

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна
професору Марині МІРОШНИК
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Стрілець Вікторії Євгенівни на дисертаційну роботу **Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційна робота Гаврилюка Є.А. присвячена актуальній науково-практичній проблемі – розробленню AI-базованої методології, алгоритмічних методів та інформаційної технології гібридної еволюційно-ройової оптимізації для неперервних задач максимального геометричного покриття у територіально-розподілених системах. Особливістю роботи є поєднання класичних метаевристичних підходів із сучасними нейромережевими механізмами керування оптимізаційним процесом.

Сучасний розвиток територіально-розподілених систем, таких як бездротові сенсорні мережі, системи моніторингу, логістичні платформи і мережі безпілотних літальних апаратів, висуває підвищені вимоги до ефективності просторового покриття. Поєднання складної геометрії, високорозмірних просторів параметрів і високої обчислювальної вартості

цільової функції природно веде до застосування ройових та еволюційних алгоритмів, а недостатня точність останніх у локальних околах оптимуму обґрунтовує доцільність їх гібридизації з градієнтними методами та інтеграції нейромережових компонентів. Тематика роботи цілком відповідає сучасному вектору досліджень у сфері інтелектуальних інформаційних технологій та машинного навчання.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертація є завершеним і логічно структурованим науковим дослідженням, що відзначається чіткою композиційною організацією та витриманим академічним стилем викладу. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, поділених на підрозділи, загальних висновків, списку використаних джерел і двох додатків; кожен розділ завершується висновками.

Загальний обсяг роботи становить 188 сторінок (138 – основний текст), вона містить 19 рисунків, 41 таблицю та 64 формули, а список використаних джерел налічує 128 найменувань. Зміст послідовно розкриває етапи дослідження: від аналізу сучасного стану проблеми та формалізації обчислювальної моделі (через систематизацію методів обчислення площі покриття й адаптацію ройових метавристик) до розроблення гібридних меметичних і нейрокерованих методів та побудови UML-орієнтованої архітектурної специфікації. Результати подано у формі узагальнених таблиць, графіків і схем, що підвищує інформативність викладу.

Зміст, структура та оформлення дисертації відповідають 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 КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна за проєктом № 3-41-26 «Оптимізація адаптивного геометричного покриття на основі нечіткої логіки, генеративних змагальних мереж і варіаційних автокодерів» за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України, у якому здобувач брав участь як виконавець. Результати, отримані під час роботи над проєктом, зокрема нейросурогатні моделі та нейронно-керований адаптивний механізм штрафних коефіцієнтів, увійшли до дисертації.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення та рекомендації, сформульовані у дисертації, відзначаються достовірністю та переконливістю. Ознайомлення з текстом роботи та публікаціями автора засвідчує його глибоку теоретичну і практичну підготовку та здатність до комплексного аналізу складних оптимізаційних задач.

Методологія дослідження охоплює широкий спектр інструментів – від ройових метавристик (PSO, FSS, FA, ABC) і квазіньютонівського методу BFGS до нейросурогатного моделювання та навчання з підкріпленням. Особливо слід відзначити обґрунтований вибір навчання з підкріпленням як парадигми для нейронно-адаптивного керування штрафним коефіцієнтом і динамічного налаштування гіперпараметрів ройових алгоритмів, що дозволяє автоматично формувати стратегію керування без потреби у попередньому зборі еталонних даних. Підходи до збору та обробки даних дозволили отримати надійні кількісні результати, належним чином проаналізовані й узагальнені. Візуальні матеріали, такі як діаграми, таблиці, схеми, вдало ілюструють результати.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Наукова новизна дослідження полягає в поєднанні еволюційно-ройових, меметичних і нейромережових методів для розв'язання задач максимального покриття. Серед основних результатів автора:

- уперше запропоновано AI-базовану методологію розв'язання неперервних задач максимального геометричного покриття на основі інтеграції еволюційно-ройових алгоритмів, меметичних принципів і нейросурогатних моделей;

- уперше розроблено універсальну алгоритмічну схему гібридизації популяційних методів, інваріантну до вибору базового метаевристичного алгоритму;

- набули подальшого розвитку підходи до нейросурогатного моделювання та адаптивного керування обмеженнями шляхом інтеграції сурогатних нейронних моделей і нейронно-керованих штрафних механізмів у контур гібридної оптимізації;

- набула подальшого розвитку інформаційна технологія гібридної оптимізації за рахунок UML-орієнтованої архітектурної моделі, що формалізує структуру, поведінку та життєвий цикл системи;

- удосконалено методи обчислення критерію покриття за рахунок багаторівневої адаптивної схеми оцінювання.

