

**Рішення разової спеціалізованої вченої ради про присудження ступеня
доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії: **Мітіков Микола Юрійович**, 1992 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2013 році Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара за спеціальністю «Комп'ютерні системи та мережі» з відзнакою, навчається в аспірантурі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України з 2022 р. по 2026 р., виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Прикладна математика».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, м. Дніпро, від 06 липня 2026 р. № 248, у складі:

голови разової спеціалізованої вченої ради

Олени КІСЕЛЬОВОЇ, доктора фізико-математичних наук, професора, декана факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професора кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

рецензентів:

Лілії БОЖУХИ, кандидата фізико-математичних наук, доцента, доцента кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Костянтина ЗОЛОТЬКА, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

офіційних опонентів:

Ольги ТКАЧЕНКО, доктора технічних наук, професора, професора кафедри програмних систем і технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Бориса МОРОЗА, доктора технічних наук, професора, професора кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»;

на засіданні «1» вересня 2026 року прийняли рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика Мітікову Миколі Юрійовичу на підставі публічного захисту дисертації «Ідентифікація аномалій в роботі програмного забезпечення на основі аналізу знімків пам'яті» за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Дисертацію виконано у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, м. Дніпро.

Науковий керівник: Гук Наталія Анатоліївна, доктор фізико-математичних наук, професор, виконувач обов'язків проректора Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису із дотримання вимог пункту 6 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 року № 44 (зі змінами). У дисертації розв'язано актуальну наукову задачу, що полягає у розробленні формальної математичної моделі знімка пам'яті, критеріїв надмірності, алгоритмічних процедур та продукційної моделі для ідентифікації сценаріїв надмірного використання оперативної пам'яті у програмних застосунках керованого середовища виконання та кількісного оцінювання можливого зменшення її обсягу після допустимих перетворень подання даних.

Вперше запропоновано формальну модель знімка пам'яті програмного процесу як скінченної типізованої структури об'єктів, у якій байтове представлення пам'яті інтерпретується через множини об'єктів, типів, адрес, розмірів, значень полів і зв'язків між об'єктами. удосконалено алгоритмічний підхід до виявлення дублікатів незмінюваних об'єктів для аналізу масштабних знімків пам'яті. Дістала подальшого розвитку продукційна модель експертної системи формування діагностичних рекомендацій. Практичне значення отриманих результатів полягає у застосуванні запропонованих моделей, критеріїв, продукційних правил та алгоритмічних процедур для аналізу знімків пам'яті програмних застосунків і виявлення сценаріїв надмірного використання оперативної пам'яті. Практичне значення одержаних результатів підтверджено впровадженням запропонованих моделей, алгоритмічних процедур та продукційних правил у промислових програмних системах, що засвідчено актом впровадження компанії Relewise (Данія).

Дисертація виконана державною мовою із дотриманням вимог до оформлення дисертації, встановлених МОН України. Обсяг основного тексту дисертації відповідає нормам, встановленим освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» за спеціальністю 113 Прикладна математика Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Здобувач має 18 наукових публікацій за темою дисертації, з яких 10 статей у наукових фахових виданнях України, 8 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, які відповідають вимогам пунктів 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії, зокрема:

1. Мітіков М.Ю., Гук Н.А. Виявлення проблем у роботі програмного забезпечення на основі аналізу знімків пам'яті. Питання прикладної математики

і математичного моделювання. 2023. Вип. 23. С. 171-178. DOI: <https://doi.org/10.15421/322318> (фахове видання категорії «Б»).

2. Гук Н.А., Мітіков М.Ю. Сучасні проблеми ідентифікації аномалій в роботі Enterprise Systems. Системні технології. 2024. Вип. 5. С. 146-153. DOI: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-5-154-2024-15> (фахове видання категорії «Б»).

3. Мітіков М. Ю., Гук Н. А. Дослідження проблем швидкодії програмних додатків. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. 2024. Вип. 25. С. 22–36. DOI: <https://doi.org/10.32626/2308-5916.2024-25.22-36> (фахове видання категорії «Б»).

4. Guk N.A, Mitikov M.Y, Selivyorstova T. Detecting extraordinary application memory use by analyzing memory screenshots. Наука і техніка сьогодні (Science and Technology Today). 2024. Вип. 10 (38). С. 39–49. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-10\(38\)-39-49](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-10(38)-39-49) (фахове видання категорії «Б»).

