибору стратегії управління проектом

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

$$w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS) / w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS) \rightarrow w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS) / w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS) \cdot q_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS), \quad (4)$$

де  $w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS) / w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)$  – 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  $H_i^{S^{Part_i}}$ .

Процес вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності складається із декількох етапів. На першому етапі відбувається обчислення значень інтегральних проектних характеристик, на другому – обчислення значень оцінок груп проектних характеристик. На третьому етапі обчислюється значення оцінок аспектів стратегії.

Попарне порівняння базових проектних характеристик для отримання значень інтегральних проектних характеристик подано у вигляді матриці:

$$\left( w_{H_i^{h_{int\ k}}} / w_{H_j^{h_{int\ k}}} \right)_{i=\overline{1,n}, j=\overline{1,n}}^{Num^{Int\ k}}, \quad (5)$$

причому  $v(h_1^{h_{int\ k}}), \dots, v(h_{Num^{Int\ k}}^{h_{int\ k}})$  – власні вектори матриці попарних порівнянь.

Значення оцінки  $k$ -ї інтегральної характеристики обчислюємо на основі значень оцінок базових характеристик та їх обчислених у попередньому кроці вагових коефіцієнтів таким чином:

$$h_{int\ k} = \sum_{p=1}^{Num^{Int\ k}} h_p^{h_{int\ k}} v(h_p^{h_{int\ k}}), \quad (6)$$

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

Попарне порівняння базових та інтегральних проектних характеристик для отримання значення оцінки групи проектних характеристик подано у вигляді матриці

$$\left( \frac{w_{h_i^{H_j}}(PrS)}{w_{h_j^{H_j}}(PrS)} \right)_{i=1, j=1}^{Num^{Group H_j}}, \quad (7)$$

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

Значення оцінки  $j$ -ї групи проектних характеристик обчислюємо за формулою

$$H_j = \sum_{p=1}^{Num^{Group H_j}} h_p^{H_j} v(h_p^{H_j}), \quad (8)$$

де  $p = 1, \dots, Num^{Group H_j}$ ,  $Num^{Group H_j}$  – кількість проектних характеристик що входять до складу  $j$ -ї групи,  $H_j$  – значення оцінки  $j$ -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 обчислення значень оцінок усіх груп проектних характеристик  $H_1, \dots, H_{Num^{Groups}}$ , аналогічним чином обчислюємо значення оцінок кожної з трьох часткових стратегій – часу, обсягу роботи, бюджету.

Попарне порівняння часткових стратегій для обчислення оцінки їх значень:

$$\left( \frac{w_{H_i^{S^{Part_i}}}(PrS)}{w_{H_j^{S^{Part_i}}}(PrS)} \right)_{i=1, j=1}^{Num^{Groups}}, \quad (9)$$

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

Значення оцінки  $i$ -ї часткової стратегії обчислюємо таким чином:

$$S^{Part_i} = \sum_{p=1}^{Num^{Groups}} H_p^{S^{Part_i}} v(H_p^{S^{Part_i}}), \quad (10)$$

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

Вибір стратегії управління веб-проектом виконується шляхом попарного порівняння стратегій базового набору:

$$\left( \frac{w_{S_i}(T, S, B, PrS)}{w_{S_j}(T, S, B, PrS)} \right)_{i=1, j=1}^{Num^{Str}}. \quad (11)$$

Стратегією управління веб-проектом буде обрано таку, що має максимальне значення вагового коефіцієнту

$$S(T, S, B, PrS) = \frac{\max}{i=1, Num^{Str}} v(S_i(T, S, B, PrS)), \quad (12)$$

де  $Num^{Str}$  – 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.

На основі поетапного застосування методу аналізу ієрархій та методу опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках розроблено алгоритм вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності.

У четвертому розділі розроблено програмну реалізацію системи підтримки прийняття рішень (СППР) в управлінні веб-проектами за умов невизначеності.

