

## РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора

**Федорова Євгена Євгеновича**

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.**

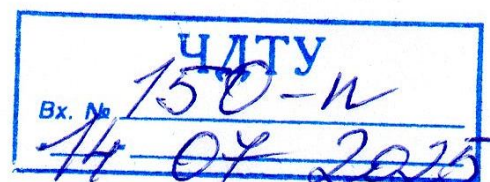
Сучасні підходи до прийняття рішень дедалі частіше використовують методи теорії ймовірностей, нечіткої логіки, штучного інтелекту, що відкриває нові можливості для створення інформаційних технологій, здатних працювати з неповною інформацією.

Розробка інформаційних технологій підтримки прийняття рішень є критично важливою в сферах, де управлінські помилки можуть спричинити серйозні економічні, соціальні чи екологічні наслідки. У цьому контексті актуальність дисертаційного дослідження, присвяченого створенню інформаційної технології для багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, зумовлена як науковими потребами, так і практичними викликами.

### **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, зокрема в ТОВ «Тріумф ІТ» (м. Черкаси, акт використання результатів від 17.03.2025) та ТОВ «РВК"ФЛАМІ» (м. Черкаси, акт використання результатів від 07.05.2025). Матеріали дисертаційного дослідження використовуються в освітньому процесі Черкаського державного технологічного університету при підготовці майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій, що підтверджує акт використання результатів від 08.05.2025.

Проведене дисертаційне дослідження ефективно демонструє, як розроблена інформаційна технологія, що ґрунтується на новітніх математичних моделях та методах в галузі прийняття рішень, позитивно впливає на підвищення ефективності управлінської та проектної діяльності. Зокрема, відзначено скорочення часових та фінансових витрат на 5-10%, що свідчить про значне покращення якості та оперативності управлінських рішень, а також їхню адаптивність у контексті сучасних ІТ-проектів.

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

Дисертація включає вступ, 5 розділів, висновки та 7 додатків. Обсяг дисертації складає 254 сторінки, з них основного тексту – 144 сторінки. Дисертаційна робота містить 73 рисунки, 16 таблиць в основному тексті та посилання на 239 використаних джерел.

*Анотація* дисертації містить стислий огляд основного змісту дослідження, в якому акцентовано увагу на використанні сучасних математичних методів прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Представлено наукову новизну й практичну цінність результатів українською та англійською мовами.

У *вступі* дисертації наведено обґрунтування актуальності проблеми прийняття рішень у складних інформаційних ситуаціях, визначено мету,



завдання дослідження, його зв'язок з науковими програмами, наукову новизну, практичну значущість, особистий внесок автора та апробацію результатів.

У розділі 1 розглянуто теоретичні основи систем підтримки прийняття рішень (СППР). Варто відзначити наведену класифікацію таких систем, надану загальну схему прийняття рішень, на основі якої розглянуто основні етапи прийняття рішень. Особливої уваги заслуговує проведений аналіз класичної структури СППР, в результаті чого запропоновано сучасну структуру веб-орієнтованої СППР, придатну до розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. У межах розділу чітко сформульовані науково-прикладна задача дослідження, його мета, завдання, об'єкт і предмет дисертаційного дослідження. З урахуванням мети і завдань побудована структура дослідження, що базується на використанні методів багатокритеріального аналізу, математичної статистики, теорії ймовірностей і теорії нечітких множин, інтегрованих у систему підтримки прийняття рішень на основі веб-орієнтованих інформаційних технологій.

У розділі 2 дисертаційної роботи проаналізовано і систематизовано основні інформаційні ситуації, які виникають під час прийняття рішень, розглянуто постановку задачі багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Розглянуто популярні методи розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень, проведено порівняння двох підходів до багатокритеріального прийняття рішень: багатоцільового прийняття рішень (MODM) і багатокритеріального аналізу альтернатив (MADM).

Варто відзначити запропоновану концептуальну модель R-U-F, яка формалізує та відображає зв'язок між інформаційними ситуаціями прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації.

Також суттєвим внеском можна вважати розроблену модель прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, узгоджену з концептуальною R-U-F-моделлю інформаційних ситуацій. Вона передбачає можливість використання як класичних, так і модифікованих, комбінованих або гібридних методів, з подальшим агрегуванням отриманих результатів для



забезпечення більш обґрунтованого вибору. Відповідно до цього, автором запропоновано методику застосування декількох методів прийняття рішень в межах однієї задачі з агрегуванням результатів за різними підходами до визначення вагових коефіцієнтів методів.

У розділі 3 дисертаційного дослідження сформульовано узагальнену задачу управління ризиками та задачу визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів. Особливої уваги заслуговує запропонована модель управління ризиками проєкту (PRMM), на основі якої запропоновано комбінований метод розв'язання задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів, який є комбінацією модифікованого методу матриці ризиків та методу аналізу ієрархій, що забезпечує математично обґрунтоване ранжування ризиків. Зазначені модель і комбінований метод лягли в основу розробленої автором інформаційної технології управління ризиками проєкту. До переваг цієї інформаційної технології можна віднести те, що вона надає користувачам більш широкі можливості для аналізу ризиків проєктів у порівнянні з іншими методами.

У розділі 4 дисертації розглянуто інформаційні ситуації прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Для кожного з розглянутих типів інформаційних ситуацій визначено відповідні задачі та обґрунтовано методи їх розв'язання.

В межах даного розділу наведено задачу тайм-менеджменту як задачу багатокритеріального прийняття рішень в умовах невизначеності і методи її розв'язання. Варто відзначити запропонований комбінований метод розв'язання задачі тайм-менеджменту в підпункті 4.3.2.

