

## ВІДГУК

офіційного опонента

д.ф.-м.н., проф. Ємця О.О.

на дисертаційну роботу **Перетятко Анастасії Сергіївни** на тему:  
**«Напіввизначена оптимізація для розв'язування загальних квадратичних задач»**, подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

### 1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Прогрес в математичному моделюванні складних систем можливий тільки з запровадженням нових методів, які дозволять ефективно розв'язувати класи складних оптимізаційних задач. Одним з таких класів є квадратична оптимізація. Наразі для розв'язування задач квадратичної оптимізації не існує поліноміальних методів. Саме тому пошук ефективних методів для цього класу задач триває. Дисертаційна робота А.С. Перетятко присвячена пошуку практично ефективного методу для розв'язування загальних квадратичних задач, які виникають при математичному моделюванні складних систем.

З використанням напіввизначеної релаксації, загальні квадратичні задачі зводяться до напіввизначеної оптимізації. Саме тому необхідний практично ефективний метод, який би розв'язував задачі напіввизначеної оптимізації. Найпопулярніші на даний момент методи внутрішньої точки мають певні недоліки: вони значно збільшують вимірність початкової задачі, вимагають лінійну незалежність обмежень та обмежені використанням тільки до задач, що не мають «розриву двоїстості». Саме тому питання розв'язування задач напіввизначеної оптимізації й досі відкрито. У дисертаційній роботі А.С. Перетятко детально досліджується та удосконалюється напіввизначений симплекс-метод, який використовується для розв'язування задач напіввизначеної оптимізації та має низку переваг над прямо-двоїстими методами внутрішньої точки.

Доцільність використання напіввизначеної релаксації обумовлена тим, що перевірка оптимальності знайденого розв'язку не потребує експоненціального часу та є досить простою. Але за допомогою напіввизначеної релаксації в загальному випадку може бути знайдена тільки нижня оцінка цільової функції, саме тому вона також потребує вдосконалення. Важливим питанням у цьому напрямку є покращення знайденої нижньої оцінки та пошук глобального мінімуму. Це розглядається у дисертаційній роботі А.С. Перетятко.

Викладені аргументи свідчать про актуальність та своєчасність дисертаційного дослідження А.С. Перетятко. Дана робота виконана у Державному вищому навчальному закладі «Український державний хіміко-технологічний університет» в рамках наукової теми «Дослідження шляхів використання інформаційних та комп'ютерних технологій при вирішенні регіональних проблем», що також свідчить про її актуальність.



## **2. Наукова новизна дисертаційної роботи.**

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

- удосконалено процедуру оберненої ітерації, яка використовується для визначення додатної напіввизначеності матриці, шляхом використання методу спряжених напрямів, що, як показують чисельні експерименти дозволило підвищити точність розрахунків і прискорити збіжність до власного вектора матриці (п. 2.1);

- уперше доведено збіжність напіввизначеного симплекс-методу, який вдосконалено процедурою оберненої ітерації з використанням спряжених напрямів, встановлено його переваги (п. 2.2 – 2.4);

- удосконалено напіввизначену релаксацію за рахунок використання точної квадратичної регуляризації та інших перетворень для загальних квадратичних задач і широкого кола прикладних задач (задачі розміщення сенсорних датчиків у мережі, задачі кластеризації даних, квадратичних задач з булевими змінними, задачі *max-cut*) (п. 3.1, 3.3, 3.4, 4.1 – 4.3);

- доведено точність напіввизначеної релаксації для окремих класів задач максимізації евклідової норми вектора на опуклій множині (п. 3.2);

- уперше запропоновано та перевірено на практиці нову процедуру знаходження верхніх і нижніх оцінок цільової функції, яка дозволяє отримувати розв'язки у загальних задачах квадратичної оптимізації (п. 3.1, 3.3, 4.1 – 4.3).

## **3. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.**

*Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій*, наведених у дисертації, забезпечується строгістю постановки і вирішення задач, проведенням теоретичного аналізу з використанням теорії лінійної та напіввизначеної оптимізації, коректним застосуванням математичних методів під час досліджень. У роботі сформульовано та доведено 11 теорем та 2 леми, які обґрунтовують результати роботи.

*Достовірність теоретичних положень дисертаційної роботи* підтверджується виконаними чисельними експериментами, за допомогою яких проілюстровано теоретичні результати.

## **4. Аналіз літератури, використаної в дисертаційному дослідженні.**

Високий рівень наукових положень, висновків і рекомендацій ґрунтується також на широкій інформаційній базі за темою дисертації, в т.ч. численних наукових публікаціях зарубіжних вчених. Перелік використаної літератури в дисертаційному дослідженні складається зі 171 джерела.

