

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук **Гнатієнка Григорія Миколайовича** на дисертаційну роботу **Максимова Антона Євгенійовича** за темою «Інформаційна технологія для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

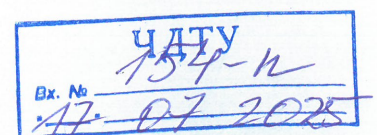
Ступінь актуальності обраної теми

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю ефективного розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень, що виникають у різних сферах людської діяльності. У цьому контексті актуальною науковою проблемою є розробка інформаційних технологій, які б забезпечували користувачеві можливість вибору та застосування ефективних методів прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації.

Особливої важливості набуває розробка інформаційних технологій підтримки прийняття рішень у сферах, де помилкові рішення можуть спричинити значні економічні, соціальні або екологічні наслідки. У цьому контексті тема дисертаційного дослідження, присвячена створенню інформаційної технології для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, є актуальною як у теоретичному, так і в прикладному аспекті.

Актуальність задач багатокритеріального прийняття рішень зумовлена тим, що в практиці управління, планування та аналізу часто виникає необхідність урахування множини суперечливих критеріїв, які впливають на вибір найкращого рішення. Це набуває особливого значення в ситуаціях, коли потрібно досягти компромісу між такими показниками ефективності, як витрати, якість, рівень ризику, стійкість функціонування системи тощо.

У дисертаційному дослідженні розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка полягає в удосконаленні існуючих та розробці нових моделей, методів та інформаційних засобів, які дозволять підвищити ефективність прийняття



рішень в умовах багатокритеріальності, ризику, невизначеності та нечіткої інформації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, підтверджується коректним використанням основних теоретичних положень, логічним представленням та доказовістю матеріалів роботи.

Аналіз моделей та методів, які використовує автор для вирішення поставленого завдання в дисертаційній роботі, в достатній мірі демонструє обґрунтованість та достовірність одержаних результатів наукового дослідження.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

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 ієрархій, 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.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

За результатами дослідження опубліковано 10 наукових праць: 2 наукові статті у іноземних виданнях, що індексуються у Scopus; 2 наукові статті у фахових виданнях України; 6 тез доповідей на наукових конференціях.

Для всіх наукових публікацій, які написані в співавторстві, у вступі дисертаційної роботи наведено відомості про особистий вклад автора дисертаційного дослідження.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Результати перевірки роботи сервісами Turnitin, аналізу публікацій здобувача, аналізу тексту дисертаційного дослідження та використаних автором джерел, свідчать про відсутність порушення академічної доброчесності автором дисертаційного дослідження.

Структура та зміст дисертаційного дослідження

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

Анотація дисертаційної роботи містить узагальнений виклад основного змісту дисертаційної роботи, у якому відображено ключові наукові положення, висновки та рекомендації. Вона подана українською та англійською мовами. У стислій формі представлено результати дослідження із зазначенням наукової новизни та прикладного значення.

У *вступі* дисертації обґрунтовано актуальність теми дослідження, розкрито зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету і завдання, охарактеризовано наукову новизну та практичну значущість одержаних результатів, визначено особистий внесок автора, а також наведено дані щодо апробації наукових результатів.

У *першому розділі* дисертаційної роботи розглянуто теоретичні відомості щодо СППР, ІТППР, надано класифікацію систем підтримки прийняття рішень за різними ознаками та їх призначення, наведено постановку задачі прийняття рішень і задачі багатокритеріального прийняття рішень.

Особливої уваги заслуговує проведений аналіз щодо структур СППР, зокрема наведено класичну структуру СППР та структуру веб-орієнтованої СППР з її можливими компонентами, виділено недоліки цих структур. Варто відзначити запропоновану сучасну структуру веб-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень, до якої наведено опис її компонентів та особливості їх взаємодії для забезпечення інтерактивної підтримки процесу

прийняття рішень. В цьому розділі дисертаційної роботи наведено також постановку задачі дослідження та розроблено структуру наукового дослідження, що включає в себе мету дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукову задачу, завдання дослідження, комплекс методів дослідження, очікуваний результат дослідження.

У *другому розділі* дисертаційної роботи наведено теоретичні відомості щодо інформаційних ситуацій прийняття рішень, зокрема проаналізовано та систематизовано інформаційні ситуації прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Також виконано загальну постановку задачі багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Варто відзначити обґрунтування того, що задачі прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації з формальної точки зору є частинними випадками загальної задачі багатокритеріального прийняття рішень.