Розроблену у роботі СППР побудовано за архітектурою MVC (Модель – Відображення – Контролер). Основними компонентами системи є: `app.js` – компонент, що реалізує управління взаємодією з користувачем, виведення екранних форм для вводу даних та зчитування службових даних із зовнішнього файлу, `CharSingleView` – компонент опрацювання та усунення невизначеностей, який реалізує класифікацію невизначеності, зменшення рівня невизначеності, зведення значення проектної характеристики до числового, `CharListView` – компонент, що здійснює вибір стратегії та вивід результатів. Компонент `CharListView` включає в себе компоненти, що здійснюють попарні порівняння проектних характеристик, обчислення значень оцінок інтегральних проектних характеристик, груп проектних характеристик та часткових стратегій, вибір стратегії управління веб-проектом (рис. 4).

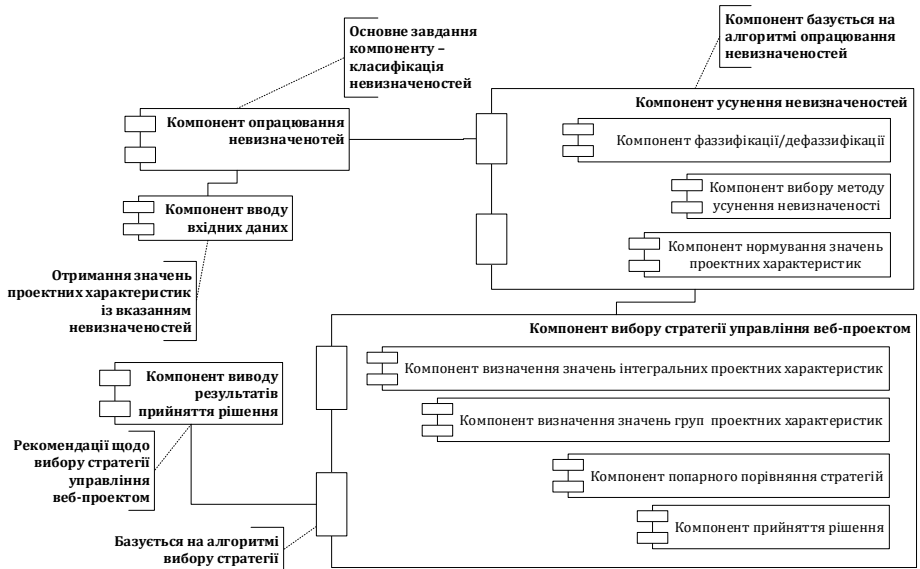


Рис. 4. Діаграма компонентів СППР для вибору стратегії управління веб-проектом

Система підтримки прийняття рішень для вибору стратегії реалізована як SPA (Single page application – односторінковий програмний додаток), написаний на мові програмування JavaScript з використанням бібліотек jQuery, Backbone.js, Underscore.js, Require.js.

На вході програма отримує об'єкт з даними, який міститься у файлі data.js – описом проектних характеристик та відображає їх на сторінці користувачеві. Користувач має можливість ввести інформацію по кожній із проектних характеристик (точно або наближене значення, або ж вказати причину відсутності). На виході на екран виводиться рекомендації щодо вибору стратегії управління проектом на основі даних, які ввів користувач.

Пріоритети проектних характеристик у межах інтегральних характеристик та у межах груп, а також пріоритети груп проектних характеристик програма отримує з зовнішнього файлу data.js.

Система реалізована на основі бібліотеки Backbone.js. Основними частинами її є модель проектної характеристики, колекція проектних характеристик та два відображення: "проектна характеристика" та "список проектних характеристик". Розрахунки значень інтегральних проектних характеристик та значень груп та обчислення значень аспектів і вибір стратегії здійснюються у компоненті відображення списку проектних характеристик.

