

ВІДГУК

офіційного опонента

Панченка Тараса Володимировича на дисертаційну роботу

Рибачка Дмитра Олександровича

«Комп'ютерно-математичні моделі мережевих структур і галузей та їх

застосування на реальних великих даних»,

подану на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Д.О. Рибачка присвячена актуальній проблемі розробки комп'ютерно-математичних моделей мережевих структур та їх застосування для аналізу реальних великих обсягів даних. Актуальність теми зумовлена стрімким зростанням обсягів даних у всіх сферах діяльності – від енергетики та фінансів до транспортної логістики та кібербезпеки. Традиційні методи аналізу мережевих структур потребують суттєвого вдосконалення для роботи з великими неоднорідними даними, що мають складну топологію та динамічну поведінку. Тема дисертації є своєчасною та відповідає сучасним тенденціям розвитку комп'ютерних наук і інформаційних технологій.

Зв'язок дослідження з науковими програмами та темами.

Дослідження виконано у відділі інтелектуальних інформаційних технологій Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України в межах низки науково-дослідних робіт:

- проєкт «Розробити методи трансформації документоорієнтованих інформаційних систем в хмарні сервіси» (номер державної реєстрації 0118U001111) у 2022 р.;
- проєкт «Розробити математичні моделі архітектури цифровізованих інфраструктурних реєстрів у хмарному середовищі» (номер державної реєстрації 0123U100813) у 2023–2026 рр.;
- проєкт «Розробка, впровадження та підтримка Інтегрованої системи організації наукової діяльності НАН України – Програма інформатизації НАН України на 2020–2024 рр.» (номер державної реєстрації 0124U002851) у 2024 р.;
- проєкт «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)»» (номер державної реєстрації 0123U002244) у 2025 р.;

- проєкт «Розвиток розподіленої енергетики в умовах ринку електричної енергії України з використанням технологій та систем цифровізації. Розділ 2. Розробити розподілені інформаційні технології для децентралізованих систем енергетики» (номер державної реєстрації 0126U002988) у 2025–2026 рр.;
- проєкт «Розробити моделі та методи цифровізації транзакцій в децентралізованих системах» (номер державної реєстрації 0125U002945) у 2025–2026 рр.

Огляд змісту дисертації та відповідності вимогам до оформлення.

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення.

У першому розділі виконано систематизацію комп'ютерно-математичних моделей мережевих структур, розглянуто основні підходи до аналізу графів, виявлення спільнот та дослідження структурних характеристик складних мереж і галузей.

Другий розділ присвячений методологічним засадам аналізу мережевих структур у масштабі великих даних, включаючи питання масштабованості, обчислювальної ефективності та практичного використання сучасних алгоритмічних підходів.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень на реальних даних, виконано аналіз енергетичних мереж, оцінку стійкості структурних характеристик та досліджено можливості прогнозування на основі методів машинного навчання.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у розвиток методів аналізу складних мережевих структур та великих даних.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Рибачка Дмитра Олександровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить ознак фальсифікації, фабрикації, плагіату чи інших порушень академічної доброчесності. Використані результати та ідеї інших авторів супроводжуються належними посиланнями на відповідні джерела.

Наукова новизна одержаних результатів

Уперше сформульовано цілісну методологічну основу аналізу мережевих структур у контексті реальних великих даних, що поєднує формалізацію об'єкта моделювання, вимоги до відтворюваності та критерії оцінювання якості. На

відміну від наявних підходів, ця основа охоплює повний ланцюжок обробки – від збору даних до інтерпретації результатів – із явним контролем параметрів побудови мережі на кожному етапі.

Удосконалено систематизацію алгоритмічних підходів до масштабування обчислень мережевого аналізу на реальних великих даних: виділено п'ять взаємодоповнювальних класів методів – алгоритмічне спрощення та апроксимації, паралельні та розподілені обчислення, ітеративні та інкрементальні методи, використання вибірок і редукції мереж, потокова обробка мережевих даних – та узгоджено відповідні компроміси між точністю, ресурсними обмеженнями (час, пам'ять, комунікація) і вимогами до інтерпретованості та відтворюваності результатів.

Набуло подальшого розвитку обґрунтування архітектурної моделі обробки великих мережевих даних як послідовності відтворюваних перетворень від сирих спостережень до інтерпретованих результатів.

Практичне значення роботи.

