

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
Олег МАРЕНКОВ



2025 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
Малієнко Ольги Олександрівни на тему «Теоретичне обґрунтування
аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів»,
представленої на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності
113 Прикладна математика

ВИТЯГ

з протоколу №3 засідання міжкафедрального семінару при постійнодіючому
семінарі «Актуальні питання оптимізації та дискретної математики»
при Науковій раді НАН України з проблеми «Кібернетика»
факультету прикладної математики та інформаційних технологій
Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара
від «11» червня 2025 року

ПРИСУТНІ: 16 з 16 членів наукового семінару.

ГОЛОВА НАУКОВОГО СЕМІНАРУ: член-кореспондент НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф. Кісельова О.М. (01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики), декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

СЕКРЕТАР ЗАСІДАННЯ: канд. фіз.-мат. наук, доц. Кузенков О.О. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи) доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

ЧЛЕНИ НАУКОВОГО СЕМІНАРУ: д-р фіз.-мат. наук, проф. Гук Н. А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), в. о. проректора з науково-педагогічної роботи, професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Кузьменко В. І. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), професор кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Шевельова А.Є. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Гарт Л.Л. (01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики), професорка кафедри обчислювальної математики

та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р техн. наук, проф. Байбуз О.Г. (05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту), завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р техн. наук, проф. Книш Л.І. (05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика), професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Турчина В.А. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи), завідувачка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Зайцева Т.А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), завідувачка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Волошко В.Л. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук Козакова Н. Л. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Тонкошкур І.С. (01.02.05 – механіка рідини, газу та плазми), доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Наконечна Т.В. (01.01.01 – математичний аналіз), доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Трофімов О.В. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Полонська А.Є., асистентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

ЗАПРОШЕНІ ФАХІВЦІ (2 особи, з правом голосу):

д-р фіз.-мат. наук, проф. Козін І.В. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи), професор кафедри економічної кібернетики Запорізького національного університету;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Семенюта М.Ф. (01.01.08 – математична логіка, теорія алгоритмів і дискретна математика), доцентка кафедри вищої математики та фізики Центральноукраїнського національного технічного університету.

На засіданні присутні аспіранти: Коваленко Є.О., Малієнко О.О.

Аспіранти участі в голосуванні не брали.

Порядок денний: розгляд і обговорення дисертаційної роботи Малієнко Ольги Олександрівни на тему «Теоретичне обґрунтування аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика.

Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 4 від 19 листопада 2020 року). Науковим керівником призначено канд. фіз.-мат. наук, доц. Турчину Валентину Андріївну. Тема дисертації уточнена на засіданні вченої ради факультету прикладної математики та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 8 від 18 березня 2025 року).

Підготовка здобувача третього рівня вищої освіти здійснюється за акредитованою освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» зі спеціальності 113 Прикладна математика (сертифікат про акредитацію освітньої програми 2068, дійсний до 01.07.2027 р.).

СЛУХАЛИ:

Обговорення дисертації аспірантки 4 року навчання Малієнко Ольги Олександрівни на тему «Теоретичне обґрунтування аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів» на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика.

Перевірку на плагіат здійснювала комісія у складі: канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Кузенков О.О., канд. фіз.-мат. наук, доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Козакова Н.Л., провідний інженер НДЛ ОСС Яцечко Н.Є.

За результатами перевірки дисертаційної роботи на плагіат програмою «Strikeplagiarism» зроблено висновок: дисертаційна робота Коваленка Є.О. має високий рівень унікальності (91,82%) і може бути допущена до захисту.

Робота виконана на 120 сторінках і містить такі складові частини: анотація, зміст, вступ, чотири розділи, висновки, список використаної літератури, один додаток.

Слово надається аспірантці Малієнко Ользі Олександрівні. Будь ласка, регламент виступу – 20 хвилин.

Аспірантка Малієнко О.О.

Шановні члени наукового семінару та присутні!

Тема моєї дисертаційної роботи: «Теоретичне обґрунтування аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів».

Актуальність теми. Дискретна оптимізація, як окремий розділ прикладної математики, охоплює широкий спектр задач, які вимагають пошуку оптимальних розв'язків серед скінченної множини допустимих. Серед задач дискретної оптимізації особливий інтерес викликають проблеми, що мають

практичне застосування у сфері логістики, планування ресурсів, комбінаторного аналізу, обчислювальної техніки та інших. Ці задачі є основою багатьох сучасних технологічних рішень, від автоматизованих систем складання розкладів до моделей оптимального управління виробничими процесами. Незважаючи на значний прогрес у розробці методів дискретної оптимізації, дослідження аномальних випадків залишаються маловивченими. Аномалії, які можуть проявлятися у вигляді непередбачуваних або парадоксальних змін значень цільової функції при зміні початкових параметрів задачі, часто ускладнюють процес виконання завдань. Такі явища впливають як на точність, так і на стабільність результатів, що може мати критичне значення у прикладних галузях.

