

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу

Чорної Ольги Сергіївни

«Математичні моделі та методи оптимізації на циклічних перестановках і їх застосування»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання

та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертації. Інформатизація сучасного суспільства, невід'ємною частиною якого є Україна, та повсюдне використання комп'ютерів призвели до значного поштовху в розвитку математичного моделювання та методів комбінаторної оптимізації. Цей розвиток сприяє створенню моделей та методів комбінаторної оптимізації із застосуванням підмножин класичних комбінаторних множин, зокрема, множини циклічних перестановок. Наприклад, математичне моделювання задач транспортної маршрутизації з побудовою замкнених (кільцевих, циклічних) маршрутів може бути виконано з використанням циклічних перестановок. Інший напрям застосування множини циклічних перестановок полягає у її використанні в методах пошуку в околі, зокрема, у методах з використанням циклічних трансферів для розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Використання циклічних перестановок вимагає модифікації існуючих методів комбінаторної оптимізації та створення нових моделей та методів з урахуванням властивостей циклічної структури перестановок.

Дисертація Чорної О.С. «Математичні моделі та методи оптимізації на циклічних перестановках і їх застосування» присвячена математичному моделюванню та розв'язанню задач комбінаторної оптимізації на циклічних перестановках, зокрема, задач вивозу і доставки вантажів, з використанням властивостей множини циклічних перестановок, що свідчить про актуальність її теми.

Зв'язок роботи з пріоритетними науковими програмами, планами, темами. Робота виконана на кафедрі системотехніки ХНУРЕ в період з 2012 по 2020 рр. відповідно до розділу №293-2 держбюджетної науково-дослідної

роботи «Розробка методології і математичних моделей соціально-економічних систем при реалізації концепції їх стійкого розвитку» (ДР № 0115U001522).

Висновки про обґрунтованість наукових положень та висновків, достовірність основних результатів роботи. Основні положення та висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими. Робота базується на дослідженні властивостей множини циклічних перестановок та їх використанні у методах комбінаторної оптимізації. Коректні постановки задач, застосування засобів комбінаторики, комбінаторної теорії багатогранників та модифікацій класичних методів комбінаторної оптимізації забезпечують достовірність отриманих у дисертації результатів. Коректність запропонованих методів розв'язання задач комбінаторної оптимізації забезпечується наявністю оцінок розв'язків, отриманих за допомогою розробленого наближеного методу комбінаторної оптимізації, результатами обчислювальних експериментів та їх аналізом.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи. В рамках дисертаційного дослідження отримано такі основні нові наукові результати:

1. Отримали подальший розвиток методи дослідження спеціального класу транспозицій для перестановок, що відповідають суміжним вершинам перестановочного багатогранника (транспозицій суміжності) в частині:

- їх впливу на циклічну структуру перестановок;
- аналізу циклічних властивостей суміжних перестановок;
- їх застосування для генерації циклічних перестановок;

це дозволяє дослідити циклічну структуру суміжних вершин перестановочного багатогранника, розробити нові та адаптувати існуючі методи комбінаторної оптимізації; знизити надлишковість при генерації циклічних перестановок за допомогою транспозицій суміжності.

2. Вперше для циклічних перестановок при їх відображенні в евклідов простір, отримано такі результати:

- запропоновано класифікацію циклічних перестановок в залежності від послідовності елементів у циклі, що дозволяє генерувати циклічні перестановки та оцінити складність їх генерації за допомогою транспозицій суміжності.

- побудовано циклічні перестановки за допомогою транспозицій суміжності та їх композицій, які можуть бути використані в методах комбінаторної оптимізації на циклічних перестановках;
- досліджено взаємне розташування вершин, що відповідають циклічним перестановкам у перестановочному багатограннику, що дозволяє підвищити ефективність методів розв'язання задач комбінаторної оптимізації на циклічних перестановках;

3. Отримали подальший розвиток методи розв'язання задач оптимізації лінійних функцій на множині циклічних перестановок за рахунок використання властивостей транспозицій суміжності, що дозволяє підвищити ефективність відомих методів (гілок та меж, випадкового пошуку) при розв'язанні задач на циклічних перестановках.

