РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента Фесенка Андрія Олексійовича, декана факультету комп'ютерних наук та технологій Національного університету «Київський авіаційний інститут» на дисертацію Хомчака Михайла Вікторовича на тему «Модель вибору та впровадження хмарних сервісів для великих підприємств», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується масштабною цифровою трансформацією підприємств та переходом від традиційних моделей побудови корпоративної ІТ-інфраструктури до використання хмарних платформ і сервісів. Хмарні технології є одним із ключових інструментів забезпечення гнучкості та масштабованості інформаційних систем, оптимізації витрат, підвищення доступності цифрових сервісів і забезпечення безперервності бізнес-процесів.

Особливого значення зазначена проблематика набуває для великих підприємств, ІТ-системи яких характеризуються складною структурою, значною кількістю взаємопов'язаних компонентів, високими вимогами до продуктивності, надійності, інформаційної та кібербезпеки. Для українських підприємств, зокрема об'єктів критичної інфраструктури, в умовах воєнного стану додаткового значення набувають питання стійкості інформаційних систем, безперервності їх функціонування, захисту даних та оперативного відновлення інформаційних ресурсів.

Водночас вибір хмарних сервісів для великого підприємства є складною багатокритеріальною задачею, що потребує врахування економічних, технічних, безпекових, правових та організаційних критеріїв. Їх суперечливість, невизначеність вихідної інформації, суб'єктивність експертних оцінок і зміна пріоритетів особи, що приймає рішення, обмежують

можливості традиційних підходів до формування обґрунтованих компромісних рішень.

У зв'язку з цим актуальним науковим завданням є розвиток моделей і методів підтримки прийняття рішень щодо вибору та впровадження хмарних сервісів, які забезпечують формалізацію різнорідних критеріїв, врахування невизначеності експертних оцінок та конфліктності критеріїв. Застосоване в дисертаційній роботі поєднання апарату нечіткої логіки, методів еволюційної багатокритеріальної оптимізації та теорії ігор спрямоване на підвищення обґрунтованості процесу вибору хмарних сервісів та його адаптацію до стратегічних пріоритетів підприємства.

Таким чином, дисертаційна робота Хомчака Михайла Вікторовича «Модель вибору та впровадження хмарних сервісів для великих підприємств» присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання, має наукове та практичне значення, а її спрямованість відповідає сучасним тенденціям розвитку комп'ютерних наук та актуальним потребам цифрової трансформації великих підприємств.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи Хомчака М.В. характеризуються достатнім рівнем теоретичної обґрунтованості та достовірності, що забезпечується послідовністю постановки і розв'язання завдань дослідження, використанням відповідного математичного апарату та експериментальною перевіркою отриманих результатів.

Обґрунтованість основних наукових положень забезпечується логікою проведеного дослідження. Сформована автором таксономія економічних, технічних, безпекових, правових та організаційних критеріїв стала основою формалізації задачі багатокритеріального вибору хмарних сервісів. Для врахування невизначеності експертних оцінок використано апарат нечіткої логіки, для формування множини компромісних альтернатив - методи еволюційної багатокритеріальної оптимізації, а для врахування конфліктності

критеріїв та адаптації їх вагових коефіцієнтів - елементи теорії ігор. Застосований математичний апарат відповідає характеру поставленого наукового завдання, а розроблені моделі логічно пов'язані в межах методу структурованого впровадження хмарної інфраструктури.

Достовірність отриманих результатів підтверджується проведеною експериментальною перевіркою з використанням сформованого на основі експертного опитування набору даних. Заслуговує на позитивну оцінку застосування та порівняльний аналіз еволюційних алгоритмів багатокритеріальної оптимізації NSGA-II, NSGA-III та MOEA/D. Для кількісного оцінювання отриманих Парето-множин використано показники Hypervolume та Spacing, що дозволило встановити особливості застосування досліджуваних алгоритмів. Додатковим підтвердженням працездатності запропонованих моделей і методу є їх програмна реалізація та апробація під час розв'язання практичних задач вибору хмарних сервісів.

Таким чином, використаний математичний апарат, результати обчислювальних експериментів, порівняльного оцінювання алгоритмів та практичної апробації дають підстави вважати основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи Хомчака М.В. достатньо обґрунтованими та достовірними.

Наукова новизна одержаних результатів дисертаційних досліджень. Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження Хомчака М.В. полягає у розвитку моделей і методів підтримки прийняття рішень щодо вибору та впровадження хмарних сервісів у корпоративні ІТ-системи великих підприємств на основі комплексного застосування нечіткої логіки, еволюційної багатокритеріальної оптимізації та теорії ігор.

Вперше розроблено комбіновану модель ранжування Парето-альтернатив у нечіткому просторі, яка поєднує оцінювання Парето-оптимальних альтернатив на основі функції бажаності та евклідової відстані до вектора бажаних рівнів із використанням ігрового апарату для визначення ваг критеріїв. Це дозволяє враховувати переваги особи, що приймає рішення,

без жорсткого попереднього задання ваг та забезпечує адаптивність ранжування до зміни стратегічних пріоритетів підприємства.