Практична значимість отриманих результатів полягає у створенні програмно-аналітичного комплексу EnergyNetDA, який забезпечує масштабовану обробку та аналіз великих мережевих даних. Практичну цінність результатів також підтверджує створення та експлуатація демонстраційного інформаційного ресурсу live.energyda.net, що забезпечує візуалізацію та аналіз даних європейського енергетичного ринку. Отримано авторське свідоцтво на комп'ютерну програму:

Рибачок Д.О., Кушнір О.С. Комп'ютерна програма «EnergyNetDA – система мережевого аналізу європейського ринку електроенергії «на добу наперед» на основі поточкових даних ENTSO-E». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 145798 від 20 квітня 2026 р. Київ: Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій, 2026.

Ступінь обґрунтованості основних положень і висновків дисертації.

Отримані результати підтверджуються значною експериментальною базою та апробацією на реальних даних європейських енергетичних мереж. Для перевірки достовірності результатів використано сучасні методи статистичного аналізу, машинного навчання та валідації моделей, зокрема бутстреп-аналіз і TimeSeriesSplit. Використані методи є адекватними поставленим завданням, а кількість та рівень наукових публікацій підтверджують належну обґрунтованість отриманих результатів.

Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях.

Результати дисертації є істотним внеском у розроблення методів і засобів комп'ютерно-математичного моделювання мережевих структур та їх застосування на реальних великих даних. Вони достатньо повно опубліковані в 40 наукових публікаціях, серед яких 2 – публікації, що індексуються в наукометричній базі Scopus (1 публікація у періодичному виданні Scopus), 1 – свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (комп'ютерна програма EnergyNetDA), 8 – статті у наукових фахових виданнях України, 9 – розділи колективних монографій (серед них 4 монографії, видані в ЄС), 20 – тези доповідей на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

Зауваження та пропозиції.

1) Термін «великі дані» передбачає зазвичай обсяги від терабайтів (скоріше петабайти, екзабайти). В роботі ж обсяги мивірюються гігабайтами. Не очевидно, наскільки ефективно рішення масштабуватиметься на дійсно реальні великі дані.

2) В п.3.3.3.7 не проаналізовані причини низької швидкодії: це затримки, спричинені поїльною обробкою, чи нестачею пам'яті, чи комунікаційними затримками (повільними каналами зв'язку) та не проаналізовано можливі шляхи пришвидшення етапу збору даних.

3) У Розділі 1 при описі оптимізаційних критеріїв виявлення спільнот доцільно було б навести більш детальне порівняння з іншими відомими критеріями якості розбиттів (наприклад, *normalized cut*), що дозволило б більш повно охарактеризувати переваги та обмеження обраного підходу.

4) Бажано було б розширити огляд літератури у Розділі 2 за рахунок включення додаткових робіт, присвячених методам паралельних та розподілених обчислень для аналізу великих мережевих структур.

5) У Розділі 3 при обговоренні результатів ML-прогнозування цін Day-Ahead доцільно було б навести порівняння з більшою кількістю альтернативних методів прогнозування, зокрема з рекурентними нейронними мережами (LSTM).

6) Деякі формулювання у висновках до розділів можна було б зробити більш конкретними, зазначивши числові характеристики, які підтверджують зроблені висновки.

7) Графіки подекуди надто дрібні (наприклад, рис. 3.4), і майже не читабельні – треба було обрати інший формат розташування таких дрібних елементів та збільшити масштаб.

8) Мають місце дефекти оформлення (наприклад, початок 117 сторінки).

Рекомендації щодо впровадження результатів дослідження.

Отримані результати можуть бути використані при розробленні інформаційно-аналітичних систем для моніторингу та аналізу складних мережевих структур, критичної інфраструктури, енергетичних ринків та систем підтримки прийняття рішень. Розроблені методи доцільно застосовувати для дослідження стійкості, прогнозування та виявлення структурних закономірностей у великих мережевих даних.

Висновок на відповідність дисертації встановленим вимогам.

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи. Дисертація Д.О. Рибачка є завершеним науковим дослідженням, яке містить нові науково обґрунтовані результати у галузі комп'ютерних наук.

Вважаю, що дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю наукових положень, теоретичним та практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року, а її автор, Рибачок Дмитро Олександрович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри
теорії та технології програмування
факультету комп'ютерних наук та кібернетики
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
кандидат фізико-математичних наук, доцент

Тарас ПАНЧЕНКО

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР НАЧ
КАРАУЛЬНА Н.В.
15.06.2023