Основні наукові результати дисертації відображено у 7 публікаціях, з яких 4 статті опубліковано у фахових виданнях України категорії Б, а 3 – у виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus. Результати пройшли апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях ProfIT AI 2024, IDAACS 2025 та ProfIT AI 2025.

6. Дотримання академічної доброчесності

На підставі аналізу тексту дисертації, наукових публікацій здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку виконано в антиплагіатній інтернет-системі [Strikeplagiarism.com](https://www.strikeplagiarism.com)) встановлено, що дослідження є

результатом самостійної наукової діяльності здобувача, текст дисертації не містить ознак плагіату й повністю відповідає принципам академічної доброчесності.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні інформаційної технології, що підтримує розширення та інтеграцію нових методів і моделей для аналізу, проєктування та оптимізації просторового покриття. Запропоновані нейросурогатні й нейронно-адаптивні механізми усувають потребу в ручному підборі параметрів для кожної конкретної задачі, а UML-орієнтована архітектура створює основу для побудови масштабованих, модульних і відтворюваних програмних систем, придатних до інтеграції з геоінформаційними сервісами та системами моніторингу. Результати застосовні в задачах розміщення сенсорів, проєктування телекомунікаційної інфраструктури, планування зон обслуговування та моніторингу територій безпілотними апаратами, а також у навчальному процесі при викладанні дисциплін з методів оптимізації та глибинного навчання.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

1. Основна частина експериментів виконана на сформованих тестових задачах геометричного покриття, тоді як апробація на практичних задачах із реальними геоінформаційними, логістичними чи телекомунікаційними даними дозволила б більш переконливо продемонструвати універсальність і прикладну ефективність розробленої методології.

2. У роботі наведені рекомендації щодо вибору метاپараметрів ройових алгоритмів для задач покриття (п. 2.4.2, табл. 2.8), однак недостатньо повно досліджено чутливість запропонованих алгоритмів до зміни цих параметрів. Доцільно було б доповнити роботу аналізом впливу основних метاپараметрів на швидкість збіжності, стабільність пошуку та якість отриманих розв'язків,

що дозволило б більш ретельно обґрунтувати наведені рекомендації та визначити межі їх практичного застосування.

3. У підрозділах 3.4.1 – 3.4.3 архітектура нейронних мереж описана у вигляді діапазонів кількості прихованих шарів та нейронів ("2–3 повноз'язних шари з 32–64 нейронами"), однак не наведено конфігурацію мережі, яка фактично використовувалася під час проведення експериментальних досліджень із забороненими зонами. Такий спосіб подання ускладнює відтворення отриманих результатів і не дозволяє однозначно встановити відповідність між описаною моделлю та наведеними експериментальними результатами. Доцільно було б навести точну архітектуру використаних нейронних мереж або описати процедуру вибору їх гіперпараметрів.

4. У роботі для обґрунтування вибору архітектурної моделі застосовано метод аналізу ієрархій, однак недостатньо детально описано процедуру побудови матриць попарних порівнянь критеріїв та альтернатив. Зокрема, не зазначено джерело експертних оцінок, кількість залучених експертів або підхід до формування відповідних матриць. Це дещо ускладнює оцінювання обґрунтованості вихідних даних, використаних при застосуванні методу аналізу ієрархій.

Також у роботі трапляються окремі неточності в оформленні математичних формул та позначень. Вони мають редакційний характер і не впливають на наукову цінність дисертації, однак їх усунення покращило б загальне сприйняття матеріалу.

Зазначені зауваження мають переважно дискусійний характер і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи. Вони стосуються переважно можливих напрямів подальшого розвитку дослідження та розширення сфери практичного застосування запропонованих моделей, методів і інформаційної технології.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Аналіз змісту дисертаційної роботи свідчить, що дослідження Гаврилюка Є.А. є самостійною завершеною науковою працею, у якій запропоновано оригінальне вирішення поставлених наукових завдань. Сформульовані гіпотези, висновки та узагальнення ґрунтуються на достовірних результатах обчислювальних експериментів.

За рівнем наукової новизни, професійною спрямованістю та практичною цінністю дисертаційна робота Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах» є завершеною самостійно виконаною науковою працею. Робота 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 від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019 р.).

Вважаю, що Гаврилюк Єгор Андрійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки, галузь знань 12 – Інформаційні технології.