Вперше розроблено цілісний метод структурованого впровадження хмарної інфраструктури у корпоративні IT-системи великих підприємств, який поєднує формування критеріального профілю підприємства, узгодження ваг критеріїв із використанням теорії ігор, багатокритеріальну еволюційну оптимізацію із застосуванням NSGA-III та MOEA/D, ранжування Парето-альтернатив і формування рекомендацій щодо вибору та впровадження хмарних сервісів. Особливістю методу є можливість рекурсивного оновлення моделі за результатами моніторингу ключових показників ефективності.

Удосконалено модель вибору хмарних сервісів для великих підприємств шляхом формалізації критеріїв із використанням нечітких функцій належності та інтеграції з еволюційними алгоритмами багатокритеріальної оптимізації NSGA-III та MOEA/D. Це дозволяє враховувати невизначеність і варіативність експертних оцінок та формувати множину Парето-оптимальних рішень.

Удосконалено модель балансування ваг критеріїв вибору хмарних сервісів шляхом застосування апарату кооперативної теорії ігор та вектора Шеплі для оцінювання внеску окремих критеріїв і їх коаліцій у формування результуючого рішення. На відміну від використання фіксованих вагових коефіцієнтів, такий підхід дозволяє адаптувати значущість критеріїв до сценарію використання хмарних сервісів і стратегічних пріоритетів підприємства.

Слід позитивно відзначити взаємопов'язаність наведених положень наукової новизни, які в сукупності формують цілісний процес підтримки прийняття рішень - від формалізації критеріального простору та врахування невизначеності експертних оцінок до балансування ваг, формування й ранжування Парето-альтернатив та вибору хмарних сервісів. Наукова цінність результатів додатково підтверджується проведеним автором порівняльним аналізом запропонованого методу з відомими методами багатокритеріального прийняття рішень AHP, Fuzzy AHP, TOPSIS, VIKOR та ELECTRE.

Таким чином, положення наукової новизни відповідають меті та завданням дисертаційного дослідження, а розроблені та удосконалені моделі і метод у сукупності становлять внесок у розвиток моделей і методів підтримки прийняття рішень щодо вибору та впровадження хмарних сервісів у корпоративні IT-системи великих підприємств.

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях, особистий внесок здобувача. Основні наукові положення та результати дисертаційного дослідження Хомчака М.В. достатньо повно відображені в опублікованих наукових працях здобувача.

За тематикою дисертації опубліковано 8 наукових праць, з яких 4 статті у фахових наукових виданнях України, 1 стаття у виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз, 2 публікації апробаційного характеру та 1 стаття, що додатково відображає результати дослідження. Зміст публікацій охоплює основні наукові результати та відповідає тематиці дисертаційної роботи.

Значна частина основних результатів опублікована здобувачем одноосібно. У працях, виконаних у співавторстві, особистий внесок Хомчака М.В. чітко визначений та полягає, зокрема, у розробленні моделі вибору хмарних сервісних платформ, її експериментальній перевірці й аналізі отриманих результатів, а також у розробленні методу структурованого впровадження хмарної інфраструктури.

Таким чином, повнота опублікування основних результатів дисертації та особистий внесок здобувача відповідають вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає у можливості використання розроблених моделей та методу структурованого впровадження хмарної інфраструктури в системах підтримки прийняття рішень щодо вибору та впровадження хмарних сервісів. Практична реалізованість запропонованого

підходу підтверджується його програмною реалізацією та впровадженням у діяльність підприємств.

У ТОВ «Київстар.Тех» модель вибору та впровадження хмарних сервісів і розроблений опитувальник використано у внутрішньому процесі підтримки прийняття рішень. За наведеними в дисертації результатами це дозволило вдвічі скоротити час вибору цільового рішення та зменшити вартість володіння інфраструктурою на 15 %, що підтверджено актом впровадження від 06.03.2026 р.

У ТОВ «Тріангу-Україна» на основі розробленого методу реалізовано програмний застосунок «Система вибору хмарних сервісів», апробація якого засвідчила покращення продуктивності хмарної інфраструктури на 22,7 % та зниження витрат на 15,9 %. Результати підтверджено актом впровадження від 22.12.2025 р.

Таким чином, практичне значення одержаних результатів підтверджується їх програмною реалізацією, впровадженням на підприємствах та отриманими кількісними показниками ефективності, що свідчить про практичну придатність запропонованих моделей і методу.

Структура та зміст дисертації. Дисертаційна робота має логічно завершену структуру, що відповідає меті та завданням дослідження. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 205 сторінок, з яких 154 сторінки основного тексту; список використаних джерел налічує 167 найменувань.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан використання хмарних сервісів великими підприємствами та існуючі підходи до їх вибору і впровадження, сформовано таксономію відповідних критеріїв. У другому розділі викладено основні наукові результати роботи: розроблені та

удосконалені моделі, а також метод структурованого впровадження хмарної інфраструктури. У третьому розділі наведено результати експериментальної перевірки запропонованих моделей і методу. У висновках узагальнено основні наукові та практичні результати відповідно до поставлених завдань.

