

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Годлюка Віктора Васильовича
«Математичні моделі та методи роботи цифрових платформ»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 113 – «Прикладна математика»

Актуальність теми дисертації

Стрімка цифрова трансформація економіки та стрімке зростання частки двобічних платформних сервісів зумовлюють гостру потребу у створенні надійного математичного апарату для їхнього аналізу та оптимізації. Сучасні платформи послуг функціонують в умовах високої стохастичності, нелінійних мережових ефектів та необхідності прийняття рішень у реальному часі, що робить класичні економічні та ігрові підходи недостатньо ефективними для оперативного управління. У цьому контексті розробка цілісних математичних моделей, які інтегрують структурний, динамічний та оптимізаційний рівні є науково та практично актуальною. Обрана здобувачем тема спрямована на формалізацію процесів матчингу, аналіз стійкості екосистем та оптимізацію розподілу ресурсів, що відповідає сучасним викликам цифрової економіки.

Зв'язок дослідження з науковими програмами та темами

Дисертаційні дослідження проведено у відповідності та в рамках науково-дослідних робіт Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. Результати безпосередньо пов'язані з виконанням тем: «Розробити методи трансформації документоорієнтованих інформаційних систем в хмарні сервіси» (номер державної реєстрації 0118U001111) у 2022 р., «Розробити математичні моделі архітектури цифровізованих інфраструктурних реєстрів у хмарному середовищі» (номер державної реєстрації 0123U100813) у 2023–2026 р., «Технологічний розвиток та підтримка роботи Архіву препринтів і Головного порталу відкритої науки НАН України – Цільовий науково-технічний проєкт НАН України «Впровадження і підтримка відкритої науки в

установах НАН України (OPENS2)» на 2025–2026 рр.» (номер державної реєстрації 0123U002244) у 2025р. Дисертація відповідає пріоритетним напрямкам розвитку прикладної математики та цифрових технологій, затвердженим МОН України.

Рівень обґрунтованості наукових результатів

Наукові результати, представлені здобувачем, мають достатнє теоретичне та експериментальне підґрунтя. Автор послідовно застосовує апарат теорії графів, систем диференціальних рівнянь, марковських процесів та стохастичного програмування, забезпечуючи строгу формалізацію поставлених задач. Перевірка адекватності моделей здійснена шляхом серії обчислювальних експериментів у середовищі Python з використанням стандартних наукових бібліотек, що підтверджує коректність математичних висновків та практичну придатність розроблених алгоритмів.

Огляд змісту дисертації та відповідності вимогам до оформлення

Дисертаційна робота відповідає вимогам до оформлення дисертацій доктора філософії та містить необхідні структурні елементи: анотацію, перелік умовних скорочень, вступ, три розділи, загальні висновки, список використаних джерел (109 найменувань) та п'ять додатків. Обсяг основного тексту становить 128 сторінок.

У першому розділі здійснено аналіз цифрових платформ як об'єктів математичного моделювання, подано їх класифікацію, описано ключові процеси функціонування та обґрунтовано обмеження економічних і ігрових підходів для задач реального часу.

Другий розділ присвячено розробці математичних моделей: мережевої, динамічної залучення учасників, моделі матчингу з обмеженнями, а також аналізу властивостей моделей щодо існування розв'язку, стійкості та масштабованості.

У третьому розділі представлено формалізацію багатокритеріального матчингу як задачі дискретної оптимізації, застосування лінійного, нелінійного, стохастичного програмування, гібридний адаптивний алгоритм матчингу, симуляційне моделювання, аналіз етики алгоритмів та порівняльне тестування запропонованого методу.

Наукова новизна результатів дисертації

На основі систем диференціальних рівнянь із зворотним зв'язком удосконалено модель динаміки залучення учасників, у якій вперше формалізовано вплив нелінійних мережевих ефектів на структурну стабільність в умовах волатильності попиту.

Вперше запропоновано мережеву модель цифрової платформи у вигляді динамічного зваженого дводольного графа, що інтегрує просторові, часові характеристики та репутаційні профілі.

Математично доведено, що застосування мінімаксного критерію при розподілі навантаження забезпечує мінімізацію нерівності доходів та гарантує стійкість до критичного відтоку постачальників.

Практична значимість роботи

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні математичного інструментарію, придатного для безпосереднього впровадження в архітектуру реальних цифрових сервісів. Розроблені моделі та алгоритми можуть бути використані розробниками платформ у сферах транспорту, логістики та фрілансу для підвищення ефективності матчингу, зменшення часу очікування користувачів та справедливого балансування навантаження. Крім того, методика симуляційного моделювання на основі агентного та дискретного підходів слугує надійним інструментом для тестування управлінських стратегій, що дозволяє мінімізувати операційні ризики та підвищити резильєнтність екосистем в умовах волатильності попиту.

Повнота викладення результатів дослідження в публікаціях

Результати роботи викладено у 39 наукових публікаціях, з яких 2 – у виданнях, індексованих у Scopus/WebofScience, 4 – у фахових виданнях України за спеціальністю 113, 10 розділів у монографіях, та 23 тези доповідей і матеріалів конференцій. Опубліковані праці охоплюють основні положення дисертації, відображають зміст її розділів та свідчать про належний рівень апробації проведених досліджень.

Зауваження та рекомендації

- 1) На сторінці 74–75 наведено опис зон Парето-фронтів, проте відсутня візуалізація самих фронтів у вигляді графіків. Додавання Парето-діаграм значно полегшило б сприйняття результатів багатокритеріальної оптимізації.
- 2) У тексті зустрічається варіативність у вживанні термінів «матчинг», «парування», «призначення», а також «резильєнтність» та «стійкість». Рекомендується уніфікувати термінологію згідно з галузевими стандартами та чітко розмежувати ці поняття у вступі або першому розділі.
- 3) У роботі трапляються окремі випадки некоректного переносу слів та формул при форматуванні сторінок.
- 4) Наведені зауваження носять технічний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Рекомендації щодо впровадження результатів дослідження

Наукові здобутки дисертації відкривають нові можливості для їх практичного використання в комерційних та інфраструктурних цифрових екосистемах. Зокрема, розроблені моделі доцільно застосовувати під час проектування та модернізації платформ у сферах транспорту, логістики та міських сервісів для підвищення їхньої пропускну здатності та стабільності. Математичний апарат та алгоритмічні процедури, описані в роботі, мають високий потенціал і можуть бути використані для модернізації навчальних програм підготовки фахівців за спеціальностями «Прикладна математика»,

«Комп'ютерні науки» та «Системний аналіз». Перспективним вектором подальших досліджень є інтеграція запропонованого математичного підходу з архітектурами глибокого навчання, що дозволить здійснювати високоточне прогнозування просторово-часової динаміки попиту в умовах реального часу.

Висновок

Дисертаційна робота Годлюка В.В. є завершеним науковим дослідженням, яке містить нові теоретичні результати та обґрунтовані методи оптимізації функціонування цифрових платформ. Робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ №44 від 12.01.2022, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Рецензент

старший науковий співробітник
відділу методів комбінаторної оптимізації
та інтелектуальних інформаційних технологій
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
кандидат фізико-математичних наук



Александр ХОДЗИНСКИЙ Олександр ХОДЗИНСЬКИЙ