Офіційний рецензент:

доцент кафедри комп'ютерних систем та робототехніки

Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту

Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна,

кандидат технічних наук

Вікторія СТРИЛЕЦЬ

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 21:06:49 03.08.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_Стрілець_Гаврилюк.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 282.5 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_Стрілець_Гаврилюк.pdf
Розмір файлу без підпису: 265.2 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: СТІЛЕЦЬ ВІКТОРІЯ ЄВГЕНІВНА

П.І.Б.: СТІЛЕЦЬ ВІКТОРІЯ ЄВГЕНІВНА

Країна: Україна

РНОКПП: 3178404529

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 21:06:47 03.08.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000008F5C5301E8C0F906

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.07.08 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна
професорці Марині МІРОШНИК
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата технічних наук, доцента, доцента закладу вищої освіти кафедри теоретичної та прикладної інформатики факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна МЕНЯЙЛОВА Євгена Сергійовича на дисертаційну роботу **ГАВРИЛЮКА Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційна робота Гаврилюка Є. А. присвячена розробленню моделей, методів та інформаційної технології гібридної еволюційно-ройової оптимізації для розв'язання неперервної задачі максимального геометричного покриття (Continuous Maximum Coverage Location Problem) з об'єктами довільної форми у територіально-розподілених системах. Задача полягає в оптимальному розміщенні скінченної сукупності геометричних об'єктів довільної форми з метою максимізації площі покриття заданої області на евклідовій площині за наявності геометричних обмежень та заборонених зон.

Така постановка належить до фундаментальних задач обчислювальної геометрії та оптимального покриття й має виразне прикладне значення для розгортання сенсорних мереж, проєктування телекомунікаційної інфраструктури, планування зон обслуговування та моніторингу територій. Перехід від дискретних до неперервних постановок із зонами обслуговування

довільної форми породжує негладкі, мультiekстремальні та обчислювально дорогі цільові функції, що зумовлює потребу в спеціалізованих гібридних методах. Зважаючи на NP-складність задачі та її високу розмірність, обрана тема є актуальною як з наукової, так і з практичної точок зору.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертація є самостійним, завершеним і цілісним науковим дослідженням. Текст роботи добре структурований, викладений професійною науковою мовою та відзначається високим рівнем методологічної культури. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, поділених на підрозділи, загальних висновків та висновків до кожного розділу, списку використаних джерел і двох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 188 сторінок, з яких 138 — основний текст; робота містить 19 рисунків, 41 таблицю та 64 формули. Перелік використаної літератури включає 128 джерел; додатки містять список публікацій здобувача за темою дисертації. Матеріал викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття; висновки логічно випливають із викладеного матеріалу, достатньо повно його відображають і дають відповідь на поставлені в роботі мету та завдання. Зміст, структура та оформлення дисертації відповідають 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 КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Тематика дисертації безпосередньо пов'язана з науково-дослідним проєктом № 3-41-26 «Оптимізація адаптивного геометричного покриття на

основі нечіткої логіки, генеративних змагальних мереж і варіаційних автокодерів», що виконується в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна за фінансування МОН України. Здобувач брав участь у цій роботі як виконавець; отримані в її рамках результати – зокрема систематизація методів оцінювання площі покриття та узагальнена меметична схема гібридизації – знайшли відображення в дисертації. У межах виконання проєкту опубліковано результати, що увійшли до дисертації, зокрема спектр методів обчислення площі покриття для об'єктів довільної форми та узагальнену меметичну схему гібридизації популяційних методів з квазіньютонівською локальною оптимізацією.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Висловлені у роботі положення та рекомендації відзначаються достовірністю. Детальне ознайомлення з текстом дослідження та публікаціями Є. А. Гаврилюка дозволяє стверджувати, що підхід дисертанта до аналізу предмета дослідження є фундаментальним і ґрунтовним. Робота має чітку структуру, яка дозволяє розкрити поставлені дослідницькі завдання та досягти мети.