Мета і завдання дослідження. Головна *мета* дослідження – з'ясувати природу аномалій у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів, дослідити умови їх виникнення та розробити підходи мінімізації їх впливу на розв'язок задачі. Для цього було поставлено наступні завдання:

- вивчити особливості виникнення аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування;
- проаналізувати можливий вплив зміни початкових параметрів задач на появу аномалій;
- розробити алгоритми для розв'язання задач з урахуванням появи аномальних випадків.

Об'єкт дослідження – підклас задач дискретної оптимізації, у яких можливе виникнення аномальних випадків.

Предмет дослідження – методи і алгоритми аналізу виникнення аномалій у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів.

Методи дослідження: у процесі розв'язання завдань були застосовані підходи дискретної й комбінаторної оптимізації; методи, що ґрунтуються на теорії графів і теорії розкладів; інструменти теорії оптимального впорядкування.

Під час доповіді аспірантка описала зміст розділів своєї дисертаційної роботи.

У **вступі** дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність дослідження аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування як однієї з важливих проблем дискретної оптимізації. Сформульовано мету роботи та основні завдання, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження. Подано формулювання наукової новизни, практичного значення отриманих результатів, а також відомості про апробацію, публікації та особистий внесок здобувача. Визначено обсяг та структуру дисертації.

У **першому розділі** представлено огляд теоретичних основ задач оптимального упорядкування вершин орграфів як підкласу задач теорії розкладів. Наведено приклади аномальних випадків у класичних задачах, пов'язаних з технологічними обмеженнями, зміною часу виконання завдань, кількістю виконавців, порядком пріоритетів. Показано практичну значущість врахування аномалій у таких галузях, як енергетика, біоінформатика, кібербезпека, логістика, комп'ютерні мережі та інші. Розглянуто математичні

приклади з детальним аналізом цільової функції до і після модифікації задачі, які ілюструють появу аномалій при здавалося б покращених умовах.

У **другому розділі** досліджено виникнення аномальних випадків при одночасному покращенні декількох вихідних параметрів задачі. Запропоновано класифікацію таких аномалій та виявлено їх залежність від графової структури. Розглянуто нові аномальні випадки, а саме: зменшення кількості робіт та скорочення списку пріоритетів. Проведено аналіз класу інвертованих графів та виникнення аномальних випадків у задачах паралельного виконання програм.

У **третьому розділі** систематизовано умови виникнення аномалій у задачах спеціальних класів дискретної оптимізації, а саме для задач з: різною продуктивністю виконавців та фіксацією деяких робіт за певними виконавцями. Введено поняття стабілізації довжини упорядкування, встановлено аналітичні критерії її досягнення для деяких типів задач. Розглянуто випадки взаємної відповідності між задачами і виконавцями, досліджено вплив переривань на виникнення аномалій. Розроблено евристичні алгоритми для зміни списку пріоритетів та динамічного перерозподілу завдань з метою зменшення ймовірності виникнення аномалій та забезпечення стабільності розкладу.

У **четвертому розділі** представлено програмну реалізацію запропонованих алгоритмів. Описано архітектуру програмного забезпечення, функціональні модулі, графічний інтерфейс та інструкцію користувача. Проведено серію обчислювальних експериментів, що підтверджують ефективність підходів до виявлення й усунення аномальних випадків. Наведено приклади задач різної складності з візуалізацією графів, таблицями та результатами упорядкування з і без урахування запропонованих модифікацій.

Наукова новизна одержаних результатів:

- *вперше* розглянуто вплив одночасного покращення декількох початкових умов на появу аномальних випадків;
- *вперше* показано виникнення аномалій при скороченні списку пріоритетів, зменшенні кількості робіт, зміні продуктивності виконавців та фіксації робіт за виконавцями;
- запропоновано *нові* умови запобігання можливого виникнення аномалій.
- розроблено *нові* алгоритми зміни списку пріоритетів та динамічного перерозподілу завдань для забезпечення стабільності розкладу та мінімізації негативного впливу аномальних випадків на оптимальність розв'язку;
- *вперше* введено поняття стабілізації довжини оптимального упорядкування, сформульовано та обґрунтовано умови при яких вона відбувається;
- розглянуто вплив дозволу переривань при виконанні завдань на виникнення появи аномалій;
- досліджені аномальні випадки для класу інвертованих графів.

Обґрунтованість та достовірність одержаних результатів забезпечується завдяки використанню обґрунтованих математичних моделей та

алгоритмічних підходів, які базуються на основах теорії дискретної оптимізації, відповідають загальноновизнаним науковим концепціям і результатам попередніх досліджень. Запропоновані методи отримано в результаті обчислювальних експериментів, що демонструють відповідність теоретичних висновків фактичними результатами.

Практичне значення результатів. Отримані результати мають практичну цінність, оскільки їх можна використовувати для прогнозування можливих неочікуваних змін у якості розв'язків при оптимізації виробничих процесів, транспортних розкладів, логістичних систем, а також обчислювальних ресурсів, які формалізуються як оптимізаційні задачі на графах.