## **5. Практичне значення та впровадження роботи.**

Практичне значення результатів, що містяться в дисертації, полягає в тому, що напіввизначений симплекс-метод та розроблене програмне забезпечення для розв'язування задач напіввизначеної оптимізації може бути використано для розв'язання прикладних задач, математичні моделі яких можуть бути представлені у вигляді загальних квадратичних функцій. Теоретичні та практичні

результати дисертаційної роботи використано у навчальному процесі Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет» під час підготовки фахівців за напрямом «Комп'ютерна інженерія».

#### **6. Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.**

Результати дисертації достатньо повно відображені в публікаціях здобувача. За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць, з них 4 – одноосібні. Основні результати опубліковано у фахових періодичних виданнях – 7 статей (з них 1 – в журналі, що включено в міжнародну наукометричну базу), 1 стаття надрукована в зарубіжному періодичному виданні.

#### **7. Апробація основних результатів дисертації.**

Робота пройшла широку апробацію, її положення доповідались, обговорювались та знайшли схвалення на 15 конференціях, в тому числі – на 12 міжнародних.

#### **8. Відповідність змісту дисертації та автореферату.**

Зміст автореферату дисертації відображає основний зміст, положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи та відповідає вимогам МОН України до авторефератів. Він містить всі необхідні структурні складові і в ньому викладена основна суть виконаних наукових досліджень, а також наведені висновки та список основних публікацій дисертанта.

#### **9. Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертацій.**

Дисертація виконана державною мовою. Стиль дисертації в основному відповідає вимогам, що висуваються до наукових праць такого рівня, а також відзначається логічністю, послідовністю, системністю, обґрунтованістю.

Основний зміст дисертаційного дослідження структурований за розділами та підрозділами. Висновки є достатньо аргументовані та несуть важливий теоретичний та прикладний характер.

Структура дисертації цілком узгоджується з її назвою, метою і завданням дослідження. Загалом можна зазначити, що дисертація є закінченою науковою роботою, в якій отримані нові наукові результати, що мають теоретичну та практичну цінність.

#### **10. Відповідність теми дисертації профілю спеціальності.**

Зміст дисертаційної роботи відповідає спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи (фізико-математичні науки), за якою її подано до захисту.

#### **11. Зауваження до змісту дисертації та автореферату.**

1. У підрозділі 1.6 наведені загальновідомі відомості про симплекс-метод. Можливо, не варто було наводити ці відомості у дисертації.

2. Заслугове на увагу застосування дисертанткою програмного забезпечення, яке є у вільному доступі на NEOS-сервері (пакети CSDP, PENSDP, SDPA, SDPT 3, SEDUMI), але, можливо, некоректно порівнювати час розрахунків (п. 2.4, табл. 2.2), тому що програма, в якій реалізований напіввизначений симплекс-метод, та програми, що розташовані на NEOS-сервері, запускалися на різних комп'ютерах, і тому на час розрахунків могло вплинути апаратне забезпечення.

3. У напіввизначеному симплекс-методі використовується представлення напіввизначеної матриці у вигляді суми матриць рангу одиниця (п. 2.2.1), проте ніде не зазначено, чи є це представлення однозначним.

4. В дисертаційній роботі підрозділ 2.1 має назву «Метод спряжених напрямів для визначення додатної напіввизначеності симетричної матриці». На мій погляд, ця назва не повністю відображає зміст цього підрозділу, тому що для визначення додатної напіввизначеності матриці використовується модифікована дисертанткою процедура оберненої ітерації, яка згадується у науковій новизні, а з назви розділу це неочевидно.

5. В деяких місцях дисертації та автореферату використовуються елементи математичного жаргону, що може приводити до неточного сприйняття тексту. Це ж в певному сенсі стосується і представлення симплекс-таблиць та деяких результатів обчислень.

Втім, ці недоліки не впливають суттєво на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи А. С. Перетятко.

### **Висновки.**

Дисертаційна робота А. С. Перетятко є завершеним науковим дослідженням, в якому отримані нові обґрунтовані результати, які розв'язують наукові завдання підвищення ефективності методів напіввизначеної оптимізації, що має істотне значення при розв'язуванні загальних квадратичних задач за допомогою напіввизначеної релаксації.

Дисертаційна робота «Напіввизначена оптимізація для розв'язування загальних квадратичних задач» за напрямом досліджень та отриманими результатами відповідає спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи. За актуальністю, науковим рівнем, науковою новизною, практичним впровадженням, кількістю та якістю публікацій дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України, зокрема «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Перетятко Анастасія Сергіївна, заслугове присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,  
доктор фізико-математичних наук,  
професор, завідувач кафедри математичного  
моделювання та соціальної інформатики ПУЕТ

О. О. Ємець

Особистий підпис Ємець О.О.

**ЗАВІРЯЮ**

Начальник відділу кадрів ПУЕТ  
О. Олій П. Рачина