Методологічною основою дослідження є коректно застосований апарат обчислювальної геометрії та математичного моделювання (формалізація умов неперетину, належності та покриття для об'єктів складної форми, точні й наближені методи обчислення площі), ройові метаевристики, квазіньютонівський метод локальної оптимізації та методи машинного навчання. Кількісні результати обґрунтовано відповідними обчислювальними експериментами; зокрема, експериментально підтверджено, що метод Монте-Карло з просторовою індексацією R-Tree забезпечує похибку в межах 3% відносно точних обчислень бібліотекою Shapely при обчислювальній складності $O(N \log n)$. Виклад матеріалу та обґрунтування висновків свідчать

про глибокі фахові знання здобувача стосовно питань, що вивчалися. Текст вдало доповнюється таблицями, графіками, формулами та ілюстраціями.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

У результаті проведеного дослідження сформульовано низку нових наукових положень і висновків, запропонованих особисто здобувачем. Наукова новизна полягає в такому:

- вперше запропоновано методологію розв'язання неперервних задач максимального геометричного покриття на основі інтеграції еволюційно-ройових алгоритмів, меметичних принципів і нейросурогатних моделей, яка забезпечує узгоджене поєднання глобального стохастичного пошуку з локальною градієнтною оптимізацією при зменшенні обчислювальних витрат;
- вперше розроблено універсальну алгоритмічну схему гібридизації популяційних методів оптимізації, інваріантну до вибору базового метаевристичного алгоритму, що підтверджено експериментально на комбінаціях PSO+BFGS, FSS+BFGS, FA+BFGS та ABC+BFGS;
- удосконалено методи обчислення критерію покриття за рахунок багаторівневої адаптивної схеми оцінювання з керованим перемиканням між наближеними та точними геометричними обчисленнями;
- набули подальшого розвитку підходи до нейросурогатного моделювання та адаптивного керування обмеженнями, а також інформаційна технологія гібридної оптимізації за рахунок UML-орієнтованої архітектурної моделі.

Основні наукові результати дисертації висвітлено у 7 публікаціях, з яких 4 статті – у фахових виданнях України категорії Б, а 3 – у виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus. Результати апробовано на міжнародних науково-практичних конференціях.

6. Дотримання академічної доброчесності

Перевірка оригінальності тексту виконана в системі Strikeplagiarism.com (відповідний Протокол додається). За результатами перевірки, а також вивчення публікацій здобувача, можна впевнено стверджувати, що дисертація є продуктом власної наукової праці Гаврилюка Є. А., не містить некоректних запозичень і задовольняє стандарти академічної доброчесності.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні інформаційної технології, що є інструментом для аналізу, проєктування та оптимізації просторового покриття в територіально-розподілених системах і може бути основою для побудови систем підтримки прийняття рішень у задачах просторового планування. Розроблені моделі та методи дозволяють підвищити площу покриття на 12–25% порівняно з класичними метаевристичними підходами та скоротити час обчислень на 30–40% без втрати якості покриття. Результати можуть бути використані для оптимізації розміщення сенсорів, проєктування телекомунікаційної інфраструктури, планування зон обслуговування в логістичних системах, моніторингу територій із використанням безпілотних літальних апаратів, а також у освітньому процесі при викладанні дисциплін з методів оптимізації та штучного інтелекту.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Мета наукової роботи досягнута, завдання виконані у повному обсязі. Принципових зауважень до роботи не виникло. При рецензуванні виникли запитання, які пропонується обговорити в межах наукової дискусії:

1. Метод Монте-Карло з просторовою індексацією R-Tree обрано основним методом обчислення цільової функції. Як стохастична похибка

оцінювання площі покриття (у межах 3%) впливає на стійкість локальної BFGS-компоненти, що використовує скінченно-різницеvu апроксимацію градієнта, і чи передбачено механізм узгодження кроку диференціювання з рівнем шуму?

2. Чи зберігається перевага запропонованої меметичної схеми над чистими ройовими методами для зон обслуговування суттєво анізотропної або неопуклої форми, і як змінюються рекомендовані частоти виклику локального пошуку залежно від форми об'єктів покриття?

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Детальне ознайомлення з дисертацією переконує: Гаврилюк Є. А. самостійно та у повному обсязі вирішив поставлені наукові завдання. Результати обчислювальних експериментів переконливо підтверджують висунуті гіпотези, а висновки роботи є логічно обґрунтованими і послідовно випливають зі здобутих даних.

