

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, д.т.н., доцента Чередніченко Ольги Юріївни

на дисертаційну роботу Ямкового Кліма Сергійовича

**«Інформаційні технології побудови композитних індикаторів на
основі методів машинного навчання»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми

При багатокритеріальному прийнятті рішень і виборі альтернатив, починаючи від управління проєктами та планування інвестицій до пошуку інформації в Інтернеті виникає завдання порівняння об'єктів з метою їхнього ранжування, для чого використовуються інтегральні (композитні) індикатори. На практиці широко використовуються досить прості лінійні моделі інтегральних показників, які являють собою лінійну комбінацію часткових показників з ваговими коефіцієнтами. Такі моделі зазвичай мають евристичний характер, не враховують складну структуру функції переваг та часто не забезпечують необхідної передбачуваної здатності.

Таким чином, актуальною є задача розробки методів побудови нелінійних моделей композитних індикаторів обмеженої складності методами машинного навчання з узгодженням різномірної експертно-статистичної інформації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Результати роботи впроваджено у науково-дослідних роботах та навчальному процесі кафедри комп'ютерної математики і аналізу даних Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

Здобувач, як виконавець окремих розділів, брав участь у науково-дослідних роботах за договором № 99/332-2021 від 22.04.2021 р. (замовник ТОВ “Клауд Воркс”)

Наукова новизна одержаних результатів:

- Вперше розроблено метод побудови композитних індикаторів з використанням нелінійної функції переваг з поєднанням ядрових методів машинного навчання з рідж-регресією, що забезпечує можливість побудови нелінійних моделей.
- Вперше запропоновано метод оптимального узгодження з використанням регуляризуючого функціоналу, що містить експертні оцінки та забезпечує підвищення точності отриманих моделей.
- Вперше розроблено алгоритм двоетапної агрегації даних, що дозволяє значно зменшувати розмір набору даних при збереженні його властивостей та характеристик та будувати редуковані моделі індикаторів.
- Вперше запропоновано метод регуляризації при побудові нелінійних моделей індикаторів, який використовує немарковані експертами спостереження з використанням напівконтрольованого графового підходу для забезпечення можливості використання даних з обмеженою експертною інформацією;
- Удосконалена інформаційна технологія для побудови композитних індикаторів методами машинного навчання за рахунок комбінації розроблених методів.

Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практична цінність дослідження розкрита у четвертому розділі та у додатках на прикладі застосування запропонованих методів на різних наборах даних.

Запропоновані методи та інформаційна технологія можуть бути повною мірою впроваджені в організаціях всіх галузей економіки для підвищення якості вибору альтернатив та автоматизації процесів побудови композитних індикаторів і ранжування.

Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором

Результати досліджень доповідались і були схвалені на:

- 13th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Дортмунд, Німеччина, 2023 р.);
- 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT) (Афіни, Греція, 2022 р.);
- XXXVI International Conference Problems of Decision Making Under Uncertainties (PDMU-2021) (Київ, Україна, 2021 р.);
- XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів (Харків, Україна, 2019 р.);
- IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC) (Київ, Україна, 2018 р.)

Основні наукові та практичні результати досліджень опубліковані у 9 роботах, серед яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України (1 у фаховому виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus), 3 – у матеріалах конференції включених до наукометричної бази Scopus, 2 – у матеріалах науково-практичних конференцій.

Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація Ямкового К. С. містить анотацію українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і 4 додатки.

Об'єкт дослідження – процеси побудови композитних індикаторів у задачах ранжування і багатокритеріального оцінювання та вибору.

Предмет дослідження – методи та інформаційна технологія побудови композитних індикаторів з на основі оптимального узгодження експертної і статистичної інформації та агрегації даних.

Мета дослідження – підвищення точності моделей та обмеження складності методів побудови композитних індикаторів на основі ядрових методів машинного навчання та узгодження експертної та статистичної інформації.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, зазначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету, задачі та цілі дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію про практичне використання, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та їх висвітлення у публікаціях. Приводяться відомості щодо структури та обсягу дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено аналіз задачі побудови композитних індикаторів та огляд існуючих та методів машинного навчання. Наведено приклади використання композитних. Визначено особливості збору та використання експертно-статистичної інформації для побудови композитних індикаторів. Обґрунтовано вибір мети і задач роботи.