За результатами проведених досліджень були зроблені наступні **висновки**:

- *Вперше* комплексно досліджено механізми виникнення аномалій у задачах даного типу. Сформульовано нові умови можливої появи аномальних випадків та умови, при яких цих випадків можна уникнути.
- Визначено поняття *нових* аномалій у задачах дискретної оптимізації, які проявляються у вигляді парадоксального погіршення значення цільової функції при покращенні параметрів задачі.
- Проведено дослідження впливу змін нових початкових умов на виникнення аномалій, зокрема:
 - зміни продуктивності виконавців;
 - модифікації списків пріоритетів;
 - видаленні або фіксації робіт за виконавцями.
- *Вперше* показано, що одночасне покращення декількох параметрів (наприклад, зменшення часу виконання робіт і збільшення кількості виконавців) може спричинити нові типи аномальних ефектів, що можуть не виникати при зміні одного з параметрів.
- Запропоновано нові алгоритмічні підходи для подолання впливу аномалій, зокрема:
 - динамічна побудова списків пріоритетів з урахуванням структури графа;
 - моделі стабілізації довжини упорядкувань;
 - алгоритми з підтримкою переривань задач і перепризначенням ресурсів.
- *Вперше* введено поняття стабілізації довжини оптимального упорядкування, що дозволяє оцінити чутливість задачі до змін вхідних параметрів.
- Продемонстровано прикладні можливості використання отриманих результатів у задачах:
 - планування виробничих і транспортних процесів;
 - оптимізації навантажень на обчислювальні кластери; – моделювання роботи енергетичних систем;
 - розподілу задач у хмарних та мультипроцесорних обчисленнях;
 - аналізу ефективності сенсорних мереж та систем реального часу.

ЗАПИТАННЯ ТА ВІДПОВІДІ

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професорка Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Які з одержаних результатів на вашу думку є найбільш вагомими?

Малієнко О.О.:

У дисертаційній роботі вперше було системно досліджено аномальні випадки, які виникають не лише при зміні одного параметра задачі, наприклад, зменшення часу або збільшення кількості виконавців, а і при одночасному покращенні декількох умов, коли інтуїтивно очікується покращення, але насправді рішення погіршується. Також вперше було введено поняття «стабілізації» довжини оптимального упорядкування, що дає змогу оцінити стійкість розкладу до змін. Розроблено адаптивні алгоритми побудови списку пріоритетів і динамічного перерозподілу задач, які мінімізують вплив аномалій. Також було продемонстровано прикладні можливості використання отриманих результатів у деяких прикладних задачах.

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професорка Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

У чому полягає новизна ваших результатів? Чим вони відрізняються від попередників-науковців?

Малієнко О.О.:

Якщо порівнювати з іншими дослідниками, Рональд Грехем розглядав окремо кожен випадок запропонованих аномалій. У моїй роботі розглядається саме одночасне покращення декількох, а також всіх аномалій. Якщо розглядати дисертаційну роботу Федоренко, то моя робота продовжує ці дослідження, але має трошки інший фокус. Так, у Федоренко досліджувались класи задач упорядкування та побудова всіх можливих варіантів. У моїй роботі аналізується поведінка задач при зміні початкових параметрів. Вводяться нові типи аномалій, а саме зменшення кількості задач, скорочення списку пріоритетів, зміна продуктивності виконавців, фіксація деяких робіт за певними виконавцями. Також запропоновані нові алгоритмічні засоби мінімізації впливу аномалій, досліджено клас інвертованих графів та вплив переривань на оптимальність розв'язку і на уникнення аномалій.

Кандидат фізико-математичних наук, доц. Наконечна Т.В., доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Чи можна узагальнити ваші підходи для інших класів задач? Наприклад, задач маршрутизації або пакування?

Малієнко О.О.:

Так, концепція стабільності рішень і чутливості до зміни параметрів може бути застосована і до задач маршрутизації, планування маршрутів, розміщення об'єктів. Наприклад, у задачі пакування – зменшення об'єму деяких предметів та зміна списку пріоритетів може призвести до ситуації, коли предмети меншого об'єму будуть упаковані першими і не залишиться достатньо місця для упаковки предметів більшого об'єму. Тобто, виникне аномалія.

Кандидат фізико-математичних наук, доц. Наконечна Т.В., доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Чи будуть актуальними подальші дослідження в цьому напрямку?

Малієнко О.О.:

Так, безумовно. Проведене дослідження окреслює лише частину типів задач, у яких можуть виникати аномальні випадки, пов'язані з непередбачуваним погіршенням цільових характеристик при формальному покращенні вхідних умов. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на формалізації умов нестійкості у задачах з іншими типами обмежень. Цікавим є напрям дослідження властивостей аномалій саме у задачах багатовимірного пакування та розміщення, що досліджуються, зокрема, у працях Козіна Ігора Вікторовича. У таких задачах виникають не тільки стандартні оптимізаційні конфлікти, а й структурно залежні конфігураційні обмеження, де навіть незначна зміна порядку розміщення або форми елементів може спричинити аномальний ефект погіршення розв'язку. З математичного погляду, перспективним є аналіз топології простору рішень для задач зі змінними пріоритетами, обмеженими ресурсами або змішаними типами виконавців. Також доцільним є подальше вивчення граничних умов стабільності.

Голова семінару, член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, проф. Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Запитань більше немає. Переходимо до обговорення дисертаційної роботи. Слово надається науковому керівнику.

