

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертацію Двірної Олени Анатоліївни
«Моделі та методи розв'язування векторних задач дискретної
оптимізації на комбінаторних конфігураціях»,
що подається на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю
01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційної роботи. Стрімке розширення сфер застосування методів математичного моделювання й оптимізації, що відбувається в останні роки, формує потребу в розв'язуванні нових класів задач підвищеної складності та розмірності. Це зумовлює необхідність розробки нових математичних моделей оптимізаційних проблем, які можуть використовуватися в сучасних інформаційних технологіях та подальшого розвитку методів комбінаторної оптимізації. Дисертаційна робота Двірної О.А. присвячена актуальній тематиці – розробці моделей та методів розв'язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях. Основний клас об'єктів, що розглянуті в роботі – це скалярні та векторні задачі комбінаторної оптимізації. Про низку оптимізаційних задач, які пов'язані з комбінаторними конфігураціями, відомо, що вони є NP-повними або NP-складними. Це означає, що для них невідомо та, швидше всього (при виконанні відомої гіпотези $P \neq NP$) не існує поліноміальних алгоритмів розв'язання. На сьогодні розроблена досить розвинена теорія комбінаторної оптимізації, яка включає дослідження структури і властивостей різних класів задач, точні та наближені методи розв'язання, методологію оцінки збіжності й трудомісткості алгоритмів оптимізації та інші аспекти. Останнім часом з'явилася велика кількість праць, присвячених методам розв'язування оптимізаційних задач на комбінаторних конфігураціях, в яких пропонуються нові підходи, удосконалюються існуючі методи, досліджуються їх ефективність. Даний факт пов'язаний з тим, що екстремальні задачі дискретної оптимізації є моделями важливих прикладних задач проектування, планування, розміщення, класифікації і управління.

Незважаючи на велику кількість робіт, у цій галузі існує ще багато відкритих, нерозв'язаних проблем, частина з яких є предметом дослідження

ХНУРЕ
Вхідний № 01/27-1379
"28" "11" 2019р.

даної дисертації. Робота є продовженням досліджень в галузі векторної комбінаторної оптимізації. Останнім часом особливої актуальності набуває підхід до розв'язування комбінаторних задач на графах. Апарат теорії графів є підґрунтям для пошуку нових підходів до побудови алгоритмів розв'язання векторних задач на комбінаторних конфігураціях. Дослідження в області багатокритеріальної оптимізації в даний час особливо інтенсивно стимулюються практичними потребами та розвитком комп'ютерних інформаційних технологій.

У контексті наведеного вище вважаю, що тема дисертаційної роботи є актуальною.

Зазначимо, що дисертаційна робота виконувалась у закладі вищої освіти Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» у відповідності з планами науково-дослідної роботи університету в рамках держбюджетної теми «Моделі і механізми соціально-економічного розвитку підприємств при стратегічному управлінні» (№ ДР 0113U002587), в розробці якої автор брала участь як виконавець.

Враховуючи зазначене вище, вважаю, що тематика дисертаційної роботи Двірної О.А є актуальною.

Наукова новизна результатів роботи. Автором дисертаційної роботи отримано ряд важливих результатів, наукова новизна яких полягає в наступному:

уперше

– сформульовано означення та правила побудови грид-графа та структурного графа множин евклідових комбінаторних конфігурацій та досліджено їхні властивості, які покладено в основу розробки нових методів розв'язування векторних задач на евклідових комбінаторних конфігураціях;

– розроблено горизонтальний метод розв'язування векторних комбінаторних задач, у ході виконання якого використовується подання комбінаторної конфігурації у вигляді структурного графа та проводиться послідовне занурення в граф. Це дозволяє значно скоротити кількість елементів, необхідних для формування множини e -конфігурацій, що задовольняють лінійні обмеження задачі;

– розроблено координатний метод розв’язування векторних комбінаторних оптимізаційних задач, який на відміну від існуючих методів використовує подання комбінаторних конфігурацій у вигляді набору гід-графів, що дозволяє проаналізувати групи елементів та скоротити кількість вершин, необхідних для повного аналізу графу як етапу знаходження розв’язку задачі;