У другому розділі задача побудови композитного індикатора сформульована в термінах машинного навчання. Проаналізовано методи узгодження різнорідної експертної інформації. Обґрунтовано запропонований метод оптимального узгодження експертної і статистичної інформації за допомогою регуляризації ядерної регресії з використанням апріорної інформації щодо важливості часткових показників, що суттєво підвищує точність отриманих моделей.

У третьому розділі наведено принципи концепції великих даних та описані проблеми, які виникають при збільшенні обсягів інформації, що використовується для побудови композитних індикаторів. Запропоновано використовувати методи агрегування даних для зменшення складності ядерної

моделі. Визначено проблему недостатньої розмітки даних, яка особливо часто виникає при збільшенні кількості даних. Для розв'язання цієї проблеми запропоновано використовувати методи напівкерованого навчання на основі графової регуляризації та ядерного трюку під час оптимізації нелінійної функції переваг. Для розв'язання зазначених проблем розроблено двоетапний алгоритм агрегації даних.

У четвертому розділі наведено опис запропонованої інформаційної технології для побудови композитних індикаторів методами машинного навчання, яка реалізує розроблені у роботі методи та алгоритми. Перевірено працездатність розробленої інформаційної технології, точність запропонованих алгоритмів та проаналізовано отримані результати дослідження. Результати показали працездатність та ефективність запропонованих у роботі методів та алгоритмів.

У висновках наведено основні результати дисертаційної роботи щодо вирішення поставлених наукових задач дослідження

Список літератури розкриває предметне поле дослідження, відображає опрацювання автором значної кількості наукових з предметної області дослідження.

Додаток містить інформацію про практичне впровадження результатів дисертації, публікації здобувача та приклади використання запропонованих методів.

Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта. Також це зумовлено поставленими метою та завданнями, а також використанням відповідної методології дослідження.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Основні результати дослідження викладено у 9 роботах, серед яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України (1 у фаховому виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus), 3 – у матеріалах конференції включених до наукометричної бази Scopus, 2 – у матеріалах науково-практичних конференцій.

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави вважати, що робота Ямкового К. С. є оригінальною. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

- Недостатньо чітко розкрита актуальність та визначена новизна дослідження. Було б доцільно більш детально описати вперше запропоновані та розроблені методи та приділити більше уваги обґрунтуванню переваг запропонованого підходу над вже існуючими.
- У вступі та першій частині не достатньо чітко розкриті питання меж використання існуючих лінійних методів побудови композитних індикаторів. Існує ряд задач, для яких точності лінійних моделей достатньо, тому було б доцільно вказати для яких задач треба використовувати лінійні моделі, а де треба надавати перевагу.
- Під час порівняння методів узгодження експертних оцінок лише частково розкрито існуючі підходи, що ускладнює цілісність сприйняття питання.
- Рукопис містить стилістичні та друкарські помилки, але вони не впливають на розуміння результатів дослідження.

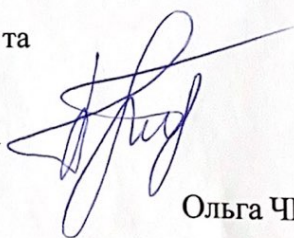
Висновки

Дисертаційна робота Ямкового Кліма Сергійовича є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить наукову новизну, науково

обґрунтовані результати та є перспективною для подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 12 – «Інформаційні технології» та спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки».

Враховуючи все вищеписане та актуальність дослідження, отримані результати та практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Ямкового Кліма Сергійовича «Інформаційні технології побудови композитних індикаторів на основі методів машинного навчання» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Ямковий Клим Сергійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент – доктор технічних наук, доцент
професор кафедри програмної інженерії та
інтелектуальних технологій управління
Національного Технічного Університету
«Харківський Політехнічний Інститут»



Ольга ЧЕРЕДНІЧЕНКО