ВИСТУП НАУКОВОГО КЕРІВНИКА:

У дисертаційній роботі Малієнко Ольги Олександрівни представлені теоретичні та прикладні результати дослідження аномальних випадків у спеціальних задачах дискретної оптимізації, а саме – у підкласі задач паралельного упорядкування вершин орієнтованих графів. Зазначені задачі тісно пов'язані з практичними потребами у плануванні та розподілі ресурсів у складних інформаційних, технічних і виробничих системах. Особливу актуальність дослідження обумовлює наявність аномалій, пов'язана з непередбаченим погіршенням значення цільової функції, що виникають при зміні вхідних параметрів задач, і які не піддаються прогнозуванню традиційними методами оптимізації.

Проблематика дослідження О.О. Малієнко охоплює широкий спектр підходів до формалізації та виявлення аномальних випадків, що стосуються зокрема: одночасного покращення декількох початкових умов, перерозподілу навантаження між виконавцями, зміни продуктивності виконавців та побудованих пріоритетних списків тощо. Значну увагу приділено теоретичному обґрунтуванню умов виникнення таких явищ і побудові алгоритмів, здатних або запобігати їх появі, або мінімізувати їх вплив на погіршення розв'язків.

Дисертаційна робота виконувалась у рамках тематичного напряму науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: «Розробка та реалізація методів оптимального функціонування складних систем» (№ 0122U001466, 2022–2024 рр.), що реалізується на кафедрі обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Серед результатів, які виносяться на захист, слід відзначити: формалізацію понять стабілізації довжини упорядкування, аномалій продуктивності виконавців та фіксації завдань за деякими виконавцями; вивчення впливу одночасного покращення кількох параметрів задачі на появу аномалій; дослідження аномальних випадків для інвертованих графів; побудову алгоритмів зміни пріоритетних списків, що враховують специфіку аномальних ефектів; формування умов запобігання аномаліям.

Вважаю, що дисертаційна робота Малієнко Ольги Олександрівни «Теоретичне обґрунтування аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів» повністю відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії, визначеним чинним законодавством України, та може бути допущена до захисту у спеціалізованій разовій раді.

ВИСТУПИ ЧЛЕНІВ СЕМІНАРУ:

Доктор фізико-математичних наук, проф. Козін І.В., професор кафедри економічної кібернетики Запорізького національного університету:

У роботі складно виявити суттєві помилки чи методологічні недоліки. Вона справляє враження дуже ґрунтовного та якісного наукового дослідження.

Водночас, хотілося б зосередити увагу на самій тематиці дослідження – аномальних випадках у задачах упорядкування, яка є надзвичайно актуальною. Дозволю собі навести приклад, який ілюструє прикладну важливість подібних ефектів. Йдеться про ситуацію, що мала місце в Південній Кореї: до існуючої інфраструктури автодоріг було додано нові ділянки. Здавалося б, розширення мережі мало би сприяти покращенню транспортних потоків. Проте в результаті середній час пересування автомобілів мережею зріс. Інакше кажучи, розширення можливостей вибору маршрутів спричинило глобальне погіршення функціонування системи. Після численних спроб корекції було встановлено, що найменш витратним рішенням є демонтаж нових доріг – що й було реалізовано. Збитки при цьому обчислювалися мільйонами доларів.

Аналогічні ефекти спостерігаються й у задачах, подібних до тих, що аналізуються в дисертації. Інтуїтивно здається, що скорочення кількості завдань чи зменшення часу їх виконання має призводити до покращення результату – проте на практиці це може викликати зростання загальної тривалості виконання проекту. І хоча така ситуація суперечить очікуванням здорового глузду, вона є цілком реальною. Це питання є особливо актуальним сьогодні, оскільки масштаб проєктних систем – як за обсягом, так і за вартістю – постійно зростає. Сучасні графіки реалізації охоплюють тисячі завдань і потребують значних ресурсів. У таких умовах важливо мати інструменти виявлення аномалій ще на етапі планування – це дозволяє уникати критичних прорахунків і дає відчутний економічний ефект.

Вважаю, що дана дисертаційна робота має не лише нові й теоретично обґрунтовані результати, які детально доведені, а й високу прикладну цінність, потенційно придатну для широкого впровадження в системах управління та планування. Саме тому я охоче погодився бути офіційним опонентом і вважаю, що робота цілком заслуговує на присудження її автору наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика, та пропоную рекомендувати до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді.

Кандидат фізико-математичних наук, доц. Семенюта М.Ф., доцентка кафедри вищої математики та фізики Центральноукраїнського національного технічного університету:

Робота Ольги Олександрівни має значну наукову навізну, ґрунтовно розкриває важливу проблематику аномальних випадків у задачах оптимального упорядкування. Вважаю, що варто відзначити глибокий аналіз впливу різних факторів, виконаних Ольгою Олександрівною на виникнення аномалій, а також запропоновані їй нові алгоритмічні підходи для забезпечення стабільності та ефективності розкладів.

Робота має також прикладну цінність та демонструє можливість практичного використання отриманих результатів у широкому спектрі задач.

Тому, на мою думку, дана дисертаційна робота відповідає чинним вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 – Прикладна математика та заслуговує на рекомендацію до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді.

