

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, професора **ЗАЧКА Олега Богдановича**  
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.***

В умовах динамічного розвитку цифрових технологій ефективно управління проєктами залежить від прийняття рішень в умовах високих ризиків, невизначеності та інформаційної нечіткості. Існуючі методи прийняття рішень часто не забезпечують належної гнучкості. Потреба у нових підходах, що дозволяють інтегрувати інструменти багатокритеріального аналізу та враховувати складні критерії, є очевидною.

Сучасні напрями розвитку теорії прийняття рішень, зокрема методи нечіткої логіки та теорії ймовірностей, відкривають нові можливості для розробки ефективних інформаційних технологій. Ці технології здатні враховувати як кількісні, так і якісні характеристики даних, а інтеграція таких підходів у єдину інформаційну технологію дозволяє значно підвищити якість рішень, що приймаються в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації.

У цьому контексті актуальність дисертації полягає у створенні інформаційної технології, що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення з урахуванням багатьох критеріїв. Особливо це важливо для галузей, де помилки у виборі стратегії можуть призвести до суттєвих втрат.

У дисертаційному дослідженні вирішена актуальна науково-прикладна задача, що 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. Ця робота є актуальною і має значний потенціал для практичного застосування.

***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 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.

*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 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.***

Дисертаційна робота 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.

Зміст *анотації* є узагальненим коротким викладом основного змісту дисертації та висвітлює її основні наукові положення, висновки і рекомендації. Анотацію подано державною та англійською мовами. В анотації стисло представлені основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни та практичного значення.

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* дисертаційної роботи розглянуто теоретичні основи систем підтримки прийняття рішень (СППР), наведено їх класифікацію за різними ознаками. Особливої уваги заслуговує запропонована сучасна структура веб-орієнтованої СППР, адаптована до потреб та викликів сьогодення (рис. 1.6).

Також в межах розділу виконано 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 виконано загальну постановку задачі багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. Особливої уваги заслуговує демонстрація того, що задачі прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації є, з

формальної точки зору, частинними випадками загальної задачі багатокритеріального прийняття рішень.

Варто відзначити розроблену автором дослідження концептуальну модель R-U-F (рис. 2.1), що формалізує взаємозв'язки між класами інформаційних ситуацій прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації. На базі R-U-F-моделі розроблено оригінальну модель процесу прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, яка передбачає можливість вибору кількох методів для розв'язання поставленої задачі багатокритеріального прийняття рішень з подальшим агрегуванням одержаних результатів. Також, суттєвим результатом є розроблена методика застосування декількох методів прийняття рішень в межах однієї задачі з агрегуванням результатів за різними підходами до визначення вагових коефіцієнтів методів.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи наведено постановку задачі управління ризиками в загальному вигляді та постановку задачі визначення рівнів ризиків та їх пріоритетів. Особливої уваги заслуговує побудована модель управління ризиками проєкту (Project Risk Management Model), на основі якої запропоновано і обґрунтовано метод для аналізу ризиків проєкту, який є комбінацією модифікованого методу матриці ризиків, що надає можливість з високою точністю визначити рівень ризику за більш широкою шкалою і більшою кількістю критеріїв, ніж традиційний метод матриці ризиків, та методу аналізу ієрархій, за допомогою якого визначаються пріоритети ризиків та їх ранги.

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

Суттєвим результатом дослідження є запропонований комбінований метод розв'язання задачі тайм-менеджменту, що поєднує в собі метод аналізу ієрархії та метод матриці Ейзенхауера. Також варто відзначити запропонований модифікований метод FTOPSIS з використанням результатів групової



експертизи та адаптацією популярних метрик (евклідової метрики, мангеттенської метрики, метрик Чебишова, Мінковського і Геммінга) для обчислення коефіцієнтів близькості до нечіткого позитивного та нечіткого негативного ідеальних розв'язків для трикутних та трапецієвидних нечітких чисел. Корисним є запропонований підхід для визначення ваг критеріїв у класичному методі TOPSIS через використання лінгвістичних оцінок.

