

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора

Данченко Олени Борисівни

на дисертацію *Максимова Антона Євгенійовича*

за темою «Інформаційна технологія для розв'язання задач

багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації»,

яку подано на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

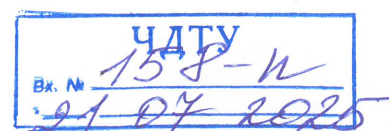
галузь знань 12 Інформаційні технології

1. Актуальність теми дослідження.

На сьогодні рівень конкурентоспроможності компанії значною мірою залежить від її здатності оперативно та обґрунтовано приймати управлінські рішення. У зв'язку з цим зростає потреба у впровадженні систем підтримки прийняття рішень (СППР) у діяльність підприємств. Використання таких систем є актуальним завданням, оскільки сприяє автоматизації та оптимізації діяльності підприємства, полегшує аналіз можливих варіантів дій і забезпечує обґрунтований вибір найкращих рішень за заданими критеріями.

Особливої актуальності набуває розробка інформаційних технологій прийняття рішень для галузей, де помилки у прийнятті рішень можуть мати серйозні економічні, соціальні або екологічні наслідки. Враховуючи це, тема дисертаційної роботи, яка спрямована на розробку інформаційної технології для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору.

Актуальність задач багатокритеріального прийняття рішень полягає в тому, що в реальних умовах управління, планування та аналізу доводиться враховувати множину суперечливих критеріїв, які впливають на вибір найкращого рішення. Це особливо важливо у випадках, коли необхідно знаходити компроміс між різними показниками ефективності, такими як витрати, якість, ризику та стійкість системи.



2. Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному:

Вперше розроблено концептуальну модель R-U-F можливих інформаційних ситуацій прийняття рішень, яка відображає взаємозв'язок між основними типами складних інформаційних ситуацій, що виникають під час багатокритеріального прийняття рішень, зокрема: інформаційною ситуацією прийняття рішень в умовах ризику (Risk, R), інформаційною ситуацією прийняття рішень в умовах повної невизначеності (Uncertainty, U) та інформаційною ситуацією прийняття рішень в умовах нечіткої інформації (Fuzzy, F).

Вперше розроблено модель процесу прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, що відповідає запропонованій концептуальній R-U-F-моделі можливих інформаційних ситуацій прийняття рішень і передбачає вибір кількох методів прийняття рішень як традиційних, так і модифікованих, комбінованих та гібридних методів для розв'язання поставленої задачі з подальшим агрегуванням одержаних результатів.

Одержали подальший розвиток:

- метод матриці ризиків для визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів, що дозволяє точніше оцінювати ризики за більшою кількістю критеріїв за рахунок відповідної модифікації, поєднуючи суб'єктивні експертні оцінки з об'єктивними математичними розрахунками за методом аналізу ієрархій;

- метод матриці Ейзенхауера для класифікації задач тайм-менеджменту, що використовує для визначення пріоритетів задач метод аналізу ієрархії, в результаті чого надаються рекомендації щодо послідовності виконання задач у відповідності до їх важливості та пріоритету;

- метод Fuzzy TOPSIS для вибору ефективної альтернативи в задачі багатокритеріального прийняття рішень за рахунок модифікації процедури обчислення коефіцієнту близькості до нечіткого позитивного ідеального розв'язку (FPIS) та нечіткого негативного ідеального розв'язку (FNIS) шляхом застосування різних метрик, зокрема евклідової метрики, мангеттенської

метрики, метрик Чебишова, Мінковського і Геммінга, а також використання результатів групової експертизи.

Удосконалено модель управління ризиками в проєктах (Project Risk Management Model, PRMM) за рахунок введення додаткових компонент, серед яких: вхідна інформація, що містить відомості про наявні ризики проєкту, рівні ризиків, критерії оцінювання ризиків, експертні оцінки для кожного ризику за заданими критеріями; вихідна інформація, що містить відомості про відповідні рівні ризиків проєкту, вектор пріоритетів ризиків проєкту і вектор їх рангів, реєстр ризиків з переліком заходів щодо запобігання та усунення ризиків проєкту.

3. Практичне значення одержаних результатів.

Практичне значення одержаних результатів підтверджується їх впровадженням у процес прийняття рішень різних компаній, а також використанням матеріалів дисертаційного дослідження в освітньому процесі Черкаського державного технологічного університету при підготовці майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. Відповідні акти впровадження надані в Додатку А дисертаційної роботи.