Кандидат фізико-математичних наук, доц. Наконечна Т.В., доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Після того, як я ознайомилася з роботою Ольги Олександрівни, вважаю, що вона є досить ваговим внеском у дослідження механізмів виникнення аномалій у задачах дискретної оптимізації.

Треба зауважити, що авторкою було вперше проведено комплексний аналіз причин появи аномальних випадків, які проявляються у вигляді парадоксального погіршення цільової функції за умов покращення параметрів задачі. Також треба відмітити, що у роботі чітко сформульовано нові умови, які сприяють появі таких аномалій, а також умови, які дозволяють їх уникнути. І на завершення мені би хотілося сказати, що отримані результати мають значний потенціал для адаптації до задач паралельного упорядкування вершин орграфів у різних прикладних галузях.

Робота відзначається новизною, ґрунтовністю та практичною цінністю, відкриваючи нові перспективи для подальших досліджень у цій сфері.

Відповідно, роботу вважаю виконаною на достатньому науковому рівні та рекомендую до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді.

ВИСНОВОК

Актуальність теми полягає в тому, що задачі оптимального упорядкування з технологічними обмеженнями широко застосовуються в багатьох галузях – від виробничого планування до керування обчислювальними ресурсами в багатопроцесорних системах, – і водночас характеризуються високою складністю, чутливістю до змін вихідних параметрів та схильністю до виникнення аномальних ефектів. У реальних умовах, коли розклад будується в динамічному або обмеженому середовищі, навіть незначна модифікація задачі (наприклад, зміна часу виконання, структури залежностей чи кількості виконавців) може призвести до парадоксальних погіршень розв'язків. Це створює значні ризики для ефективності й надійності прийняття рішень у прикладних задачах. Вивчення причин таких аномалій, умов їх виникнення та розробка методів їх запобігання є важливою науково-практичною проблемою. Це зумовлює актуальність дослідження, спрямованого на аналіз нестійких поведінкових ефектів у задачах упорядкування та пошук алгоритмічних способів зменшення їх впливу.

Затвердження теми та плану дисертації. Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Дніпровського національного університету імені Олеся

Гончара (протокол № 4 від 19 листопада 2020 року). Науковим керівником призначено канд. фіз.-мат. наук, доц. Турчину Валентину Андріївну. Тема дисертації уточнена на засіданні вченої ради факультету прикладної математики та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 8 від 18 березня 2025 року).

Підготовка здобувача третього рівня вищої освіти здійснюється за акредитованою освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» зі спеціальності 113 Прикладна математика (сертифікат про акредитацію освітньої програми 2068, дійсний до 01.07.2027 р.).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження проводилося в рамках тем науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України «Розробка та реалізація методів оптимального функціонування складних систем» (№ держреєстрації 0122U001466, 2022–2024 рр.) при кафедрі обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Публікації та особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 14 наукових працях: 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» з фізико-математичних наук, 1 стаття у науковому виданні країни ЄС, 7 тез доповідей у збірниках матеріалів міжнародних конференцій та семінарів, регіональних науково-практичних конференціях.

Усі результати, що виносяться на захист, отримані автором особисто. У працях, написаних у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у: формулюванні задачі дослідження аномальних випадків у задачах розподілу з частковим порядком; аналізі причин виникнення «вузьких місць» при нерівномірному завантаженні виконавців; вивченні впливу пріоритетних списків на стабільність розкладу; розробці алгоритму динамічного перерозподілу задач з метою зменшення затримок; дослідженні аномальних ефектів в інвертованих графах та умов їх запобігання; аналізі виникнення парадоксального погіршення цільової функції при одночасному покращенні кількох параметрів задачі; узагальненні випадків аномалій у задачах побудови упорядкувань мінімальної довжини та дослідженні впливу початкових умов на стійкість рішень; модифікації задач розподілу з урахуванням обмежень продуктивності ресурсів і пріоритетів; постановці задачі динамічного планування енергетичних систем із тарифними обмеженнями та відновлюваними джерелами; розробці алгоритму пріоритетного перепризначення з урахуванням можливості переривань; введенні поняття стабілізації довжини розкладу та аналізі впливу змін вхідних даних на збереження оптимальності рішень; вивченні аномалій, що виникають при спрощенні технологічних обмежень; формулюванні умов запобігання аномаліям у деревоподібних графах; а також у підготовці огляду літератури, що заклала основу теоретичного напрямку дослідження. Публікації Малієнко О.О. відповідають вимогам пп. 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої разової ради закладу вищої освіти,

наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 (зі змінами).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. *Обґрунтованість та достовірність одержаних* забезпечується завдяки використанню обґрунтованих математичних моделей та алгоритмічних підходів, які базуються на основах теорії дискретної оптимізації, відповідають загально визнаним науковим концепціям і результатам попередніх досліджень. Запропоновані методи отримано в результаті обчислювальних експериментів, що демонструють відповідність теоретичних висновків фактичними результатами.