Вважаю, що наукова новизна, фахова глибина та практична цінність дисертації Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах» відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), а її оформлення виконано згідно з Наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (зі змінами, внесеними Наказом № 759 від 31.05.2019 р.). Гаврилюк Єгор Андрійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний рецензент:

доцент ЗВО кафедри теоретичної та прикладної інформатики факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, кандидат технічних наук, доцент

Євген МЕНЯЙЛОВ

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 10:37:45 05.08.2026

Назва файлу з підписом: Рецензія_Меняйлов_Гаврилюк.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 204.7 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Рецензія_Меняйлов_Гаврилюк.pdf
Розмір файлу без підпису: 185.2 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Меняйлов Євген Сергійович

П.І.Б.: Меняйлов Євген Сергійович

Країна: Україна

РНОКПП: 3338507797

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 10:37:29 05.08.2026

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 514B5C86A1E5DA11040000004E9B190071389705

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.07.08 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна
професорці Марині МІРОШНИК
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інформаційних управляючих систем факультету комп'ютерних наук Харківського національного університету радіоелектроніки Петрова Костянтина Едуардовича на дисертаційну роботу Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Обрана тема знаходиться на перетині кількох ключових напрямів сучасних інформаційних технологій – обчислювальної геометрії, метаевристичної та гібридної оптимізації, машинного навчання й архітектурного проєктування програмних систем. Задачі оптимального геометричного покриття належать до фундаментальних проблем прикладної математики і виникають при проєктуванні сенсорних і телекомунікаційних мереж, логістичних систем, систем екстреного реагування та моніторингу територій із використанням безпілотних апаратів.

Перехід до неперервних постановок із зонами обслуговування довільної форми та заборонними зонами породжує NP-складні, великорозмірні та мультимодальні задачі, для яких використання класичних точних методів є непрактичним, а застосування стандартних метаевристик не

дають достатньої точності у локальних околах оптимуму. Отже, запропоноване автором поєднання глобального ройового пошуку з локальною квазіньютонівською оптимізацією та нейромережевим керуванням є обґрунтованим науково-інженерним рішенням. Тому тема дисертаційної роботи Гаврилюка Є. А. є безумовно актуальною.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел зі 128 найменувань і двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 188 сторінок, з них 138 сторінок основного текст; містить 19 рисунків та 41 таблицю.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, наукову новизну отриманих результатів і їх практичне значення, інформацію щодо публікацій і апробації результатів.

У першому розділі проведено ґрунтовний аналіз публікацій за тематикою дослідження та сформульовано постановку задачі як задачі нелінійного програмування у просторі неперервних параметрів розміщення з переходом до безумовної оптимізації через механізм зовнішньої штрафної функції.

Другий розділ присвячено опису методичного апарату, що використовується для розв'язання задачі максимального покриття: проведено систематизацію п'яти методів обчислення площі конфігурації покриття та здійснено адаптацію чотирьох ройових метаявристик обчислювального інтелекту (PSO, FSS, FA, ABC), що реалізують агентний підхід, для розв'язання задачі максимального геометричного покриття.

Третій розділ містить обґрунтування застосування методу BFGS як локальної компоненти гібридних методів розв'язання задачі неперервного максимального геометричного покриття, узагальнену меметичну схему гібридизації та нейронно-керовані гібридні методи максимізації покриття.

У четвертому розділі представлено UML-орієнтовану архітектурну специфікацію інформаційної технології, причому вибір архітектурної моделі

обґрунтовано за допомогою використання методів багатокритеріального прийняття рішень АНР і TOPSIS.

У висновках сформульовані основні результати дисертаційного дослідження, які дозволяють оцінити внесок здобувача в подальший розвиток методів розв'язання задач неперервного максимального геометричного покриття.

Додатки містять список публікацій здобувача за темою дисертації та значення параметрів, що використовувалися при проведенні обчислювальних експериментів.

Тексту дисертації притаманні послідовність та логічність. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання. Результати проілюстровані достатньою кількістю таблиць, що полегшує розуміння матеріалу. Оформлення дисертації виконано відповідно до чинних вимог.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна у рамках проєкту № 3-41-26 «Оптимізація адаптивного геометричного покриття на основі нечіткої логіки, генеративних змагальних мереж і варіаційних автокодерів» за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України, у якому здобувач брав участь як виконавець.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Вихідні положення дисертаційної роботи є коректними.

Результати досліджень викладено з належною аргументацією, із посиланнями на відповідні джерела. Про достовірність свідчить використання перевіреного математичного апарату обчислювальної

геометрії, теорії оптимізації, квазіньютонівських методів, методів багатокритеріального прийняття рішень та апарату штучних нейронних мереж, доповнених результатами сучасних вітчизняних і закордонних досліджень.

Проведені обчислювальні експерименти ґрунтуються на чітко сформульованих гіпотезах і коректно обраних метриках якості покриття, швидкодії та обчислювальної стійкості.