набули подальшого розвитку

– вивчення властивостей графів евклідових комбінаторних конфігурацій, а саме узагальнено поняття структурного графа та досліджено його властивості;

– метод комбінаторного відсікання для розв’язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях, а саме розроблено новий підхід, що поєднує методи векторної оптимізації з методом комбінаторного відсікання враховуючи комбінаторний характер допустимої множини;

– математичні моделі прикладних задач, що є векторними задачами на евклідових комбінаторних конфігураціях: задачі визначення ефективності вкладів у нерухомість; задачі планування виробництва; задачі забезпечення ефективної роботи сайту; задачі вибору модулів при розробці програм; задачі оптимального розподілу масивів за рівнями пам’яті комп’ютера; задачі вибору оптимального комплексу вимірювальних приладів.

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів обумовлена застосуванням в дослідженні математичного апарату евклідової комбінаторної оптимізації, теорії множин, теорії графів, коректним використанням математичних методів векторної та комбінаторної оптимізації. Теоретичні результати підтверджені проведеними числовими експериментами.

Теоретичне і практичне значення результатів роботи. Робота має як теоретичну, так і прикладну спрямованість. У дисертації розроблені методи розв’язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях, які можуть бути застосовані для прикладних задач у різних галузях людської діяльності. Результати дослідження, а саме методологія розв’язування векторних задач на

комбінаторних конфігураціях та горизонтальний і координатний методи розв'язування векторних комбінаторних задач впроваджені в навчальний процес у закладі вищої освіти Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» при викладанні дисциплін «Математичні основи інформаційної діяльності» та «Системний аналіз інформаційної діяльності», про що свідчить довідка про впровадження.

Повнота викладення основних результатів. Результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені в публікаціях здобувача. За темою дисертації опубліковано 25 наукових праць, у тому числі 9 статей в наукових фахових виданнях, які входять до переліку фахових видань, затверджених МОН України (з них 3 – до наукометричної бази SCOPUS), 9 тез доповідей на міжнародних, 3 – на всеукраїнських наукових конференціях. Публікації розкривають основний зміст дисертації та відповідають її основним положенням. Висновки повністю відповідають змісту дисертації. Список літератури достатньо повний і добре відображає стан проблеми.

Оцінка змісту дисертації та автореферату. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У *першому* розділі розглянуто векторні задачі оптимізації, методи їх розв'язування, поняття різних видів оптимальних розв'язків задачі. Наведена загальна постановка скалярної задачі комбінаторної оптимізації та проведено огляд існуючих методів розв'язування таких задач. Означено комбінаторні конфігурації та побудовано перехід до евклідових комбінаторних конфігурацій.

Другий розділ присвячено побудові та дослідженню графів комбінаторних конфігурацій. Сформульована векторна задача оптимізації на евклідових комбінаторних конфігураціях з лінійними цільовими функціями та лінійними обмеженнями. Означено та досліджено властивості графів евклідових комбінаторних конфігурацій, а саме побудову грід-графів та структурних графів. Сформульовано їхні властивості, доведено відповідні теореми. Особливості грід-графів та структурних графів використано для побудови методів розв'язування поставленої задачі.

У третьому розділі запропоновано нові методи розв'язування векторних оптимізаційних задач на евклідових комбінаторних конфігураціях. Розроблено горизонтальний та координатний методи розв'язування зазначених задач та виконано поєднання комбінаторних методів з методами векторної оптимізації. Запропоновано модифікації методу комбінаторного відсікання. Розроблено методи розв'язування векторної задачі комбінаторної оптимізації без додаткових обмежень. Побудовано моделі прикладних задач.

Автореферат містить основні наукові положення дисертаційної роботи, написаний українською мовою з використанням сучасної наукової термінології. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає вимогам державних стандартів та МОН України. Зміст автореферату і основні положення дисертації є ідентичними.