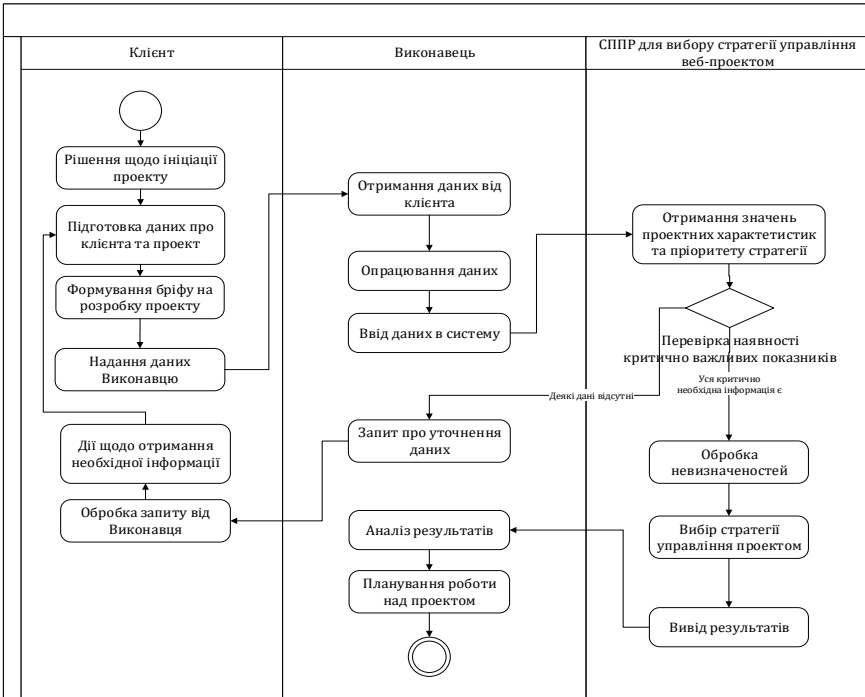


Рис. 5. Опис функціонування СППР для вибору стратегії управління веб-проектом



У процесі використання СППР для вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності фігурують три сторони: Клієнт, Виконавець та Система (рис. 5). Клієнт ініціює проект, виконує підготовку необхідних даних та здійснює їх передачу Виконавцеві. Виконавець опрацює дані від Клієнта та вводить їх у СППР. СППР виконує опрацювання 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.

### **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.

### **Список опублікованих праць за темою дисертації**

1. Алексеева К. А. Управление 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.
2. 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.
3. Берко А. Ю. Оцінювання якості інформаційних ресурсів у web-проектах / А. Ю. Берко, К. А. Алексеева // Актуальні проблеми економіки. Науковий економічний журнал. – № 10(136). – К., 2012. – С. 226 – 234.
4. 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.
5. 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.
6. Алексеев В. І. Ефективні підходи до структурування веб-контенту ієрархічним методом / В. І. Алексеев, К. А. Алексеева // Моделювання та інформаційні технології. – Київ : ІПМЕ НАН України, 2011. – Вип. 61. – С. 215 – 222.

7. 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.
8. Алексеева К. А. Застосування неповних і неточних даних в управлінні комерційними web-проектами / К. А. Алексеева, А. М. Пелешин // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» : Інформаційні системи та мережі. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – № 805. – С. 345 – 353.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.

17. 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.
18. 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.
19. Берко (Алексеева) К. А. Система управління контентом веб-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.
20. 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. 111 – 112.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.

## Анотації

**Алексеева К. А. Математичне та програмне забезпечення управління веб-проектами за умов невизначеності.** – На правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем. – Національний університет «Львівська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Львів, 2016.

У дисертаційній роботі розв'язано актуальне науково-практичне завдання вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності.

Проаналізовано сучасні методи та засоби управління проектами, у результаті чого визначено основні чинники, що впливають на прийняття проектних рішень. Розроблено метод опрацювання та усунення невизначеностей у проектних характеристиках веб-проектів, що ґрунтується на застосуванні нечіткої логіки та нормування значень за допомогою біполярних шкал. Розроблено метод вибору стратегії управління веб-проектом за умов невизначеності, який побудований на основі методу аналізу ієрархій. Удосконалено спосіб визначення пріоритетів у методі аналізу ієрархій, що уможливило узгодження вибору стратегії управління проектом із зміною проектних характеристик. Розроблено алгоритм опрацювання невизначеностей у проектних характеристиках, який дає змогу замінити неповних та неточних значень їх точними аналогами. Розроблено програмні засоби підтримки прийняття проектних рішень з вибору стратегії управління веб-проектом, які зменшують часові затрати та підвищують якість проектних рішень за умов невизначеності.

*Ключові слова:* управління веб-проектом, математичне та програмне забезпечення, невизначеність, нечітка логіка, метод аналізу ієрархій, система підтримки прийняття рішень.

