

**ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

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

Багато наукових та прикладних задач мають дискретну структуру і описуються за допомогою комбінаторних конфігурацій. Значна кількість задач цього класу може бути адекватно подана за допомогою векторних комбінаторних оптимізаційних моделей, які описують процеси прийняття рішень у різноманітних сферах людської діяльності.

Дисертаційна робота Двірної О.А. присвячена важливій актуальній науковій проблемі – розробці та обґрунтуванню математичних моделей і обчислювальних методів розв'язання векторних задач дискретної оптимізації на комбінаторних конфігураціях. Вона є продовженням досліджень в області векторних задач дискретної, зокрема комбінаторної оптимізації, що виникають при дослідженні багатьох теоретичних і прикладних проблем. Необхідність у подальшій розробці та удосконаленні методів розв'язання векторних задач дискретної оптимізації обґрунтовує актуальність дисертаційної роботи.

На сьогоднішній день дослідження в галузі багатокритеріальної (векторної) оптимізації особливо інтенсивно стимулюються розвитком комп'ютерних інформаційних технологій, комп'ютерних мереж. В галузі дослідження різних класів комбінаторних моделей, розробки нових методів їх розв'язання велика увага приділяється методам, що ґрунтуються на використанні структурних властивостей комбінаторних множин. Вивчення властивостей комбінаторних множин тісно пов'язане з теорією многогранників та графів. Останнім часом графи і пов'язані з ними методи досліджень використовуються практично в усіх розділах сучасної математики, та особливо це стосується

ХНУРЕ
Вхідний № 01/27-1381
" 29 " 11 2019 р.

дискретної математики. Математичний апарат теорії графів є потужним засобом моделювання задач управління дискретними процесами і системами. Однією з важливих актуальних проблем, що виникають при побудові методів комбінаторної оптимізації є виявлення властивостей комбінаторних конфігурацій в оптимізаційних задачах, використання яких дозволяло б установити закономірності зміни значень цільових функцій в залежності від упорядкування аргументів та від специфіки та структури множин комбінаторних конфігурацій.

Основні положення та висновки дисертаційної роботи в достатній мірі науково обґрунтовані. Методи дослідження базуються на методах комбінаторної, векторної оптимізації та теорії графів.

Результати дослідження, які визначають **наукову новизну роботи** полягають у наступному:

- 1) уперше означено та побудовано грід-графи для множин евклідових комбінаторних конфігурацій та досліджено їх властивості;
- 2) уперше розроблено горизонтальний метод розв'язування векторних задач комбінаторної оптимізації, при реалізації якого використовується подання множин комбінаторних конфігурацій у вигляді структурного графа; це дозволило скоротити кількість елементів, які необхідно розглянути для формування множини конфігурацій, які задовольняють лінійним обмеженням задачі;
- 3) уперше розроблено координатний метод розв'язування векторних комбінаторних оптимізаційних задач, який на відміну від існуючих методів використовує подання множини комбінаторних конфігурацій у вигляді набору грід-графів; це дозволило скоротити кількість вершин, необхідних для аналізу графа при розв'язанні задачі;
- 4) набуло подальшого розвитку вивчення властивостей графів евклідових комбінаторних конфігурацій;

5) набув подальшого розвитку метод комбінаторного відсікання, а саме розроблено комбінований підхід, що дозволяє інтегрувати методи векторної оптимізації та комбінаторного відсікання;

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованих методів розв'язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях для прикладних задач у різних галузях, зокрема для визначення ефективності вкладів у нерухомість, планування виробництва та інші. Методи розв'язування таких задач використані в навчальному процесі при викладанні навчальних дисциплін «Математичні основи інформаційної діяльності» та «Системний аналіз інформаційної діяльності».

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 25 наукових робіт, у тому числі 9 статей в наукових фахових виданнях, які входять до переліку ДАК МОН України (з них 3 – до науково метричної бази SCOPUS), 9 тез доповідей на міжнародних, 3 – на всеукраїнських наукових конференціях. Основні результати доповідалися та отримали схвалення на міжнародних наукових конференціях.

Наведений перелік публікацій та їх зміст відповідають темі дисертації, в повному обсязі відображають основні положення, наукові результати та висновки свідчать про їх новизну. В авторефераті достатньо повно відображені основні положення та висновки дисертації. У дисертації та авторефераті визначено особистий внесок дисертанта для тих друкованих праць, які опубліковані у співавторстві.

Дисертація є завершеною науковою роботою, виконаною на актуальну тему. Дисертація написана достатньо лаконічно, чітко мовою з логічним способом викладу матеріалу, що в достатній мірі розкриває загальний науковий рівень автора. Дисертація містить вступ, три розділи, висновки, 6 додатків, 15 рисунків, 1 таблицю та список використаних джерел із 154 найменувань. Повний обсяг дисертації становить 137 сторінок, із них 135 сторінок основного тексту.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено його мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, відображено наукову

новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, надано інформацію про апробацію та публікації, структуру роботи.

У *першому* розділі розглянуто векторні задачі оптимізації, поняття ефективного розв'язку задачі, деякі методи розв'язування, що можуть бути поширені на розв'язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях. Наведена загальна постановка задачі комбінаторної оптимізації з одним критерієм оптимальності та виконано огляд існуючих методів розв'язування задач. Розглянуто перехід від комбінаторних конфігурацій до евклідових комбінаторних конфігурацій, наведені означення ϵ -конфігурацій.