Також особливої уваги заслуговує пункт 4.4, в якому розглянуто задачу і методи прийняття рішень в умовах нечіткої інформації, в межах якого автором запропоновано модифікований метод Fuzzy TOPSIS розв'язування задачі багатокритеріального прийняття рішень. В цьому підпункті також варто відзначити підхід для визначення ваг критеріїв у класичному методі TOPSIS через використання лінгвістичних оцінок та застосування методики для



порівняння результатів застосування різних методів, зокрема FTOPSIS та TOPSIS з різними типами нечітких чисел.

*Розділ 5* дисертаційного дослідження присвячено проектуванню і розробці веб-орієнтованої СППР та огляду прикладів її застосування. В межах даного розділу здійснено концептуальне проектування веб-орієнтованої СППР, в результаті чого створено концептуальну модель функціонування веб-орієнтованої СППР та наведено абстрактну структуру піддоменів для впровадження цієї системи, що складається з інформаційно-реєстраційної частини та підсистеми підтримки прийняття рішень. Також у межах розділу виконано логічне проектування веб-орієнтованої СППР, в результаті чого створено логічну модель її використання для адміністратора та користувача, UML-діаграму станів системи контролю доступу, UML-діаграму процесу керування доступом у СППР.

Варто відзначити розроблені автором дослідження модулі веб-орієнтованої СППР для розв'язання деяких задач багатокритеріального прийняття рішень: 1) модуль для розв'язання задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів в управлінні проектами комбінованим методом, що поєднує метод аналізу ієрархій та модифікований метод матриці ризиків; 2) модуль для розв'язання задачі тайм-менеджменту комбінованим методом, що поєднує метод аналізу ієрархій та метод матриці Ейзенхауера; 3) модуль для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень модифікованим методом Fuzzy TOPSIS з використанням результатів групової експертизи та адаптацією популярних метрик для обчислення коефіцієнту близькості до нечіткого позитивного та нечіткого негативного ідеальних розв'язків для трикутних та трапецієвидних нечітких чисел; 4) модуль для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень декількома методами з агрегуванням результатів. Ці модулі веб-орієнтованої СППР є практичною реалізацією моделей, методів і методик, розроблених у межах дисертаційного дослідження.



## **5. Відсутність (наявність) порушень принципів академічної доброчесності.**

Ознак порушень принципів академічної доброчесності не встановлено.

## **6. Повнота викладення дисертації в опублікованих працях.**

Результати, отримані в дисертаційній роботі, відображено у 10 наукових працях, зокрема: 2 наукових статтях у іноземних виданнях, 2 наукових статтях, опублікованих у фахових виданнях України, 6 тезах міжнародних науково-технічних конференцій. Вважаю рівень та кількість наукових публікацій здобувача цілком достатнім.

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

Варто відзначити деякі недоліки дисертаційної роботи та висловити певні побажання:

1. У таблиці 2.2 – «Аналіз характеристик традиційних, модифікованих, комбінованих та гібридних методів прийняття рішень» наведено аналіз відмінностей між комбінованими та гібридними методами, але, вважаю, що він потребує більш глибокого дослідження в напрямі комбінованих та гібридних методів прийняття рішень, оскільки вони досить схожі між собою.

2. У співвідношенні (3.2) подано формальний вигляд моделі управління ризиками проєкту (PRMM) з подальшим описом її складових, який не достатньо структурований. Доцільно було б спочатку представити складові моделі у вигляді списку або таблиці для кращого сприйняття та збереження цілісності поданої інформації, а потім дати більш детальну їх характеристику.

3. У висновках до розділу 4 зазначено: «запропоновано модифікований метод FTOPSIS з використанням результатів групової експертизи та адаптацією популярних метрик для обчислення коефіцієнту близькості до нечіткого позитивного та нечіткого негативного ідеальних розв'язків для трикутних та трапецієвидних нечітких чисел, зокрема, евклідової метрики, мангеттенської метрики, метрик Чебишова, Мінковського і Геммінга, що забезпечує збереження



*властивостей метрик* і дозволяє більш точно оцінювати відстані між нечіткими ідеальним та антиідеальним рішеннями». Вважаю, що це формулювання потребує уточнення. Зокрема, доцільно було б конкретизувати, які саме метричні властивості маються на увазі.

4. У таблиці 4.1 наведено приклади лінгвістичних оцінок для нечітких чисел. Важливо проаналізувати чутливість моделі до незначних змін параметрів нечітких чисел. Зокрема, як зміняться результати прийняття рішень при корекції значень для «Низький» з (1, 3, 5) на (1, 2.5, 4.5). Такий аналіз сприятиме оцінці надійності та стійкості запропонованої моделі.

5. У пункті 5.1 «Концептуальне проектування веб-орієнтованої СППР» вибір каскадної моделі життєвого циклу програмного забезпечення як основи для створення СППР потребує більш глибокого обґрунтування.

6. У тексті дисертації присутні деякі некритичні стилістичні неточності, що є типовим явищем для наукових робіт подібного обсягу.

На мою думку, попри окремі вказані недоліки, представлена дисертаційна робота є вагомим науковим дослідженням і заслуговує на позитивну оцінку.

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

Вважаю, що розглянуте дисертаційне дослідження на тему «Інформаційна технологія для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації», автором якого є здобувач Максимов А.Є., 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, а її автор, Максимов Антон Євгенійович, заслуговує



на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, галузі знань 12 Інформаційні технології.

**Рецензент**

д.т.н., професор, професор кафедри  
статистики та прикладної математики  
Черкаського державного  
технологічного університету



Євген ФЕДОРОВ

**Підпис**

д.т.н., професора Є.Є. Федорова  
засвідчую  
Учений секретар ЧДТУ,  
к.т.н., доцент



Ірина МИРОНЕЦЬ