Дисертаційне дослідження демонструє значний позитивний ефект від впровадження нової інформаційної технології, заснованої на сучасних математичних моделях та методах в галузі прийняття рішень. Ця технологія суттєво покращує ефективність управлінської та проєктної діяльності, що підтверджується зниженням часових та фінансових витрат на 5-10%. Це свідчить про підвищення якості, оперативності та адаптивності управлінських рішень, що є критично важливим для успішного ведення сучасних ІТ-проєктів.

Отримані результати дослідження можуть бути впроваджені в практичну діяльність підприємств незалежно від форми власності чи сфери діяльності, зокрема в процесах прийняття управлінських рішень як в ІТ-сфері, так і в інших галузях.

4. Структура роботи, оцінка змісту дисертації та її завершеність.

Дисертація включає вступ, п'ять розділів, висновки, списки використаних джерел за п'ятьма розділами та додатки. Загальний обсяг дисертації становить

254 сторінок. Основний текст дисертації викладено на 144 сторінках. Робота містить 73 рисунки, 16 таблиць в основному тексті та посилання на 239 використаних джерел, 7 додатків.

Анотація дисертації містить стислий огляд основного змісту дослідження, в якому акцентовано увагу на використанні сучасних математичних моделей та методів прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Представлено основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни та практичного значення. Анотацію подано державною та англійською мовами.

У *вступі* наведено обґрунтування актуальності дисертаційної роботи, описано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету та завдання дослідження, наукову новизну, практичне значення отриманих результатів роботи, особистий внесок здобувача та інформацію щодо апробації результатів дослідження.

У *першому розділі* розглянуто теоретичні аспекти щодо систем підтримки прийняття рішень. Наведено класифікацію таких систем, а також запропоновано сучасну структуру веб-орієнтованої СППР, яка заслуговує особливої уваги, оскільки вона є придатною до реалізації задач багатокритеріального аналізу в сучасних умовах. У межах розділу формалізовано науково-прикладну задачу дослідження, об'єкт і предмет дослідження, окреслено комплекс методів та очікувані результати. Також в межах розділу визначено мету і завдання наукового дослідження та розроблено його структуру.

У *другому розділі* дисертаційного дослідження наведено загальну постановку задачі багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Варто відзначити висновок автора дослідження про те, що з формальної точки зору, задачі прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації є частинними випадками загальної задачі багатокритеріального прийняття рішень.

Особливої уваги заслуговує концептуальна модель R-U-F (рис. 2.1), в якій визначено взаємозв'язки між класами інформаційних ситуацій прийняття рішень

в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, а також модель процесу прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, що відповідає запропонованій R-U-F-моделі. Окрім того, в межах розділу запропоновано методику застосування декількох методів прийняття рішень в межах однієї задачі з агрегуванням результатів за різними підходами до визначення вагових коефіцієнтів методів.

У *третьому розділі* дисертації наведено постановку задачі управління ризиками в загальному вигляді та постановку задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів. Заслуговує на увагу удосконалена модель управління ризиками проекту (Project Risk Management Model), на основі якої запропоновано та обґрунтовано метод аналізу проєктних ризиків, що поєднує модифікований метод матриці ризиків, який дозволяє з більшою точністю визначати рівень ризику за розширеною шкалою та з використанням більшої кількості критеріїв порівняно з традиційним методом матриці ризиків, і метод аналізу ієрархій, що забезпечує визначення пріоритетів ризиків та їх ранжування.

У *четвертому розділі* дисертації здійснено детальний аналіз та опис інформаційних ситуацій прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, розглянуто відповідні задачі прийняття рішень для зазначених умов та методи їх розв'язання. Варто відзначити запропонований комплекс методів для розв'язання таких задач, зокрема:

- комбінований метод розв'язання задачі тайм-менеджменту, що поєднує метод аналізу ієрархій та метод матриці Ейзенхауера;
- модифікований метод FTOPSIS із використанням результатів групової експертизи та адаптацією метрик для обчислення коефіцієнтів близькості до нечіткого позитивного та нечіткого негативного ідеальних розв'язків для трикутних і трапецієвидних нечітких чисел, зокрема евклідової, мангеттенської, метрик Чебишова, Мінковського та Геммінга;
- підхід до визначення вагових коефіцієнтів у класичному методі TOPSIS на основі лінгвістичних оцінок;

– методика порівняння результатів застосування різних методів, зокрема FTOPSIS із трикутними та трапецієвидними нечіткими числами і TOPSIS з аналогічними типами чисел, отриманих за різними метриками.

