

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу

ПЕРЕТЯТЬКО АНАСТАСІЇ СЕРГІЇВНИ

**“Напіввизначена оптимізація для розв’язування
загальних квадратичних задач”,**

подану на здобуття наукового ступеня

кандидата фізико-математичних наук

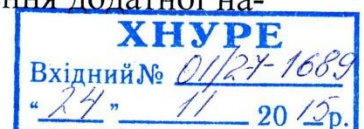
за спеціальністю

01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертації. Існує велика кількість прикладних задач в економіці, інженерії, управлінні та інформатиці, які можуть бути описані математичними оптимізаційними моделями з використанням загальних квадратичних функцій. Це, наприклад, задача вибору оптимального портфелю проектів, задача мінімізації фінансового ризику, задача кластеризації даних, задача про упаковку, низка задач обчислювальної геометрії, задача про розклад. Розгляд таких моделей має сенс, якщо існує метод, за допомогою якого ми можемо знайти невідомі змінні моделі. Одним із нових напрямків розв’язування загальних квадратичних задач є напіввизначена релаксація. Вона дозволяє звести розв’язання загальних квадратичних задач до напіввизначеної оптимізації. На теперішній час для розв’язання задач напіввизначеної оптимізації розроблений прямо-двоїстий метод внутрішньої точки, але цей метод має деякі недоліки. Зокрема, нелінійна система рівнянь, що використовується для знаходження розв’язку задачі, має велику розмірність, розв’язки прямої та двоїстої задачі для даного класу задач можуть не співпадати, також досить важко використати слабку наповненість матриць. Все це стимулює розробку нових ефективних методів розв’язування задач напіввизначеної оптимізації. Враховуючи значний клас прикладних задач, що зводяться до напіввизначеної оптимізації, розробка нових ефективних методів для цього класу задач є досить актуальною проблемою.

Наукова новизна одержаних результатів. Оцінюючи найважливіші здобутки дисертаційного дослідження, варто вказати на наступні результати, що мають вагому наукову новизну.

По-перше, було удосконалено процедуру оберненої ітерації (за допомогою метода спряжених напрямів) та використано її для визначення додатної на-



піввизначеності матриць.

По-друге, цінним для теорії напіввизначеної оптимізації є строге доведення збіжності напіввизначеного симплекс-методу та його вдосконалення за допомогою модифікованої процедури оберненої ітерації.

По-третє, у роботі удосконалено напіввизначену релаксацію для загальних квадратичних задач і широкого кола прикладних задач, що на відміну від існуючих методів дозволило знаходити кращі розв'язки вихідної задачі.

По-четверте, було доведено точність напіввизначеної релаксації для окремих класів задач максимізації евклідової норми вектора на опуклій множині.

По-п'яте, заслуговує наукової уваги запропонована авторкою процедура знаходження верхніх та нижніх оцінок цільових функцій, що дозволяє знаходити оптимальні розв'язки в загальних квадратичних задачах.

Вважаю, що елементи наукової новизни сформульовані коректно, їх кількість та кваліфікаційні ознаки відповідають нормативним вимогам.

Ступінь достовірності та обґрунтованості наукових положень, висновків та результатів дисертації. Детальне ознайомлення з текстом дисертаційної роботи А. С. Перетятко дає підстави стверджувати, що підхід дисертантки до дослідження відзначається фундаментальністю та ґрунтовністю. Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та результатів дисертації підтверджується сформульованими у роботі теоремами і лемами та їх доведенням. Проведені чисельні експерименти також підтверджують достовірність теоретичних положень.

Справляє позитивне враження джерельна база роботи. Відносно слабка розробленість вітчизняною наукою даної проблематики спонукала дисертантку звернутися до численних англомовних джерел. Видання, включені до списку використаної літератури, насамперед зарубіжні, свідчать про ґрунтовне опрацювання проблеми і високий рівень наукової підготовки авторки, її наукову зрілість.