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої ради та присутні на захисті фахівці:

Голова спеціалізованої вченої ради – Кісельова Олена Михайлівна, доктор фізико-математичних наук (01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики), професор, декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професор кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України. Зауважень немає.

Офіційний опонент – Ткаченко Ольга Миколаївна, доктор технічних наук (05.12.02 «Телекомунікаційні системи та мережі»), професор, професор кафедри програмних систем і технологій факультету інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України.

Зауваження:

1. Формальна модель $M(u) = (B, O, T, TH)$, наведена у (2.10), орієнтована передусім на об'єкти керованої купи, їх типи та потоки. Водночас пікове використання пам'яті процесом може включати некеровані виділення, стеки потоків, ЛТ-код, завантажені модулі, службові структури збирача сміття, зарезервовані, але не зафіксовані області. Тому твердження про зменшення пам'яті процесу потребують чіткого відмежування від оцінок керованої купи або розширення моделі додатковими компонентами резидентної пам'яті.

2. У підрозділі 2.5.1 послідовність знімків використано для виявлення кандидатів на витік пам'яті, тоді як інші класи надмірності переважно оцінюються за одним станом процесу. Потребує додаткового обґрунтування, за яких умов дублювання, надлишкова ємність колекцій або надлишкове подання полів, виявлені в одному знімку, вважаються стійкими, а не наслідком тимчасового профілю навантаження. Серійний аналіз доцільно поширити на валідацію продукційних правил для структурної надмірності з урахуванням порівнюваності режимів роботи системи.

3. У розділі 3 ефект рекомендацій оцінюється переважно за зменшенням зайнятого обсягу пам'яті. Водночас компактніше подання даних може змінювати частоту й тривалість збирання сміття, локальність доступу, ефективність кешування, пропускну здатність і час виконання. У роботі слід було чіткіше визначити, чи є часова ефективність обмеженням задачі оптимізації, і навести процедуру відхилення рекомендації, якщо економія пам'яті супроводжується неприйнятним погіршенням затримки або процесорних витрат.

4. У продукційних правилах розділу 4 використовуються порогові значення, частина яких має емпіричне обґрунтування. Проте не визначено процедуру їх адаптації до іншої версії середовища виконання, архітектури

процесора або профілю навантаження. Доцільно було б подати поріг як параметр, оцінюваний на калібрувальній вибірці знімків, перевіряти його на незалежній вибірці та встановити критерій повторного налаштування у разі зміни розподілу вхідних ознак.

Офіційний опонент – Мороз Борис Іванович, доктор технічних наук (05.25.05 - «Інформаційні системи і процеси»), професор, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Зауваження:

1. У підрозділі 3.7 (с. 113-115) рекомендація класифікується як істинно позитивна або хибно позитивна за результатами її підтвердження розробником, зміною програмного коду та повторним знімком пам'яті. Водночас не визначено процедуру побудови повної еталонної множини сценаріїв, без якої неможливо встановити кількість хибно негативних результатів і, відповідно, відтворено обчислити заявлений показник повноти. Доцільно було б формально задати спосіб незалежного формування еталонної множини, кількість перевірених випадків та інтервальні оцінки точності, повноти і похибки прогнозування.

2. У розділі 4 визначено продукційні правила та структуру результату логічного виведення, проте не формалізовано порядок дій у разі одночасного спрацьовування кількох правил для тих самих або пов'язаних множин об'єктів. За таких умов оцінки можливої економії можуть бути неадитивними, а запропоновані зміни — несумісними. Слід було б визначити відношення конфлікту між рекомендаціями та функцію пріоритету, яка враховує прогнозований ефект, достовірність оцінки, трудомісткість реалізації й ризик порушення функціональної поведінки програми.

3. Апробацію продукційного механізму виконано на знімках обсягом від 20 до 180 ГБ, але для повного циклу формування первинних, структурних та агрегованих фактів не наведено верхніх оцінок допоміжної пам'яті. Це ускладнює встановлення граничного розміру б знімка, який може бути опрацьовано за заданого обсягу ресурсів аналітичної системи. Доцільно було б подати просторову складність основних процедур залежно від кількості об'єктів, типів і сформованих фактів, а також розглянути потокове або зовнішнє формування частини індексів.