Особливої уваги заслуговує розроблена концептуальна модель R-U-F можливих інформаційних ситуацій прийняття рішень та побудована на її основі модель процесу прийняття рішень. Модель R-U-F відображає взаємозв'язок між основними типами складних інформаційних ситуацій, що виникають під час багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. У розробленій моделі визначено її етапи, завдання та кроки.

У межах цього розділу здійснено також аналіз характеристик основних класів методів прийняття рішень: традиційних, модифікованих, комбінованих та гібридних, наведено їх переваги та недоліки, проаналізовано популярні методи розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень (MCDM).

Варто відзначити розроблену методику застосування декількох методів прийняття рішень в межах однієї задачі з агрегуванням результатів за різними підходами до визначення вагових коефіцієнтів методів, зокрема: за допомогою експертного оцінювання; з використанням процедури парних порівнянь методу аналізу ієрархій; з використанням середнього геометричного для випадку рівної важливості методів.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи наведено постановку задачі управління ризиками в загальному виді та для задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів; проведено аналіз засобів управління ризиками, зокрема стандартів, методологій і методів, та розроблено відповідну діаграму взаємозв'язку між ними. Варто відзначити створену модель управління ризиками проєкту (Project Risk Management Model, PRMM). На основі моделі PRMM запропоновано і обґрунтовано комбінований метод розв'язання задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів, який є комбінацією модифікованого методу матриці ризиків та методу аналізу ієрархій.

У *четвертому розділі* дисертаційного дослідження наведено інформаційні ситуації прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, розглянуто відповідні задачі прийняття рішень для заданих умов і методи їх розв'язання.

Особливої уваги заслуговує створений комбінований метод розв'язання задачі тайм-менеджменту, що поєднує в собі метод аналізу ієрархії та метод матриці Ейзенхауера.

Також доцільно відзначити запропонований модифікований метод FTOPSIS з використанням результатів групової експертизи та адаптацією популярних метрик, таких як: евклідова метрика, мангеттенська метрика, метрики Чебишова, Мінковського і Геммінга. Зазначені метрики адаптовані до нечітких чисел та використовуються для обчислення коефіцієнтів близькості до нечіткого позитивного та нечіткого негативного ідеальних розв'язків для трикутних та трапецієвидних нечітких чисел. Також варто відзначити запропонований підхід для визначення ваг критеріїв у класичному методі TOPSIS через використання лінгвістичних оцінок. Корисною є запропонована методика для порівняння результатів застосування різних методів, зокрема FTOPSIS із застосуванням трикутних та трапецієвидних нечітких чисел, TOPSIS з трикутними та трапецієвидними нечіткими числами, одержаними за різними метриками, що надає можливість проаналізувати масштаби відхилень та оцінити якість та узгодженість роботи експертів.

У *п'ятому розділі* дисертаційного дослідження зроблено концептуальне та логічне проектування веб-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень, наведено абстрактну структуру піддоменів для впровадження СППР, що складається з інформаційно-реєстраційної частини та підсистеми підтримки прийняття рішень. У цьому розділі визначено інструменти для створення веб-орієнтованої СППР, наведено їх основні характеристики, а також обґрунтовано вибір і доцільність їх застосування для реалізації проєкту.

Варто відзначити представлені модулі веб-орієнтованої СППР для розв'язання деяких задач багатокритеріального прийняття рішень, серед яких: модуль для розв'язання задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів в управлінні проєктами комбінованим методом; модуль для розв'язання задачі тайм-менеджменту комбінованим методом; модуль для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень модифікованим методом Fuzzy TOPSIS; модуль для розв'язання задачі багатокритеріального прийняття рішень декількома методами з агрегуванням результатів.

Практична цінність результатів роботи

Практичне значення отриманих результатів полягає у створеній інформаційній технології, яка складається з модулів веб-орієнтованої СППР, що реалізують запропоновані моделі та методи багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності й нечіткої інформації, забезпечують інтерактивну взаємодію з користувачем і дають змогу ефективно впроваджувати розроблену інформаційну технологію в практичну діяльність.

Практичне значення одержаних результатів наукового дослідження підтверджено при застосуванні розробленої інформаційної технології в процесах прийняття рішень в ТОВ «Тріумф ІТ», м. Черкаси (акт використання результатів від 17.03.2025); ТОВ «РВК"ФЛАМІ», м. Черкаси (акт використання результатів від 07.05.2025), а також в освітньому процесі ЧДТУ при підготовці навчальних матеріалів з дисциплін «Системи і методи прийняття рішень в управлінні стартапами та проєктами в галузі інформаційних технологій» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, освітня

програма «Управління стартапами і проєктами в галузі інформаційних технологій», з дисципліни вільного вибору «Нечіткі моделі і методи прийняття рішень» для здобувачів освітнього ступеня магістр всіх спеціальностей і всіх освітніх програм галузі знань 12 Інформаційні технології на кафедрі комп'ютерних наук та системного аналізу (акт використання результатів від 08.05.2025).