Оцінка змісту та завершеності дисертації. У вступі чітко обґрунтовано актуальність проблеми, коректно сформульовано мету, яка конкретизується у завданнях, окреслено об'єкт та предмет дисертаційного дослідження. Логічно окреслено систему використаних у роботі дослідницьких методів.

У першому розділі дисертаційної роботи "Напіввизначена оптимізація" ав-

торкою наведено основні відомості теорії напіввизначеної оптимізації та проаналізовані переваги і недоліки методів напіввизначеної оптимізації, окреслено її використання. Далі наведено основні положення симплекс-методу для задач лінійного програмування, які використано у напіввизначеному симплекс-методі, та проаналізовано методи знаходження власних значень матриці і відповідних їм власних векторів.

У *другому розділі* роботи “Напіввизначений симплекс-метод для розв’язування задач напіввизначеної оптимізації” дисертанткою описано запропоновану модифікацію метода оберненої ітерації, в якій використано метод спряжених напрямів, та перевірено її на практиці. Далі дисертанткою удосконалено напіввизначений симплекс-метод за допомогою процедури оберненої ітерації, доведено його збіжність і порівняно на прикладах з результатами, отриманими за допомогою відомих програмних пакетів. Уваги заслуговують також знайдені дисертанткою приклади, для яких напіввизначений симплекс-метод знаходить розв’язки, а інші методи не знаходять (наведено у додатку А).

За матеріалами цього розділу опубліковано три статті у вітчизняних журналах “Проблеми управління и информатики”, “Вісник Черкаського університету. Серія “Прикладна математика. Інформатика”, “Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій” та іноземному періодичному виданні “Theoretical & Applied Science”, а також зроблено доповіді на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях.

Третій розділ “SDP для загальних квадратичних задач” авторкою присвячено напіввизначеній релаксації та дослідженню її точності. Дисертанткою уперше використано точну квадратичну регуляризацію для перетворення загальних квадратичних задач до задач максимізації норми вектора на перетині еліпсоїдів, завдяки чому виявилось можливим знаходити більш точну нижню оцінку цільової функції в квадратичних задачах. У цьому розділі авторкою вперше запропоновано та перевірено на відомих складних тестових задачах нову процедуру для знаходження верхніх і нижніх оцінок цільової функції в загальних квадратичних задачах.

За матеріалами третього розділу опубліковано 3 статті у журналах “Математичні машини і системи”, “Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія “Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління”, “Вісник Запорізького національного університету”, а також зроблено доповіді на міжнародних та всеукраїнських

наукових конференціях.

У *четвертому розділі* роботи “Прикладні задачі напіввизначеної оптимізації” дисертанткою розглянуто низку прикладних задач, для яких може бути використана напіввизначена оптимізація (задача кластеризації даних, задача локалізації датчиків у мережі та задача пошуку максимального розрізу графа), та удосконалено напіввизначену релаксацію для них.

Результати цього розділу достатньо повно освітлені у публікації в журналі “Математичні машини і системи” і повідомлені на міжнародних наукових конференціях.

Завершується робота досить розгорнутими *висновками*, які впливають зі змісту роботи, є логічними та слугують віддзеркаленням основних результатів дисертаційної роботи.

Варто відзначити добру структурованість роботи, логічність викладення результатів, акуратне оформлення наукового апарату роботи, обґрунтованість наведених дисертанткою висновків.

Виходячи з аналізу основної частини дисертації, вважаю, що мета дисертаційної роботи в ході виконання дослідження була досягнута, а дисертація є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

Практичне значення одержаних результатів та рекомендації щодо їх можливого використання. На мій погляд, результати дисертаційного дослідження характеризуються теоретичною та практичною значущістю. Вони вже використовуються у навчальному процесі Державного вищого навчального закладу “Український державний хіміко-технологічний університет” (відповідний акт впровадження представлено у додатку В дисертаційної роботи) та можуть бути використані у навчальному процесі інших ВУЗів. Також удосконалений напіввизначений симплекс-метод та розроблене програмне забезпечення може бути використано для розв’язування широкого кола практичних задач: кластеризації даних, розміщення датчиків у мережі, калібрування фотокамер, розфарбування графів тощо.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи викладено в публікаціях у 7 фахових журналах, один з яких входить у базу даних Scopus; 1 публікації в іноземному періодичному виданні; 10 працях за ма-

теріалами міжнародних і всеукраїнських наукових конференцій.