4. Отримав подальший розвиток метод циклічних трансферів для покращення розв'язків задач комбінаторної оптимізації, отриманих за допомогою евристики, в частині генерації циклічних трансферів від'ємної вартості, що дозволяє розширити клас розв'язуваних задач, для яких неможливо побудувати допоміжний граф (auxiliary graph).

Практична цінність результатів роботи. Практичне значення результатів роботи підтверджується використанням методів розв'язання задач комбінаторної оптимізації в держбюджетних наукових дослідженнях; програмного забезпечення для покращення розв'язків задач вивозу та доставки вантажів в ПП «Латона» при розв'язанні задач, пов'язаних з перевезенням вантажів. Це засвідчується відповідними актами, наведеними в роботі. Запропоновані моделі, методи та програмне забезпечення для розв'язання задач вивозу і доставки можуть бути використані у транспортних компаніях для планування перевезень вантажів. Результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес у Харківському національному університеті радіоелектроніки у курсі «Комбінаторні моделі і методи в проектуванні».

Логіка викладення матеріалу та основний зміст роботи.

Дисертація містить розширені анотації українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки по роботі та два додатки.

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертації, вказано мету і задачі дослідження, сформульовано об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів, а також вказано відомості про публікації за темою дисертації, про апробацію результатів дослідження і зазначено особистий внесок здобувача у наукові праці, написані у співавторстві.

Перший розділ присвячено огляду існуючих праць за темою дисертації. Відмічена наукова школа професора Стояна Ю.Г., в рамках якої були проведені значні дослідження теорії евклідової комбінаторної оптимізації. Представлено огляд основних результатів поліедральної комбінаторики, зокрема, щодо класичних комбінаторних багатогранників та їх властивостей.

Наведено відомості про множину циклічних перестановок та області використання циклічних перестановок для математичного моделювання та розв'язання прикладних задач. Зокрема, задач маршрутизації транспорту, та у їх окремого класу – задач вивозу і доставки вантажів.

Описано основні методи комбінаторної оптимізації для отримання точних, наближених та евристичних розв'язків. Наведено відомості про використання теорії циклічних трансферів для розв'язання задач комбінаторної оптимізації та пояснений зв'язок теорії циклічних трансферів із множиною циклічних перестановок. Сформульовано задачу дослідження.

У другому розділі побудовано математичну модель оптимізації лінійної функції з обмеженнями і без обмежень. Комбінаторні властивості задач на циклічних перестановках не дозволяють розв'язувати їх шляхом впорядкування. Використовується занурення множини циклічних перестановок у арифметичний евклідов простір. Проаналізовано комбінаторні властивості перестановочного багатогранника для циклічних перестановок. Виділено спеціальний клас транспозицій породжуючих елементів - транспозицій суміжності, застосування яких відповідає суміжним вершинам перестановочного багатогранника. Описано підхід до розв'язання задач лінійної оптимізації на циклічних перестановках, заснований на переборі вершин опуклого багатогранника в багатовимірному просторі.

В другому розділі також здійснено класифікацію циклічних перестановок в залежності від послідовності елементів у циклі, її покладено в основу алгоритму генерації циклічних перестановок та оцінено його складність. Досліджено властивості транспозицій суміжності та композицій транспозицій, які використано в запропонованих методи оптимізації лінійної функції на множині циклічних перестановок та методи генерації циклічних перестановок у околі циклічної перестановки.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено методам розв'язання задач на циклічних перестановках. Доведено леми та твердження про оцінку мінімуму лінійної функції на множині циклічних перестановок без додаткових обмежень, яка використовується для оцінки розв'язків, отриманих за допомогою методу оптимізації з використанням транспозицій суміжності.

