

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Гуріна Артема Леонідовича**
«Комбінаторні методи розв'язання задач про математичний сейф на графах та матрицях», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю **113 Прикладна математика**,
доктора фізико-математичних наук **Стецюка Петра Івановича**

1. Актуальність обраної теми дисертації.

В сучасному технологічному світі, коли для досягнення цілей та результатів у гуманітарних, виробничих та дослідницьких галузях діяльності необхідно вирішувати задачі управління подіями та процесами, застосування методів комбінаторної оптимізації є неминучим, оскільки багато подій та процесів мають дискретну природу, а пошук серед них має комбінаторний характер. У цій дисертації розроблюються та досліджуються нові комбінаторні методи розв'язання задач, які отримали назву "задачі про математичний сейф", на графах та матрицях, які відносять до класу позиційних ігор. Ці методи мають застосування в різних областях, включаючи теорію кодування і захист інформації.

Дослідження в цьому напрямку було розпочато відносно нещодавно, але, незважаючи на деякі вагомні результати, для існуючих методів та алгоритмів не завжди доведено необхідні умови існування розв'язку, не проаналізовано збіжність та обчислювальну складність. Виникає потреба як довершення вже існуючих, так і розробки нових, більш ефективних методів розв'язання задач про математичний сейф. Отже розробка та теоретичне обґрунтування нових методів для розв'язання задач про математичний сейф на графах і матрицях є важливим напрямком досліджень в комбінаторній оптимізації, що підтверджує актуальність теми дисертації.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Основні дослідження, пов'язані з темою дисертації, проводилися у відділі економічної кібернетики Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, де проходив підготовку здобувач, в межах виконання науково-дослідних проектів:

1. ВФ 110.15 «Розробити методи та алгоритми розв'язання оптимізаційних задач на комбінаторних конфігураціях і траєкторіях динамічних систем» (державний реєстраційний номер 0117U000473, протокол приймання та оцінки наукової роботи № 15 від 02.11.2021, термін виконання 01.01.17–31.12.21);
2. ВФ 110.18 «Побудова гарантованих керувань динаміки систем при різних інформаційних припущеннях» (державний реєстраційний номер 0122U000663, протокол затвердження №1 від 08.07.2021, термін виконання 01.01.22–31.12.26).

3. Оцінка змісту дисертації, її довершення та оформлення.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел із 124 найменуваннями.

У розділі 1 автор розглянув основні етапи розвитку теорії позиційних ігор, до яких належить задача про математичний сейф, та дав стислу характеристику сучасного стану розвитку методів розв'язання таких типів задач.

Розділ 2 присвячений опису теоретичних основ низки відомих методів оптимізації та розв'язання позиційних ігор на графах та матрицях, розглянуто існуючі актуальні методи розв'язання задач про математичний сейф на графах та матрицях. У висновках продемонстровано обмеження, які мають наявні методи, з чого випливає необхідність розробки більш досконалих комбінаторних методів та розвитку методології розв'язання задач про математичний сейф.

У розділі 3 автор розвиває методологію розв'язання задач про математичний сейф на графах. Розглядається метод сумарних представлень, основна ідея якого полягає у тому, що певний тип графів допускає існування обмеженої кількості елементів рівняння, що в сумі дорівнює сумі всіх змінних рівнянь. В дисертації розроблено та представлено параметричний метод, сутність якого полягає у позначенні змінних, які відповідають вершинам графа визначеними параметрами, через які знаходяться всі інші змінні задачі про математичний сейф.

У розділі 4 наводяться нові оригінальні методи розв'язання задач про математичний сейф на матрицях. Проведено порівняння методів за арифметичною складністю алгоритмів для замків над полем лишків за модулем простого числа та запропоновано практичне застосування методів розв'язання задачі про математичний сейф.

Сформульовані висновки підкреслюють актуальність теми досліджень, дозволяють стверджувати про досягнення мети дослідження та оцінити перспективи його практичного застосування для розв'язку задач комбінаторної оптимізації.

4. Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертаційній роботі досягнуті нові наукові результати, які є важливим внеском у розвиток комбінаторної оптимізації та теорії математичних сейфів, що дозволяє вказати на досягнення мети дисертаційної роботи – побудови цілісної методології розв'язання задачі про математичний сейф. Наукову новизну в цій роботі мають такі теоретичні та практичні результати:

– вперше доведено необхідні та достатні умови при яких початкові стани замків сейфа гарантують існування розв'язку задачі про математичний сейф на графах;

– вперше остаточно описаний та обґрунтований метод сумарних представлень розв’язання задачі про математичний сейф на графах, який застосовується для графів у полі лишків за модулем простого числа;

– вперше розроблений та представлений такий оригінальний метод розв’язання задачі про математичний сейф на графах, як параметричний метод, у полі лишків за модулем простого числа;

– вперше розроблений та представлений метод формування підсистем розв’язання задачі про математичний сейф на матрицях, який дозволяє за скінчену кількість кроків отримати розв’язок задачі з одним та двома типами замків у полях лишків за модулем простого числа;

– вперше запропоновано метод сумарних представлень для розв’язання задачі про математичний сейф на матрицях, який зводиться до розв’язання системи лінійних порівнянь у полі лишків за модулем простого числа;

– вперше системно проаналізовано арифметичну складність алгоритмів існуючих методів розв’язання задачі про математичний сейф на матрицях у полі лишків за модулем простого числа.