У *п'ятому розділі* виконано концептуальне та логічне проектування веб-орієнтованої СППР. Особливу увагу приділено модулям для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень, зокрема: модулю для розв'язання задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів в управлінні проектами комбінованим методом; модулю для розв'язання задачі тайм-менеджменту комбінованим методом; модулю для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень модифікованим методом Fuzzy TOPSIS; модулю для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень декількома методами з агрегуванням результатів.

5. Відсутність (наявність) порушень принципів академічної доброчесності.

Ознак порушень принципів академічної доброчесності не виявлено.

6. Повнота викладення дисертації в опублікованих працях.

Результати, отримані в дисертаційній роботі, відображено у 10 наукових працях, представлених 2 науковими статтями у іноземних виданнях, що індексуються у базі Scopus, 2 науковими статтями, опублікованими у фахових виданнях України, 6 тезами міжнародних науково-технічних конференцій. Вважаю, що рівень та кількість наукових публікацій здобувача є достатнім.

7. Зауваження та недоліки дисертації щодо її оформлення і змісту.

Варто відзначити деякі недоліки дисертаційної роботи:

1. На рисунку 1.2, де представлена загальна схема прийняття рішень, між четвертим та п'ятим етапами варто додати етап, про який ідеться далі в тексті, а саме – вибір інформаційної технології, що охоплює моделі, методи та засоби для розв'язання задачі прийняття рішень.

2. У підпункті 3.3 дисертаційної роботи запропоновано метод для аналізу ризиків проекту, який є комбінацією модифікованого методу матриці ризиків та методу аналізу ієрархій. При цьому модифікований метод матриці ризиків надає

можливість визначити рівень ризику за більш широкою шкалою і більшою кількістю критеріїв, ніж традиційний метод матриці ризиків. Разом з тим, у п. 5.4.1 розглядається приклад, де матриця ризиків розглядається на основі лише двох класичних критеріїв – ймовірності та впливу ризиків. На мою думку, доцільно було б розширити аналіз ризиків проєктів шляхом наведення прикладу з більшою кількістю критеріїв, що дозволить краще відобразити складність реальних ситуацій оцінювання ризиків.

3. На рис. 4.2 зображено схему модифікованого методу FTOPSIS, проте з самої схеми методу не зрозуміло, які саме модифікації були внесені до методу порівняно з класичним FTOPSIS. Було б доцільно візуально виділити або пояснити у тексті які нові чи змінені кроки відрізняють цей метод від базового методу.

4. У п'ятому розділі дисертації недостатньо висвітлено питання адаптації інтерфейсу розробленої інформаційної технології до мобільних пристроїв. У розробленому користувацькому інтерфейсі не завжди враховані особливості відображення та взаємодії з контентом на мобільних пристроях з обмеженим розміром екрану.

5. Висновки дисертаційної роботи добре відображають зміст проведених досліджень, однак доцільно було б зробити їх компактнішими із фокусом на найбільш значущих результатах.

6. В роботі присутні деякі стилістичні помилки. Наприклад, рисунок 1.3 має назву «Структура СППР на основі роботи», після чого вказано «[розроблено на основі [1]]». Проте кількість цих помилок цілком природна для друкованих робіт такого обсягу.

Незважаючи на вказані недоліки, дана дисертаційна робота є важливим науковим дослідженням та заслуговує на позитивну оцінку.

8. Висновок щодо відповідності дисертації вимогам, які висуваються до ступеня доктора філософії.

Розглянуте дисертаційне дослідження здобувача Максимова А.Є. на тему «Інформаційна технологія для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації»

цілком відповідає вимогам до дисертаційного дослідження на здобуття ступеня доктора філософії, наведеним у Постанові Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.22 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії». Дисертація може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді. Автор дисертації, Максимов А.Є., заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, галузі знань 12 Інформаційні технології.

Рецензент

д.т.н., професор,
професор кафедри
комп'ютерних наук та системного аналізу
Черкаського державного
технологічного університету



Олена ДАНЧЕНКО

Підпис

д.т.н., професора О.Б. Данченко
засвідчую
Учений секретар ЧДТУ
к.т.н., доцент



Ірина МИРОНЕЦЬ