Модифіковано ряд методів, що дозволяють отримувати точний, наближений та евристичний розв'язок задач мінімізації лінійних функцій на множині циклічних перестановок без додаткових обмежень. Зокрема, пропонуються модифікація методу гілок та меж з використанням евристики променевого пошуку та наближеного методу на основі транспозицій суміжності.

Для розв'язання задачі мінімізації лінійної функції на множині циклічних перестановок з додатковими лінійними обмеженнями у роботі пропонується метод з використанням стратегії випадкового пошуку.

Представлено стратегію використання паралельних обчислень у запропонованих методах комбінаторної оптимізації. Побудовано алгоритм генерації циклічних перестановок за допомогою транспозицій суміжності та проведено оцінку обчислювальної складності алгоритму.

Четвертий розділ описує використання циклічних перестановок у практичних задачах на прикладі розв'язання задач транспортної маршрутизації за допомогою циклічних трансферів. Наведено основні особливості існуючої стратегії розв'язання задач за допомогою циклічних трансферів, зокрема, коли її використання неефективне. Для цих випадків запропонована альтернативна стратегія задач комбінаторної оптимізації з використанням циклічних

трансферів та циклічних перестановок. Описані евристики, запропоновані для задачі вивозу і доставки вантажів, наведено результати обчислювальних експериментів з покращення розв'язку задачі.

У п'ятому розділі представлено результати програмної реалізації та проведено порівняння запропонованих у роботі моделей та методів. Наведено рекомендації з використання запропонованих методів в залежності від розмірності та виду вхідної задачі.

Додатки містять список публікацій здобувача та акти про використання результатів дисертаційного дослідження на виробництві, у держбюджетному дослідженні і у навчальному процесі.

Публікації та оприлюднення результатів. За темою дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю, з яких 6 статей у спеціалізованих виданнях. Три статті проіндексовані у наукометричній базі Scopus. Результати дисертаційного дослідження апробовано на 11 міжнародних наукових конференціях.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. В першому розділі недостатньо уваги приділено аналізу публікацій щодо методів комбінаторної оптимізації, зокрема доцільно було б дати порівняльний аналіз точних і наближених методів комбінаторної оптимізації та обґрунтувати можливість використання властивостей циклічних перестановок для розробки та модифікації методів.

2. У другому розділі запропоновано метод комбінаторної оптимізації з використанням транспозицій суміжності. Доцільно було б дослідити складність методу в залежності від виду початкової перестановки.

3. В роботі розв'язано задачу вивозу і доставки з тривимірними обмеженнями завантаження методом, який осново на циклічних трансферах. Доцільно було б виділити клас задач транспортної маршрутизації, які можливо було б розв'язувати за допомогою запропонованого методу.

4. У четвертому розділі опис стратегії покращення розв'язків задач комбінаторної оптимізації, отриманих за допомогою евристики, є занадто загальним і вимагає деталізації для практичного використання.

5. В роботі не проведено порівняння отриманих результатів щодо розв'язання задач оптимізації на циклічних перестановках з результатами інших дослідників.

Висновок.

В результаті огляду дисертаційної роботи Чорної О.С. «Математичні моделі та методи оптимізації на циклічних перестановках і їх застосування» можна констатувати, що робота є завершеним дослідженням, виконана на високому науковому рівні, і відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Оформлення дисертації і автореферату відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Автореферат достатньою мірою відображає основні положення дисертаційної роботи.

Робота задовольняє вимогам, поставленим до кандидатських дисертацій пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року №567, а її автор, Чорна О.С., заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент

професор кафедри фізико-математичних дисциплін,

Національного університету цивільного захисту

України ДСНС України,

доктор технічних наук, професор

Валентина КОМЯК

Підпис засвідчую

Вчений секретар

Національного університету цивільного захисту

України ДСНС України.

к. психол. н., с. н. с.



Андрій ПОБІДАШ