Таке представлення результатів наукової роботи є достатнім. Кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття змісту дисертації відповідає вимогам “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” для кандидатських дисертацій. Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації.

Основні положення дисертації широко апробовані на наукових конференціях, серед яких: “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (Дніпропетровськ, 2009 р.), “Dynamical system modelling and stability investigation” (Київ, 2011 р.), “Математичне та імітаційне моделювання систем” (Чернігів, 2011-2013 рр.), “Обчислювальна та прикладна математика” (Київ, 2011 р., 2014 р.), “Інформатика та системні науки” (Полтава, 2012 р., 2014 р., 2015 р.), “Контроль і управління в складних системах” (Вінниця, 2012 р.), “Хімія та сучасні технології” (Дніпропетровськ, 2013 р.), “Современные проблемы математики и ее приложения в естественных науках и информационных технологиях” (Харків, 2013 р.), “Computer science & engineering” (Львів, 2013 р.), “Актуальные проблемы современной науки” (Уфа, 2013 р.).

Загалом вважаю, що дисертація пройшла належну апробацію; вона є самостійною науковою працею, що має завершений характер.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Ознайомлення з текстом автореферату дисертації дає підстави стверджувати, що за структурою та змістом він відповідає вимогам, що ставляться МОН України. У тексті автореферату відображено основні положення, зміст, результати і висновки здійсненого А.С. Перетятко дисертаційного дослідження. Зміст автореферату та основні положення дисертації є ідентичними.

Дискусійні положення та зауваження. Позитивно оцінюючи здобутки дисертантки, вважаю за необхідне зазначити наступні дискусійні положення та зауваження до поданої дисертаційної роботи:

1. У роботі досить детально досліджується напіввизначений симплекс-метод. На мій погляд, у п. 2.2 “Напіввизначений симплекс-метод” варто було б привести оцінку кількості ітерацій метода.

2. Останній розділ та п. 3.3 присвячені прикладним задачам напіввизна-

ченого та квадратичного програмування: булевим задачам, задачі локалізації датчиків у мережі, кластеризації даних та пошуку максимального розрізу графа. Але, на мою думку, ці задачі є перш за все теоретичними. Тому хотілося б побачити застосування розроблених методів до більшого кола практичних задач.

3. У роботі вказується, що нова процедура для знаходження верхніх та нижніх оцінок у 91,66% випадках дозволяє знайти глобальний мінімум (стор. 85), але не проведений аналіз, чому так відбувається.

Загалом, висловлені зауваження не ставлять під сумнів отримані наукові результати та повністю можуть бути виправленими у подальшій науковій роботі дисертантки.

Загальний висновок. Дисертаційна робота на тему “Напіввизначена оптимізація для розв’язування загальних квадратичних задач” виконана вперше і поглиблює існуючу теорію напіввизначеної оптимізації, а також є суттєвим внеском до методів розв’язування загальних квадратичних задач.

Актуальність обраної теми дисертації, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизна та повнота викладення в опублікованих працях повністю відповідають вимогам, які ставляться до кандидатських дисертацій.

Вважаю, що дисертаційна робота на тему “Напіввизначена оптимізація для розв’язування загальних квадратичних задач”, представлена на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук, є завершеною, цілісною, самостійно підготовленою кваліфікаційною науковою працею та відповідає усім вимогам “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а її авторка – Перетятко Анастасія Сергіївна – заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,
доцент кафедри прикладної математики
Харківського національного університету радіоелектроніки,
канд. фіз.-мат. наук, доцент,

М. В. Сидоров



Підпис
Учений
23.11.2015

І. В. Мавридан