5. Практичне значення результатів дослідження.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у можливості застосування нових ефективних методів розв’язування практичних задач, які можна представити у вигляді задач про математичний сейф на графах та матрицях. Також ці методи можуть бути корисними для створення моделей та пошуку рішень для різних практичних завдань, які можна виразити у формі позиційних ігор або подібних конструкцій.

У роботі розглянуто можливі застосування цих методів у теорії кодування та захисті інформації. Конкретні приклади, наведені в дисертаційній роботі, демонструють, як ці методи можуть бути використані для ефективного кодування повідомлень у месенджерах та інших системах збереження інформації. Це дослідження відкриває можливості для вдосконалення процесів передачі та захисту інформації, що має важливе практичне значення у сучасному інформаційному світі.

Результати цього дослідження рекомендуються для впровадження, вдосконалення та тестування спеціалізованих програмних засобів в галузі кіберзахисту, як для приватних компаній, так і для державних установ. Велика частина отриманих висновків та методологічних рекомендацій може бути інтегрована в навчальний процес вищих навчальних закладів України.

6. Ступінь обґрунтованості основних положень та висновків дисертації.

Дисертаційна робота автора Гуріна Артема Леонідовича містить наукові положення, висновки та рекомендації, які мають глибоке теоретичне, методологічне та практичне обґрунтування. Автор обґрунтовує свої положення, провівши системний аналіз різних вітчизняних та зарубіжних джерел, що відповідають темі дисертації.

У роботі чітко сформульована концептуальна мета – комплексне дослідження та розробка методів для вирішення задачі про математичний сейф. Ця мета дозволила автору створити цілісну методологію для розв'язання таких задач. Основні наукові положення та висновки роботи побудовані на власних дослідженнях та розрахунках автора, логічно витікають з матеріалів дисертації та утворюють цілісну структуру.

Структура дисертаційної роботи автора логічна та послідовна і вона повністю охоплює тему дослідження.

7. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи висвітлено у 7 наукових працях, з яких 3 – у фахових виданнях, 4 – у іноземних виданнях, що індексуються у наукометричній базі SCOPUS, а також у матеріалах 3 міжнародних наукових та науково-практичних конференцій. Дві наукові публікації здобувача є одноосібними, п'ять робіт опубліковано у співавторстві. Вважаю, що внесок автора у вирішення проблем, окреслених в рамках дисертації, є вагомим.

Публікації здобувача відповідають вимогам, встановленим «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

8. Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації.

Поряд з позитивною характеристикою роботи хотілося б висловити певні зауваження, яких автору не вдалося уникнути у процесі підготовки дисертації.

1. На чому ґрунтується впевненість автора в тому, що методи розв'язання у полях лишків за модулем простого числа є поліноміальними, а за модулем складеного числа мають неполіноміальну складність?

2. Чому було обрано саме параметричний метод для розв'язання задачі про математичний сейф на матрицях?

3. Доцільно було б навести більше значущих та поширених прикладів

практичного застосування одержаних результатів.

Хочу відмітити, що вищенаведені зауваження мають несуттєвий дискусійний характер, не зменшують наукової цінності роботи та не заперечують її наукових результатів.

9. Висновок.

Дисертаційна робота Артема Леонідовича Гуріна на тему «Комбінаторні методи розв'язання задач про математичний сейф на графах та матрицях» є важливим теоретичним внеском у вирішення наукової проблеми, пов'язаної із створенням комплексної методології для вирішення задачі про математичний сейф на графах та матрицях. Ця робота включає в себе аналіз існуючих методів та розробку нових підходів. Ефективність запропонованих методів і алгоритмів була перевірена як аналітичними розрахунками, так і за допомогою типових прикладів. Отримані наукові результати є розвитком методології розв'язування комбінаторних задач про математичний сейф і розширяють їх застосування для моделювання та вирішення практичних завдань.

Дисертація Артема Леонідовича Гуріна за актуальністю, рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичною значимістю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Завідувач відділу методів негладкої оптимізації
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова
НАН України,
доктор фізико-математичних наук, старший
науковий співробітник




(підпис)

Петро СТЕЦЮК