У *другому* розділі виконано постановку задачі векторної комбінаторної оптимізації. Здійснено перехід до оптимізації на евклідових комбінаторних конфігураціях, запропонована векторна задача оптимізації на евклідових комбінаторних конфігураціях, що відповідає векторній задачі у комбінаторній постановці.

Означено та досліджено властивості графів множин евклідових комбінаторних конфігурацій, а саме грід-графів та структурного графу евклідових комбінаторних конфігурацій. Сформульовані та доведені відповідні теореми. Досліджені властивості графів конфігурацій перестановок та розміщень.

Побудова та властивості грід-графів та структурних графів покладені в основу розробки нових методів розв'язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях.

У *третьому* розділі запропоновані нові методи розв'язування векторних оптимізаційних задач на евклідових комбінаторних конфігураціях. Розроблені горизонтальний та координатний методи розв'язування векторної задачі без додаткових обмежень. Особливість цих методів полягає у безпосередній роботі з системою лінійних обмежень для формування множини точок, що задовольняють додатковим умовам задачі. Такий підхід дозволяє легко поєднувати ці комбінаторні методи з методами векторної оптимізації. Також запропоновано координатний метод для лінійних та дробово-лінійних функцій.

У розділі подані схеми алгоритмів запропонованих методів. Запропоновані два методи розв'язування векторної задачі на комбінаторних конфігураціях, побудовані на основі методу відсікання, що об'єднують у собі методи векторної та комбінаторної оптимізації. Подані приклади векторних моделей прикладних задач з описом їх побудови та математичної постановки, як підтвердження практичної значущості запропонованої теми. Одержані результати дозволяють розробити нові методи розв'язування векторних задач на комбінаторних конфігураціях.

Зауваження щодо змісту дисертації.

1. Огляд літератури у розділі 1 погано структурований. Задачі векторної оптимізації, комбінаторної оптимізації, опис властивостей евклідових комбінаторних множин розглянуті відокремлені між собою, відсутній комплексний погляд на проблему. При цьому більш коректно необхідно відноситись до посилань. Так, метод послідовного аналізу варіантів розроблений В.С.Михалевичем та лише описаний в монографії І.В.Сергієнка та М.Ф.Каспшицької (стор. 40). Посилання /121/ не має жодного відношення до предмету дослідження дисертації.
2. Авторка періодично підмінює поняття комбінаторної конфігурації та множин конфігурацій. Так, структурний граф будується саме для множин, а не конфігурацій. Це ж стосується прикладу 2.1, означенню 2.11 та ін.
3. Деякі вирази не є інформативними. Наприклад: «Проаналізовані методи комбінаторної оптимізації для розв'язання задач комбінаторної оптимізації» (стор. 5); «Нехай на деякій множині задано функцію» (стор. 29); «Нехай задана множина комбінаторних конфігурацій за Бержем» (стор. 50) та ін.
4. Твердження на стор.57 «Множина таких евклідових комбінаторних конфігурацій як конфігурації перестановок, розміщень, поліперестановок, полірозміщень співпадають з множиною вершин відповідних багатогранників» не вірне для розміщень та полірозміщень .
5. Твердження теорем 2.2 и 2.3 для різниці значень лінійної функції при транспозиції елементів тривіальні. Їх не потрібно виносити як теореми, а

достатньо навести відповідні вирази. Більш того, загальний підхід для таких обчислень використаний у відомих методах вектору спаду.

6. Недостатньо уваги приділено взаємозв'язку векторних задач на множинах комбінаторних та евклідових комбінаторних конфігурацій. Не конкретизовано, в яких випадках необхідно здійснювати відображення множин в Евклідов простір.

7. Більше уваги варто було б приділити доведенню ефективності запропонованих у роботі методів. Передусім необхідно було б визначити, що авторка розуміє під ефективністю.

8. Чисельні експерименти наведені для невеликих розмірів задач. Було б доцільно розглянути кількість змінних хоча б понад 100, а не 5-7, коли легко провести повний перебір.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Не зважаючи на наведені вище зауваження вважаю, що дисертація Двірної Олени Анатоліївни *«Моделі та методи розв'язування векторних задач дискретної оптимізації на комбінаторних конфігураціях»* є логічним, самостійним та завершеним науковим дослідженням на актуальну тему. Дисертація містить нові науково обґрунтовані результати в галузі розв'язування векторних задач на множинах комбінаторних конфігурацій.

Основні положення та результати знайшли своє відображення у відкритому друці, пройшли апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях. Основний зміст роботи достатньо повно відображений в опублікованих працях. Автореферат містить основні наукові положення дисертації та відповідає всім вимогам МОН України.

Вважаю, що за обсягом проведених досліджень, їх актуальністю та новизною отриманих результатів дисертаційна робота Двірної Олени Анатоліївни *«Моделі та методи розв'язування векторних задач дискретної оптимізації на комбінаторних конфігураціях»* відповідає вимогам до кандидатських дисертацій згідно з п.п. 9, 11 – 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 О.А. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,

доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри математичного моделювання
та штучного інтелекту Національного аерокосмічного
університету імені М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»



С. В. Яковлев