Наукова новизна одержаних результатів:

- *вперше* розглянуто вплив одночасного покращення декількох початкових умов на появу аномальних випадків;
- *вперше* показано виникнення аномалій при скороченні списку пріоритетів, зменшенні кількості робіт, зміні продуктивності виконавців та фіксації робіт за виконавцями;
- запропоновано *нові* умови запобігання можливого виникнення аномалій.
- розроблено *нові* алгоритми зміни списку пріоритетів та динамічного перерозподілу завдань для забезпечення стабільності розкладу та мінімізації негативного впливу аномальних випадків на оптимальність розв'язку;
- *вперше* введено поняття стабілізації довжини оптимального упорядкування, сформульовано та обґрунтовано умови при яких вона відбувається;
- розглянуто вплив дозволу переривань при виконанні завдань на уникнення появи аномалій;
- досліджені аномальні випадки для класу інвертованих графів.

Практичне значення результатів. Отримані результати мають практичну цінність, оскільки їх можна використовувати для прогнозування можливих неочікуваних змін у якості розв'язків при оптимізації виробничих процесів, транспортних розкладів, логістичних систем, а також обчислювальних ресурсів, які формалізуються як оптимізаційні задачі на графах.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України категорії Б:

1. Малієнко О.О., Турчина В.А. Задача оптимального розподілу ресурсів для випадку обмежень на їх використання. *Збірник наукових праць «Системні технології»*. 2025. Вип. 2. С. 75-81. doi: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-2-157-2025-07>. Режим доступу до ресурсу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1966/1236>.
2. Maliienko O.O., Turchyna V.A. Research on the relationship between

anomalous cases in parallel scheduling problems and executor performance. *Збірник наукових праць «Питання прикладної математики і математичного моделювання»*. Дніпро, 2024. Вип. 24. С. 127-133. doi: <https://doi.org/10.15421/322413>. Режим доступу до ресурсу: <https://pm-mm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/408/394>.

3. Maliienko O.O., Turchyna V.A. Analysis of the impact of task prioritization lists on the potential for avoiding anomalies in task scheduling. *Збірник наукових праць «Системні технології»*. 2024. Вип. 6. С. 167-174. doi: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-6-155-2024-16>. Режим доступу до ресурсу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1924>.

4. Малієнко О.О., Турчина В.А. Порівняльний аналіз аномалій для прямих та зворотних графів. *Збірник наукових праць «Питання прикладної математики і математичного моделювання»*. Дніпро, 2023. Вип. 23. С. 161-170. doi: <https://doi.org/10.15421/322317>. Режим доступу до ресурсу: <https://pm-mm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/386>.

5. Maliienko O.O., Turchyna V.A. The study of the influence of combined changes in the initial data on the occurrence of anomalies for resource allocation. *Збірник наукових праць «Питання прикладної математики і математичного моделювання»*. Дніпро, 2022. Вип. 22. С. 106-112. doi: <https://doi.org/10.15421/322211>. Режим доступу до ресурсу: <https://pm-mm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/345>.

6. Челпанова (Малієнко) О.О., Турчина В.А. Узагальнення аномальних випадків у задачах упорядкування. *Збірник наукових праць «Питання прикладної математики і математичного моделювання»*. Дніпро, 2021. Вип. 21. С. 220-226. doi: <https://doi.org/10.15421/322122>. Режим доступу до ресурсу: <https://pm-mm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/327>.

Статті у наукових виданнях країн ЄС:

7. Maliienko O.O., Turchyna V.A. Conditions for length stabilization in parallel ordering problems. *Theoretical and empirical scientific research: concept and trends*. Oxford, 2024. Вип. 6. С. 216-221. doi: <https://doi.org/10.36074/logos-02.02.2024.043>. Режим доступу до ресурсу: <https://archive.logos-science.com/index.php/conference-proceedings/article/view/1547>.

Тези наукових доповідей:

8. Турчина В.А., Малієнко О.О. Про аномальні випадки в задачах розподілу електроенергії. *XXVII Міжнародна конференція «Автоматика 2024»*, 20-22 листопада 2024. м. Дніпро, 2024. С. 202-204. Режим доступу до ресурсу: [http://automatika2024.dp.ua/files/Автоматика-2024_тези_доповідей\).pdf](http://automatika2024.dp.ua/files/Автоматика-2024_тези_доповідей).pdf) - page=202.

9. Малієнко О.О., Коваленко Є.О. Дослідження впливу переривань на виникнення аномалій у задачах паралельного упорядкування. *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVI Міжнародного науково-практичного семінару присвяченого пам'яті професора Донця Г.П.* м. Кропивницький - Запоріжжя - Київ, 2024. С. 103-107. Режим доступу до ресурсу: https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2024/conf/6.3/CCTA-2024-proc.pdf#page=103.

10. Малієнко О.О. Аналіз впливу збільшення розмірності задачі на довжину паралельного упорядкування. *Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MSSIS-2023): Матеріали XXI міжнародної науково-практичної конференції до 105-річчя Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, 22-24 листопада 2023. м. Дніпро, 2023. С. 200-201.* Режим доступу до ресурсу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2023/11/mpzis-2023.pdf#page=200>.