Якість подачі матеріалу, глибина аналітики та обґрунтованість висновків свідчать про високий рівень наукової підготовки здобувача.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Проведені здобувачем теоретичні та експериментальні дослідження дозволили вирішити актуальне науково-практичне завдання розробки моделей, методів та інформаційної технології гібридної еволюційно-ройової оптимізації для неперервних задач максимального геометричного покриття у територіально-розподілених системах.

Серед найсуттєвіших оригінальних наукових результатів, що отримані в дисертації, слід відзначити такі:

- уперше запропоновано методологію розв'язання неперервних задач максимального геометричного покриття на основі інтеграції еволюційно-ройових алгоритмів, меметичних принципів і нейросурогатних моделей;
- уперше розроблено універсальну алгоритмічну схему гібридизації популяційних методів, що є інваріантною до вибору базового метаевристичного алгоритму;
- набула подальшого розвитку інформаційна технологія гібридної оптимізації за рахунок створення UML-орієнтованої архітектурної моделі;
- набули подальшого розвитку підходи до нейросурогатного моделювання та адаптивного керування обмеженнями шляхом інтеграції сурогатних нейронних моделей і нейронно-керованих штрафних механізмів у контур гібридної оптимізації покриття;

- удосконалено методи обчислення критерію покриття за рахунок багаторівневої адаптивної схеми оцінювання з керованим перемиканням між наближеними та точними геометричними обчисленнями.

Основні наукові та практичні результати дослідження достатньо повно висвітлено у 7 наукових працях, у тому числі 4 статтях у фахових виданнях України (категорії «Б») та 3 тезах доповідей в збірниках матеріалів конференцій, що індексуються в НБД Scopus.

6. Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні інформаційної технології, що виконує функції аналізу, проектування та оптимізації просторового покриття в територіально-розподілених системах. Універсальність запропонованої схеми гібридизації та модульність UML-орієнтованої архітектури забезпечують можливість розширення алгоритмічного інструментарію й інтеграції нових методів без суттєвої модифікації базових компонентів.

Розроблена технологія може бути адаптована до вирішення широкого спектру прикладних задач, зокрема у сферах: побудови бездротових сенсорних систем, проектування телекомунікаційної інфраструктури, планування зон обслуговування та моніторингу територій із використанням безпілотних літальних апаратів тощо.

7. Дотримання академічної доброчесності

Результати перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння (виконано в системі Strikeplagiarism.com) дозволяють зробити висновок, що робота є результатом самостійних досліджень здобувача, не містить елементів фальсифікації, фабрикації, компіляції чи плагіату. Використані ідеї, результати й тексти інших авторів мають відповідні посилання на джерело.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

1. З тексту підрозділу 2.1 не зрозуміло яким чином обривається значення кроку скінченно-різницевого диференціювання цільової функції з

урахуванням стохастичної похибки методу Монте-Карло.

2. Порівняння гібридних методів, що використовуються для розв'язання задач максимального покриття (розділ 3) здебільшого ґрунтується на середніх значеннях площі покриття. З огляду на стохастичну природу ройових алгоритмів доцільно було б навести оцінки статистичної значущості відмінностей (довірчі інтервали, результати статистичних тестів за серіями запусків).

3. З тексту підрозділу 4.2 не зрозуміло яким чином були отримані значення елементів матриці парних порівнянь критеріїв для метода АНР, які характеризують якість архітектури системи, що реалізує запропоновану в роботі інформаційну технологію розв'язання неперервних задач максимального геометричного покриття. Також було б доцільно дослідити яким чином зміна значень вагових коефіцієнтів, що отримані за допомогою АНР впливає на вибір оптимальної архітектури системи за результатами використання методу TOPSIS.

4. Четвертий розділ містить опис UML-орієнтованої архітектури інформаційної технології гібридної еволюційно-ройової оптимізації, вибір якої обґрунтований за допомогою використання методів АНР і TOPSIS. Проте результати натурної програмної реалізації та профілювання продуктивності саме на запропонованій трирівневій архітектурі у роботі не наведено – архітектуру валідовано переважно концептуально.

Наведені зауваження мають дискусійний характер і не позначаються на загальній позитивній оцінці дисертаційного дослідження та не зменшують відзначеної вище наукової і практичної цінності отриманих в ньому результатів.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах» є завершеною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що

в сукупності вирішують важливу наукову задачу розробки моделей, методів та інформаційної технології гібридної еволюційно-ройової оптимізації для неперервних задач максимального геометричного покриття у територіально-розподілених системах.

Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем теоретичних та експериментальних досліджень, достовірністю й обґрунтованістю висновків, науковою новизною та практичною цінністю дисертаційна робота повністю відповідає вимогам Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами згідно з Наказом № 759 від 31.05.2019 р.) та «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 від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), а її автор, Гаврилюк Єгор Андрійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри інформаційних
управляючих систем факультету
комп'ютерних наук Харківського
національного університету
радіoeлектроніки,
доктор технічних наук, професор



Костянтин ПЕТРОВ

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 11:45:14 05.08.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_Петров_Гаврилюк.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 275.7 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_Петров_Гаврилюк.pdf
Розмір файлу без підпису: 258.4 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ПЕТРОВ КОСТЯНТИН ЕДУАРДОВИЧ

П.І.Б.: ПЕТРОВ КОСТЯНТИН ЕДУАРДОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2616817753

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 11:45:11 05.08.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F04000000034E5001FA284407

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.07.08 13:00

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна
професорці Марині МІРОШНИК
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця Чугая Андрія Михайловича на дисертаційну роботу **Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

1. Обґрунтування вибору теми дослідження

Дисертаційне дослідження Гаврилюка Є.А. присвячене розв'язанню актуального науково-технічного завдання — розробленню моделей, методів та інформаційної технології гібридної еволюційно-ройової оптимізації для неперервної задачі максимального геометричного покриття з об'єктами довільної форми у територіально-розподілених системах. Задача оптимального розміщення геометричних об'єктів з урахуванням умов неперетину, належності та заборонених зон належить до класу задач оптимального геометричного проектування й тісно пов'язана із задачами компоновання та розкрою, що мають фундаментальне значення для прикладної математики та операційного дослідження.

Поєднання складної геометрії області, високорозмірного простору параметрів розміщення та високої обчислювальної вартості цільової функції природно зумовлює застосування метаввристичних підходів та їх гібридизацію з детермінованими методами локальної оптимізації. З огляду на

NP-складність задачі та потребу в точному обчисленні площ перетину фігур довільної конфігурації обрана тема є актуальною як з теоретичної, так і з прикладної точок зору.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

Дисертація є самостійним, завершеним і логічно структурованим науковим дослідженням, що відзначається витриманим академічним стилем викладу та належним рівнем методологічної обґрунтованості. Структура роботи охоплює вступ, чотири розділи, поділені на підрозділи, загальні висновки, список використаних джерел і два додатки; кожен розділ завершується висновками.

Загальний обсяг роботи становить 188 сторінок (138 — основний текст), вона містить 19 рисунків, 41 таблицю та 64 формули; список використаних джерел налічує 128 позицій. Зміст послідовно розкриває дослідження: від формалізації обчислювальної моделі задачі покриття та систематизації методів обчислення площі конфігурації покриття — через адаптацію ройових метаевристик і розроблення гібридних меметичних методів — до побудови UML-орієнтованої архітектурної специфікації. Результати подано у формі узагальнених таблиць, графіків і схем, що підвищує інформативність викладу.

Зміст, структура та оформлення дисертації відповідають 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 КМУ від 12.01.2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна за проєктом № 3-41-26 «Оптимізація адаптивного геометричного покриття на основі нечіткої логіки, генеративних змагальних мереж і варіаційних автокодерів» за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України, у якому здобувач брав участь як виконавець.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення та рекомендації, сформульовані у дисертації, відзначаються достовірністю та переконливістю. Ознайомлення з текстом роботи та публікаціями автора дозволяє стверджувати про глибоку теоретичну й практичну підготовку здобувача та володіння апаратом обчислювальної геометрії для роботи з об'єктами довільної форми.

Особливо слід відзначити коректне застосування математичного апарату для формалізації умов неперетину, належності та покриття, а також систематизований спектр методів обчислення площі конфігурації покриття — від методу мінімальних описаних прямокутників до точних булевих операцій засобами бібліотеки обчислювальної геометрії. Обґрунтування методу Монте-Карло з просторовою індексацією R-Tree як основного методу обчислення цільової функції з контрольованою похибкою є методично виваженим. Підходи до чисельного оцінювання градієнта на основі матриці площ попарних перетинів об'єктів забезпечують суттєве прискорення обчислень, що підтверджено експериментально. Засоби збору й аналізу даних дозволили отримати об'єктивні висновки.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна

Наукова новизна дослідження полягає у створенні цілісної методології та універсальної алгоритмічної схеми гібридної оптимізації для неперервних задач максимального геометричного покриття. Серед основних результатів:

уперше запропоновано методологію, що інтегрує еволюційно-ройові алгоритми, меметичні принципи та нейросурогатні моделі для узгодженого поєднання глобального й локального пошуку при зменшенні обчислювальних витрат;

уперше розроблено універсальну алгоритмічну схему гібридизації популяційних методів, інваріантну до вибору базового метасурогатного алгоритму;

удосконалено методи обчислення критерію покриття за рахунок багаторівневої адаптивної схеми оцінювання з керованим перемиканням між наближеними та точними геометричними обчисленнями;

набули подальшого розвитку нейросурогатне моделювання, адаптивне керування обмеженнями та UML-орієнтована архітектурна формалізація інформаційної технології.