Варто відзначити запропоновану методику 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 роботи експертів.

У *п'ятому розділі* дисертації виконано концептуальне і логічне проєктування веб-орієнтованої СППР. Особливої уваги заслуговують представлені результати з розробки модулів 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.***

Практична цінність одержаних результатів полягає у створенні інформаційної технології та відповідних модулів СППР, що реалізують розроблені моделі та методи багатокритеріального прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації, а також забезпечують інтерактивну роботу користувача і дозволяють ефективно застосовувати розроблену інформаційну технологію на практиці.

Практичне значення результатів роботи підтверджується впровадженням їх в практику управління інформаційними ризиками 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 проектами в галузі інформаційних технологій» для здобувачів освітнього ступеня магістр за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, освітня програма «Управління стартапами і проектами 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).

Розроблена Максимовим А.Є. інформаційна технологія на основі новітніх математичних моделей і методів, сприяла підвищенню ефективності управлінських процесів на підприємствах. Зафіксоване скорочення часових і фінансових витрат на 5-10 % свідчить про зростання обґрунтованості, оперативності та гнучкості прийнятих рішень – ключових чинників успішного управління ІТ-проектами.

Результати дисертаційного дослідження можуть бути ефективно застосовані в управлінській практиці незалежно від форми власності чи галузевої належності, зокрема в процесах прийняття рішень не лише в ІТ-компаніях та проектах, а й у ширшому галузевому колі.

#### ***Зауваження до дисертаційної роботи.***

Оцінюючи позитивно дисертаційну роботу Максимова А.Є., слід висловити деякі зауваження і побажання:

1. У розділі 3.2 «Аналіз засобів управління ризиками», автор приділяє основну увагу стандарту ISO 31000 як інструменту для управління ризиками, водночас стисло аналізує інші стандарти. Доцільним є більш ґрунтовний розгляд альтернативних підходів до управління ризиками та порівняння ефективності їх впровадження у відповідному контексті дослідження. Зокрема, доцільно доповнити аналіз такими підходами, як COSO ERM, FERMA RMS; NIST RMF.

2. У роботі подано приклади практичного застосування запропонованої інформаційної технології в управлінні IT-проектами. Однак сферу застосування запропонованої інформаційної технології прийняття рішень в умовах ризику, невизначеності та нечіткої інформації бажано розширити за рахунок застосування в інших галузях.

3. У 5 розділі дисертаційного дослідження спроектовано і описано розробку веб-орієнтованої СППР, що може ефективно використовуватися для розв'язання задач багатокритеріального прийняття рішень. Разом з тим, у роботі недостатньо уваги приділено організаційно-управлінським аспектам масштабування системи: наприклад, які ресурси потрібні для її підтримки, адаптації та розвитку.

4. Також у межах розділу 5 було б доцільно розглянути можливості інтеграції розробленої технології з існуючими інформаційними системами управління проектами (Jira, Asana, Microsoft Project тощо) для забезпечення безперервності процесів планування та контролю прийняття рішень.

5. По тексту роботи трапляються стилістичні, орфографічні помилки.

Наведені зауваження і побажання не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи.

#### ***Загальні висновки за дисертаційним дослідженням.***

Дисертація Максимова А.Є. є завершеною науково-дослідницькою роботою, в якій запропоновані нові моделі, методи та розроблена 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 за дисертацією в повній мірі 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 і рекомендації, сформульовані у дисертації, достатньо повно викладені у наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації. У вступі дисертації вказано особистий вклад автора дисертаційного дослідження для всіх публікацій, які написані 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.

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

Офіційний опонент,  
професор кафедри права та менеджменту у сфері цивільного  
захисту Львівського державного університету безпеки  
життєдіяльності  
Заслужений діяч науки і техніки України,  
доктор технічних наук, професор

Підпис

д.т.н., професор О.Б.

засвідчую

Проректор з наукової роботи

доктор технічних наук, професор



17.07.2025

Олег ЗАЧКО

Василь ПОПОВИЧ