11. Турчина В.А., Малієнко О.О. Стабілізація довжини упорядкування та аналіз впливу змін початкових даних на оптимальність. *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXV Міжнародного науково-практичного семінару імені А.Я. Петренюка, 14-16 червня 2023. м. Запоріжжя - Кропивницький, 2023. С. 79-82.* Режим доступу до ресурсу: https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2023/conf/1.4/Petrenyuk_ISPS-25-proc.pdf#page=79.

12. Турчина В.А., Малієнко О.О. Наявність аномалій при побудові паралельних упорядкувань для одного класу графів. *Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MSSIS-2022): Матеріали XX ювілейної міжнародної науково-практичної конференції, 23-25 листопада 2022. м. Дніпро, 2022. С. 207.* Режим доступу до ресурсу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2022/12/MPZIS-2022-1.pdf#page=207>.

13. Турчина В.А., Челпанова (Малієнко) О.О. Аномальні випадки при упорядкуванні деревовидних структур. *Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MSSIS-2021): Матеріали XIX міжнародної науково-практичної конференції, 17-19 листопада 2021. м. Дніпро, 2021. С. 194-195.* Режим доступу до ресурсу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2021/12/mpzis-2021.pdf#page=194>.

14. Турчина В.А., Челпанова (Малієнко) О.О. Узагальнення аномалій в задачах упорядкування. *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXIII Міжнародного науково-практичного семінару імені А.Я. Петренюка, присвяченого 70-річчю Льотної академії Національного авіаційного університету, 13-15 травня 2021. м. Запоріжжя - Кропивницький, 2021. С. 188-191.* Режим доступу до ресурсу: https://www.glau.kr.ua/images/docs/sbornik/materiali_23_mnp_seminaru.pdf#page=188.

На підставі заслуховування та обговорення доповіді Малієнко О.О. про основні положення дисертаційної роботи, питань та відповідей на них, члени семінару

УХВАЛИЛИ:

1. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованості, наукової та практичної цінності здобутих результатів дисертація Малієнко Ольги Олександрівни на тему «Теоретичне обґрунтування аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів», відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами).
2. Рекомендувати дисертаційну роботу Малієнко Ольги Олександрівни на тему «Теоретичне обґрунтування аномальних випадків у задачах паралельного упорядкування вершин орграфів» до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.
3. Клопотати перед вченою радою університету розглянути питання про створення спеціалізованої вченої ради для проведення разового захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика Малієнко Ольги Олександрівни у такому складі:

№ з/	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце основної роботи, підпорядкування, посада	Науковий ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Наукові публікації, опубліковані за останні п'ять років, за науковим напрямом, за яким підготовлено дисертацію здобувача
1	2	3	4	5	6
1.	Кісельова Олена Михайлівна (голова)	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій	доктор фізико-математичних наук 01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики 1992 р., Україна	професор кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики, 1994 р., Україна	1. Кісельова О.М., Придуманова О.М., Гарт Л.Л. Застосування теорії оптимального розбиття множин до розв'язання задач штучного інтелекту та розпізнавання образів. <i>Системні дослідження та інформаційні технології</i> . 2021. Вип. 2021, № 4. С. 91–101. doi: https://www.doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2021.4.07 . Режим доступу до ресурсу: http://journal.iasa.kpi.ua/article/view/252300 . (Scopus) 2. Bulat A., Kiseleva E., Hart L., Prytomanova O. Generalized Models of Logistics Problems and Approaches to Their Solution Based on the Synthesis of the Theory of Optimal Partitioning and Neuro-Fuzzy Technologies. <i>Studies in</i>