Структура дисертації є послідовною та логічною: від аналізу предметної області й постановки задачі автор переходить до розроблення моделей і методу, їх експериментальної перевірки та практичного впровадження. Зміст роботи достатньо повно відображає результати проведеного дисертаційного дослідження.

Оцінка мови та стилю дисертації. Відомості про відсутність текстових запозичень та порушень академічної доброчесності. Дисертаційна робота Хомчака М.В. викладена у науковому стилі, матеріал подано послідовно та логічно, з використанням термінології, що відповідає предметній області дослідження. Стиль викладу забезпечує належне сприйняття теоретичних положень, математичних моделей та результатів експериментальних досліджень.

Дисертація має характер самостійної наукової праці. Використані положення та результати інших авторів супроводжуються відповідними посиланнями, а особистий внесок здобувача у спільних публікаціях визначено. За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації та інших порушень академічної доброчесності не виявлено.

Відповідність дисертації спеціальності та рекомендації щодо подальшого розвитку досліджень. За своїм змістом, поставленими науковими завданнями, використаними методами та одержаними результатами дисертаційна робота Хомчака М.В. «Модель вибору та впровадження хмарних сервісів для великих підприємств» відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології». Розроблені та удосконалені моделі, метод структурованого впровадження хмарної інфраструктури, застосований математичний та

алгоритмічний апарат безпосередньо відповідають предметній області комп'ютерних наук.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Водночас окремі її положення визначають перспективні напрями подальшого розвитку отриманих результатів, серед яких доцільно відзначити:

1. Подальше дослідження масштабованості запропонованих моделей та методу СВХІ при збільшенні кількості критеріїв, альтернатив і сценаріїв використання хмарних сервісів, що дозволило б додатково визначити межі ефективного застосування запропонованого підходу.

2. Розвиток моделі балансування ваг критеріїв у напрямі врахування їх динамічної зміни у часі, зокрема із застосуванням повторюваних або диференціальних ігор для моделювання зміни пріоритетів підприємства.

3. Розширення експериментальної апробації методу СВХІ на підприємствах різних галузей та для різних моделей використання хмарних сервісів, що дозволило б додатково дослідити універсальність і стійкість запропонованих рішень.

4. Подальший розвиток програмної реалізації запропонованого методу в напрямі створення повнофункціональної системи підтримки прийняття рішень з автоматизованим отриманням актуальних характеристик хмарних сервісів, моніторингом ключових показників ефективності та оновленням рекомендацій.

Зазначені рекомендації мають дискусійний характер, не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Загальна оцінка дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Хомчака Михайла Вікторовича на тему «Модель вибору та впровадження хмарних сервісів для великих підприємств» є завершеною самостійною кваліфікаційною науковою працею, у якій вирішено актуальне науково-прикладне завдання забезпечення підтримки прийняття рішень щодо вибору та впровадження хмарних сервісів у корпоративні ІТ-системи великих

підприємств в умовах багатокритеріальності, невизначеності експертних оцінок та конфліктності критеріїв.

Одержані в дисертаційній роботі наукові результати є достатньо обґрунтованими та достовірними, характеризуються науковою новизною і мають практичне значення. Поставлені в роботі мета та завдання дослідження в цілому досягнуті, а сформульовані висновки відповідають змісту проведених теоретичних та експериментальних досліджень. Основні положення дисертаційної роботи достатньо повно відображено у наукових публікаціях здобувача та апробовано на наукових заходах.

У цілому дисертаційна робота є самостійним, логічно завершеним і якісно виконаним науковим дослідженням, результати якого становлять вагомий внесок та мають перспективи подальшого наукового і практичного розвитку.

На підставі всебічного аналізу дисертаційної роботи, її змісту, наукових положень, одержаних результатів, їх теоретичної обгрунтованості, практичної значущості, рівня апробації та повноти висвітлення у наукових публікаціях зроблено висновок, що дисертаційна робота на тему «Модель вибору та впровадження хмарних сервісів для великих підприємств» є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання, що має істотне значення для розвитку комп'ютерних наук.

Висловлені у рецензії зауваження мають рекомендаційний характер, стосуються переважно перспектив подальшого розвитку дослідження та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, її наукової новизни, достовірності, теоретичної та практичної цінності.

Таким чином, дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, установленим Законом України «Про вищу освіту», Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від

12 січня 2022 року № 44 (зі змінами), а також вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

З огляду на вищезазначене, вважаю, що ХОМЧАК Михайло Вікторович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії у галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

декан факультету комп'ютерних наук
та технологій Національного університету
«Київський авіаційний інститут»,
кандидат технічних наук, доцент Андрій ФЕСЕНКО