**Алексеева К. А. Математическое и программное обеспечение управления веб-проектами в условиях неопределённости.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.05.03 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем. – Национальный университет «Львівська політехніка», Министерство образования и науки Украины, Львов, 2016.

В диссертационной работе решено актуальное научно-практическое задание выбора стратегии управления веб-проектом в условиях неопределенности.

Проанализированы современные методы и средства управления проектами, в результате чего определены основные факторы, влияющие на принятие проектных решений. Определены характерные черты и особенности веб-проектов, в частности, специфический характер конечного продукта, социально-коммуникационная ориентация, значительное влияние человеческого фактора, слабая структурированность проектов, высокий уровень неопределённости проектных данных. Обоснован набор проектных характеристик веб-проекта, определяющих стратегию управления проектом и принятие основных проектных решений. Эти характеристики описывают такие качества веб-проекта как данные о финансах, заинтересованных лицах, ресурсах и требованиях проекта.

Разработан метод обработки и устранения неопределённости в проектных характеристиках веб-проектов, основанный на применении нечеткой логики и

нормирования значений с помощью биполярных шкал. Метод предусматривает, замену неопределённых значений проектных характеристик их нечёткими лингвистическими эквивалентами, с последующим преобразованием лингвистических значений в числовые оценки, используемые в процессах принятия проектных решений. Разработан метод выбора стратегии управления веб-проектом в условиях неопределенности, который построен на основе метода анализа иерархий. Применение метода анализа иерархий позволило обеспечить принятие достаточно корректных решений по управлению веб-проектом в условиях большого количества факторов и их недостаточной определённости и формализации. Усовершенствован способ определения приоритетов в методе анализа иерархий, который делает возможным динамическое согласование выбора стратегии управления проектом с изменением проектных характеристик. Разработан алгоритм обработки неопределенностей в проектных характеристиках, который дает возможность замены неполных и неточных значений их точными аналогами. Разработаны программные средства поддержки принятия проектных решений по управлению веб-проектом. При помощи разработанного программного обеспечения руководитель проекта осуществляет выбор наиболее подходящей стратегии управления веб-проектом в условиях неопределенности, неполноты и неточности проектных характеристик. Использование разработанного программного обеспечения позволяет уменьшить временные затраты и повышают качество проектных решений в условиях неопределенности.

*Ключевые слова:* управление веб-проектом, математическое и программное обеспечение, неопределенность, нечеткая логика, метод анализа иерархий, система поддержки принятия решений.

**Aliksieieva K. A. Mathematical support and software of Web projects management under conditions of uncertainty.** – Manuscript.

Thesis for a PhD degree in specialty 01.05.03 - mathematical and software development for computer systems. - Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2016.

The thesis has solved scientific and practical problem of choosing the strategy of web project management under conditions of uncertainty. Modern methods and tools of project management were analyzed and the main factors influencing the adoption of design solutions were determined. A method of processing and elimination of uncertainties in the characteristics of the Web project based on the application of fuzzy logic and regulation values using bipolar scales was developed. A method for selecting strategies of managing Web project under conditions of uncertainty, which is based on the analytic hierarchy process, was developed. Author improved method for determining priorities in the analytic hierarchy process, which makes possible to coordinate the selection of project management strategy with the changes in project characteristics. The algorithm for processing of uncertainties in the project characteristics, which allows the replacement of incomplete and inaccurate values by their precise counterparts was developed. Developed software tools for decision-making support on choosing of project management strategies reduce the time required for making project decisions and improve the quality of project decisions in the conditions of uncertainty.

*Key words:* Web projects management, mathematical support and software, uncertainty, fuzzy logic, analytic hierarchy process, decision support system.



Підписано до друку 21.04.2016 р.  
Формат 60х90/16. Папір офсетний.  
Друк цифровий. Умов. друк. арк. 0,9.  
Фіз. друк. арк. 1,25  
Тираж 100.

Надруковано:  
ПП Сорока Т.Б.  
79026, м.Львів, вул. Володимира Великого, 2  
[soroka@soroka.lviv.ua](mailto:soroka@soroka.lviv.ua)