				<p><i>Computational Intelligence</i>. 2023. Vol. 1107. P. 355–376. doi: https://www.doi.org/10.1007/978-3-031-37450-0_21. Режим доступу до ресурсу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-37450-0_21. (Scopus)</p> <p>3. Kiseleva E.M., Hart L.L., Kuzenkov O.O., Zakutnii D.V. On the implementation of algorithms for solving the simplest dynamic problem of optimal set partitioning. <i>Problems of applied mathematics and mathematical modeling</i>. 2024. Vol. 24. P. 66-75. doi: https://doi.org/10.15421/322407. Режим доступу до ресурсу: https://pmm-mm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/402. (фахове видання, категорія «Б»)</p>	
2.	Козін Ігор Вікторович (опонент)	Запорізький національний університет Міністерства освіти і науки України, професор кафедри економічної кібернетики	доктор фізико-математичних наук 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, 2010 р., Україна	професор кафедри економічної кібернетики, 2015 р., Україна	<p>1. Kozin I.V., Maksyshko N.K., Perepelitsa V.A. A Fragmented Model for the Problem of Land Use on Hypergraphs. <i>Cybern Syst Anal</i>. 2020. Vol. 56, no. 5. P. 753–757. doi: https://doi.org/10.1007/s10559-020-00295-w. Режим доступу до ресурсу: https://link.springer.com/article/10.1007/s10559-020-00295-w. (Scopus)</p> <p>2. Козін І., Максишко Н., Терешко Я. Метод імітації відпалу для задачі рівноважного розміщення. <i>Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології</i>. 2021. Вип. 32. С. 152–158. doi: https://doi.org/10.15407/fmmit2021.32.152. Режим доступу до ресурсу: http://www.fmmit.lviv.ua/index.php/fmmit/article/view/178. (фахове видання, категорія «Б»)</p> <p>3. Козін І. В., Нарзуллаєв У. Х., Алломов З. К. Алгоритм перемішаних стрибаючих жаб у задачі розміщення виробництва. <i>Computer Science and Applied Mathematics</i>. 2023. Вип. 1. С. 11–18. doi: https://doi.org/10.26661/2786-6254-2023-1-02. Режим доступу до ресурсу: https://journalsofznu.zp.ua/index.php/compscience/article/view/3217. (фахове видання, категорія «Б»)</p>
3.	Семенюта Марина Фролівна (опонент)	Центральноукраїнський національний технічний університет Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри вищої математики та фізики	кандидат фізико-математичних наук, 01.01.08 - математична логіка, теорія алгоритмів і дискретна математика, 2008 р., Україна	доцент кафедри фізико-математичних дисциплін, 2013 р., Україна	<p>1. Semeniuta M.F. Super Fibonacci graceful graphs and Fibonacci cubes. <i>Control Systems and Computers</i>. 2020. Vol. 2020, no. 5. P. 34–41. doi: https://doi.org/10.15407/csc.2020.05.034. Режим доступу до ресурсу: http://usim.org.ua/arch/2020/5/5.pdf. (фахове видання, категорія «Б»)</p> <p>2. Semeniuta M.F., Donets G.A. Group Labeling of some Graphs. <i>Cybern Syst Anal</i>. 2020. Vol. 56, no. 5. P. 701–709. doi: https://doi.org/10.1007/s10559-020-00287-w. Режим доступу до ресурсу: https://dSPACE.sfa.org.ua/bitstream/123456789/704/1/Semeniuta_labeling.pdf. (Scopus)</p> <p>3. Semeniuta M.F. Combinatorial Configurations in the Definition of Antimagic Labelings of Graphs. <i>Cybern Syst Anal</i>. 2021. Vol. 57, no. 2. P. 196–204.</p>

				doi: https://doi.org/10.1007/s10559-021-00344-y . Режим доступу до ресурсу: https://link.springer.com/article/10.1007/s10559-021-00344-y . (Scopus)	
4.	Пічугіна Оксана Сергіївна (опонент)	Національний аерокосмічний університет імені М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, професор кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту	доктор фізико-математичних наук 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, 2019 р., Україна	професор кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту, 2024 р., Україна	1. Koliechkina L., Pichugina O., Dvirna O. Horizontal method application to multiobjective combinatorial optimization over permutations. 2022 <i>IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC)</i> . Kyiv, Ukraine, 2022. P. 1–5. doi: https://doi.org/10.1109/SAIC57818.2022.9923018 . Режим доступу до ресурсу: https://ieeexplore.ieee.org/document/9923018 . (Scopus) 2. Pichugina O., Yakovlev S. Continuous extensions on Euclidean combinatorial configurations. <i>Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Matematica</i> . 2022. Vol. 98. P. 3–21. doi: https://doi.org/10.56415/basm.y2022.il.p3 . Режим доступу до ресурсу: https://www.math.md/publications/basm/issues/y2022-n1/13579/ . (Scopus) 3. Pichugina O., Kirichenko L., Skob Y., Matsiy O. Constraint Community Detection: modelling approaches with applications. <i>ProfIT AI 2023: 3rd International Workshop of IT-professionals on Artificial Intelligence (ProfIT AI 2023)</i> . November 20–22, 2023. P. 204-215. Режим доступу до ресурсу: https://ceur-ws.org/Vol-3641/paper18.pdf . (Scopus)
5.	Наконечна Тетяна Всеволодівна (рецензент)	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики	кандидат фізико-математичних наук 01.01.01 – математичний аналіз 1991р., Україна	доцент за кафедрою вищої математики, 1998р., Україна	1. Наконечна Т.В., Нікулін О.В. Використання семантичних мереж при підготовці фахівців. <i>Питання прикладної математики і математичного моделювання</i> . 2022. Вип. 22. С. 113-125. doi: https://doi.org/10.15421/322212 . Режим доступу до ресурсу: https://pmm.dp.ua/index.php/pmmmm/article/view/346 . (фахове видання, категорія «Б») 2. Наконечна, Т.В., Нікулін О.В. Графічне планування розв'язання дослідницької проблеми. <i>Питання прикладної математики і математичного моделювання</i> . 2023. Вип. 23. С. 198-211. doi: https://doi.org/10.15421/322321 . Режим доступу до ресурсу: https://pmm.dp.ua/index.php/pmmmm/article/view/390 . (фахове видання, категорія «Б»)

				3. T.V. Nakonechna. On the influence of interruptions in the jobs execution in project management. <i>Питання прикладної математики і математичного моделювання</i> . 2024. Вип. 24. С. 151-158. doi: https://doi.org/10.15421/322416 . Режим доступу до ресурсу: https://pm-mm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/411 . (фахове видання, категорія «Б»)
--	--	--	--	---

Результати голосування:

«За» – 18 осіб ,

«Проти» – немає,

«Утримались» – немає.

**Голова
наукового семінару****Секретар****Олена КІСЕЛЬОВА****Олександр КУЗЕНКОВ**