Зауваження щодо змісту дисертації.

1. В першому розділі вступна частина дуже розтягнута, є повтори, і при цьому даються не вірні формулювання визначення понять різних видів ефективних розв'язків (за Парето, за Слейтером та за Смейлом) (стор. 31, 32), останні два з яких надалі в дисертації при побудові методів та алгоритмів не використовуються. Ця ж помилка повторюється і в розділі 2 вже при іншому напрямі оптимізації (стор. 51). У формулі (2.4) слід писати аргументи π та π^* , а не z та z^* і

2. У тексті дисертації і автореферату є велика кількість помилок у написанні формул та граматичних помилок, що утрудняє прочитання та розуміння роботи. Наприклад, на стор. 30 і далі не визначена множина J_n , невірно записано векторний критерій після формули (1.4), на стор. 32 в означенні множини оцінок слід писати $\psi \in R^n$, а не $\psi \in R^m$.

3. На стор. 54 і далі у формулі (2.14) скалярний добуток записаний не вірно, слід писати $f_i(x) = \langle c_i, x \rangle$, $i \in J_n$, аналогічна помилка у формулах (2.15) і (2.16). Невірні записи і на стор. 65, 66, 84, 102.

4. На стор. 54 не визначено напрям оптимізації, а без цього не можна правильно записати множини оптимальних розв'язків, що задаються формулами (2.19)–(2.21).

5. На стор. 57 зазначено, що “множина таких евклідових комбінаторних конфігурацій як конфігурації перестановок, розміщень, поліперестановок, полірозміщень співпадають з множиною вершин відповідних багатогранників”. Як відомо, це не так, елементи множин розміщень та полірозміщень можуть знаходитися не на вершинах, а всередині багатогранника.

6. На стор. 87, 96, 99, 103 на кроках 2 відповідно горизонтального та координатного методів не пояснюється як вибирати елементи σ_{is} . Пояснення з'являється лише на стор. 112.

7. Стор. 90, приклад 3.2. “Координати x_5 та x_4 послідовно будуть змінювати значення шляхом транспозицій вигляду (2.68)”. Формули під таким номером в роботі не існують.

8. На стор. 106 на кроці 3 алгоритму в формулі $a_{it}x_j \leq b_t, i \in J_m, t \in J_k$ пропущено знак суми, слід писати $\sum_{i \in J_m} a_{it}x_j \leq b_t, t \in J_k$. Такі ж помилки присутні на стор. 121-125.

9. Бажано було б дати рекомендації, в яких випадках доцільно обирати той чи інший із запропонованих методів, і на яких задачах вони працюють найефективніше.

Наведені зауваження хоча і дещо знижують якість викладеного матеріалу, але по суті не зменшують значущості отриманих результатів і не впливають суттєво на загальну позитивну оцінку дисертаційного дослідження.

Висновки по дисертаційній роботі. Вважаю, що дисертація Двірної Олени Анатоліївни «Моделі та методи розв'язування векторних задач дискретної оптимізації на комбінаторних конфігураціях» є завершеною актуальною науковою працею, що містить нові науково обґрунтовані результати в галузі побудови математичних моделей та методів розв'язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях, що є важливими для розв'язання ряду практичних задач. Зміст роботи, основні положення та

результати достатньо повно відображено в опублікованих працях, пройшли апробацію на міжнародних наукових конференціях. Отримані в дисертації наукові результати складають внесок у розвиток методів розв'язання різних класів задач комбінаторної оптимізації. Робота відповідає паспорту спеціальності 01.05.002 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Вищезазначене дає підстави зробити висновок, що дисертація відповідає вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій згідно з п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р. та № 567 від 27.07.2016 р.), а її автор – Двірна Олена Анатоліївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,

доктор фізико-математичних наук,
провідний науковий співробітник
відділу методів дискретної оптимізації,
математичного моделювання та аналізу
складних систем Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
старший науковий співробітник



Н. В. Семенова