Основні результати дисертації представлено у 7 публікаціях, з яких 4 — статті у фахових виданнях України категорії Б, а 3 входять до міжнародної наукометричної бази Scopus; результати апробовано на міжнародних науково-практичних конференціях.

6. Дотримання академічної доброчесності

На основі аналізу тексту дисертаційної роботи, наукових публікацій здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку виконано в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що дослідження є результатом самостійної наукової діяльності здобувача. Текст дисертації не містить ознак плагіату й повністю відповідає принципам академічної доброчесності.

7. Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у створенні інформаційної технології, що підтримує розширення та інтеграцію нових методів і моделей для аналізу, проєктування та перевірки алгоритмів просторового покриття. Завдяки гнучкості та масштабованості розроблена технологія може бути застосована як у науково-дослідній діяльності, так і у вирішенні прикладних інженерних завдань: оптимізації розміщення сенсорів у бездротових сенсорних мережах, проєктуванні телекомунікаційної інфраструктури, плануванні зон обслуговування в логістичних системах та моніторингу територій. Запропоновані моделі та методи можуть бути корисними і для суміжних задач оптимального геометричного проєктування.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

За загальної високої оцінки роботи слід відзначити такі дискусійні положення та зауваження:

1. У роботі запропоновано універсальну меметичну схему гібридизації ройових алгоритмів із локальною оптимізацією BFGS, однак вибір саме цього методу локального пошуку порівняно з іншими методами локальної оптимізації обґрунтовано недостатньо детально.

2. Ефективність запропонованих методів оцінюється за окремими показниками (якістю покриття, часом обчислень та обчислювальною стійкістю). Разом із тим, доцільним було б сформулювати інтегральний критерій оцінювання, який би дозволив комплексно порівнювати запропоновані алгоритми.

3. Для меметичної схеми визначено рекомендовану частоту виклику локального пошуку. Водночас у роботі недостатньо висвітлено питання чутливості результатів до зміни цього параметра та можливості його адаптивного налаштування безпосередньо в процесі оптимізації.

4. У четвертому розділі детально описано UML-орієнтовану архітектуру інформаційної технології, однак питання масштабування програмної реалізації на багатоядерні або розподілені обчислювальні платформи висвітлено недостатньо повно.

5. У роботі наведено результати для задач різної розмірності, однак доцільно було б розширити експериментальні дослідження задачами ще більшої розмірності, що дозволило б повніше оцінити масштабованість і межі застосовності запропонованого підходу.

Проте зазначені зауваження не впливають на якість результатів дисертаційної роботи й обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Аналіз змісту дисертаційної роботи Гаврилюка Є.А. свідчить, що вона є самостійним завершеним науковим дослідженням, у якому автором запропоновано оригінальне вирішення поставлених наукових завдань. Сформульовані гіпотези, висновки та узагальнення ґрунтуються на достовірних результатах обчислювальних експериментів.

За рівнем наукової новизни, професійною спрямованістю та практичною цінністю дисертаційна робота Гаврилюка Єгора Андрійовича «Моделі, методи та інформаційна технологія гібридної еволюційно-ройової оптимізації в задачах покриття у територіально-розподілених системах» є завершеною самостійно виконаною науковою працею, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки. Дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (редакція від 01.01.2024 р.), та оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019 р.).

Офіційний опонент:
професор кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій
Харківського національного економічного університету
імені Сємена Кузнеця,
доктор технічних наук

Андрій ЧУГАЙ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'А. Чугай', written over a faint circular stamp.

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 07:14:26 04.08.2026

Назва файлу з підписом: Відгук_офіційного опонента_Чугай.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 162.6 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Відгук_офіційного опонента_Чугай.pdf
Розмір файлу без підпису: 145.4 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ЧУГАЙ АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

П.І.Б.: ЧУГАЙ АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 2943708938

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 07:14:26 04.08.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F04000000691E4C016178A706

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.07.08 13:00