Застосування інформаційної технології, створеної на основі новітніх математичних моделей і методів в межах дисертаційного дослідження, продемонструвало позитивний вплив на підвищення ефективності управлінської та проєктної діяльності окремих підприємств. Зокрема, зафіксоване зниження витрат часу та фінансових ресурсів в межах 5-10 % свідчить про підвищення якості обґрунтування управлінських рішень, зростання їх оперативності та адаптивності, що є важливими критеріями ефективного управління сучасними ІТ-проєктами.

Зауваження до дисертаційної роботи

Оцінюючи в цілому позитивно дисертаційну роботу Максимова А.Є., слід навести деякі зауваження:

1. У підрозділі 1.2 класифікація систем підтримки прийняття рішень подана занадто широко. Доцільно було б винести цей матеріал у додатки дисертації.

2. У підрозділі 2.2 зазначається, що задачі прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації з формальної точки зору є частинними випадками загальної задачі багатокритеріального прийняття рішень. Проте, це обґрунтування потребує більш розгорнутого представлення, зокрема, шляхом доповнення теоретичної бази прикладами практичного застосування.

3. У пункті 4.4.2 «Модифікований метод Fuzzy TOPSIS розв'язування задачі багатокритеріального прийняття рішень» доцільно доповнити обґрунтування вибору кожної з метрик (евклідова, мангеттенська, Чебишова, Мінковського, Геммінга) з огляду на їхні особливості використання для трикутних і трапецієподібних нечітких чисел та вплив на результати.

4. У модифікованому методі Fuzzy TOPSIS доцільно було б також розширити розглянуті метрики для обчислення коефіцієнтів близькості до нечіткого позитивного ідеального розв'язку (FPIS) та нечіткого негативного ідеального розв'язку (FNIS), наприклад, за рахунок метрики Махаланобіса, оскільки її застосування можна обґрунтувати здатністю враховувати кореляційні взаємозв'язки між змінними.

5. У розділі 5 дисертації наведено програмну реалізацію розробленої інформаційної технології, яка є ефективною для статичних ситуацій. Водночас вона потребує глибшого аналізу здатності до адаптації та перегляду рішень у динамічному проєктному середовищі, де умови можуть швидко змінюватися.

6. У тексті дисертації є недоліки стилістичного та синтаксичного характеру.

Наведені зауваження не впливають на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи та не зменшують її наукової цінності й практичної значущості. Дисертація є завершеним науковим дослідженням, результати якого можуть бути корисними для подальших розробок у відповідній галузі.

Загальні висновки за дисертаційним дослідженням

Проаналізована мною дисертація є завершеною науково-дослідницькою роботою, в якій запропоновано моделі, методи та веб-орієнтована інформаційна технологія для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень, що забезпечують комплексну оцінку альтернатив і підвищують ефективність процесу прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації.

Висновки, наведені в дисертації, повною мірою охоплюють результати дослідження і є коректними. Результати проведених здобувачем досліджень мають істотне значення для галузі знань 12 «Інформаційні технології», зокрема, для розвитку моделей та методів прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації.

Анотація дисертації є узагальненим коротким викладом основного змісту дисертації та висвітлює її основні наукові положення, висновки та рекомендації.

Текст дисертаційного дослідження розміщено на офіційному сайті Черкаського державного технологічного університету.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, знайшли достатнє відображення в наукових публікаціях, виконаних за тематикою дослідження. У вступі дисертації зазначено особистий внесок автора в кожну з публікацій, написаних у співавторстві.

Дисертаційна робота відповідає вимогам, 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». Зміст дисертації відповідає темі дослідження та у достатньому обсязі розкриває сутність вирішення поставлених завдань.

Вважаю, що дисертаційне дослідження на тему «Інформаційна технологія для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації» відповідає вимогам МОН України. Автор дисертаційного дослідження Максимов Антон Євгенійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент
кандидат технічних наук
заступник декана факультету
інформаційних технологій
Київського національного
університету імені Тараса Шевченка
Міністерства освіти і науки України



Григорій ГНАТІЄНКО

Підпис
к.т.н. Г.М. Гнатієнка
засвідчую

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР НАЧ
КАРАУЛЬНА Н.В.
16.07 2025р.