4. У співвідношенні (2.1) знімок пам'яті названо скінченною послідовністю байтів або частковим відображенням адресного простору, але записано як множину $B_u = \{b_i\}$. Множинний запис не зберігає порядок байтів і не розрізняє однакові байтові значення, розташовані за різними адресами. Унаслідок цього потребує уточнення також зміст підмножини $B_u = \{b_i\}$ у (2.5). Для строгості формальної моделі доцільно задати байтовий стан як часткове відображення адрес у байтові значення, а представлення об'єкта - як його впорядковане обмеження на відповідний діапазон адрес.

Рецензент – Божуха Лілія Миколаївна, кандидат фізико-математичних наук (01.01.01 – “Математичний аналіз”), доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій факультету прикладної математики та інформаційних технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Зауваження:

1. Потребує додаткового обґрунтування ряд положень, заявлених у розділі наукової новизни як отриманих вперше. Зокрема, доцільно було б детальніше показати відмінності запропонованої формальної моделі знімка пам'яті, постановки задачі ідентифікації надмірного використання пам'яті та

продукційної системи правил від існуючих підходів до аналізу надлишкового використання пам'яті, представлених у сучасній науковій літературі.

2. У підрозділах 2.5.2, 2.5.4 та 2.5.5 оцінювання надмірності використання пам'яті здійснюється переважно за статичним зрізом – одним знімком пам'яті $M(i)$. Водночас звуження типів полів, оцінювання доцільності заміни структур даних та виявлення дублікатів базуються на характеристиках, зафіксованих у конкретний момент часу, що створює ризик хибнопозитивних рекомендацій у разі зміни профілю навантаження або розширення фактичного діапазону значень під час подальшої експлуатації системи. Доцільно було б поширити аналіз серії знімків $M(u_1), \dots, M(u_q)$ який у підрозділі 2.5.1 використовується для виявлення витоків пам'яті, і на перевірку стійкості виявленої структурної надмірності та стабільності спостережуваних характеристик об'єктів.

3. У правилах експертної системи, наведених у підрозділі 4.3, використовуються численні порогові параметри ($\tau_{range}, \tau_{pad}, \tau_{cap}, \tau_D, \tau_{cmp}$, від значень яких безпосередньо залежить спрацювання відповідних продукційних правил. Водночас у роботі недостатньо детально описано методику визначення цих параметрів, межі їх застосовності та вплив результати аналізу. Доцільно було б подати процедуру калібрування порогових значень, а також результати аналізу чутливості системи до їх зміни, що дозволило б більш повно оцінити стійкість запропонованої експертної системи.

4. У розділі 3 зазначено, що дослідження виконувалося на вибірці понад 80 промислових знімків пам'яті, проте детальний аналіз наведено лише для окремих характерних прикладів. У роботі недостатньо висвітлено статистичні характеристики застосування запропонованих критеріїв та правил на повній вибірці, зокрема частоту їх спрацювання, кількість підтверджених і непідтверджених рекомендацій та частку випадків, для яких відповідні сценарії

надмірного використання пам'яті були відсутні. Наведення таких узагальнених характеристик дозволило б більш повно оцінити репрезентативність одержаних результатів.

5. У підрозділі 2.5.6 при оцінюванні доцільності стискання масивів типу *System.Byte[]* використовується предикат $Adm_{cmp}(O)$, який визначає допустимість застосування стискання до конкретного об'єкта. Водночас у роботі недостатньо формалізовано процедуру автоматичного обчислення цього предиката виключно за даними знімка пам'яті. Потребує додаткового уточнення механізм автоматичного відокремлення масивів, придатних до стискання, від службових буферів та інших об'єктів, для яких таке перетворення є недоцільним.

Рецензент – Золотько Костянтин Євгенович, кандидат технічних наук (05.14.06 «Промислова теплоенергетика»), доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій факультету прикладної математики та інформаційних технологій, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України.

Зауваження:

1. У співвідношеннях (2.7) та (2.8) поряд використовуються еквівалентність за байтовим поданням, належність об'єктів до одного типу та еквівалентність за інформаційним значенням. Ці відношення утворюють різні розбиття множини об'єктів. Для однозначності математичної моделі їх доцільно було б позначити окремо та явно визначити відповідні класи еквівалентності.

2. Повноту бази знань оцінено переважно через результати застосування окремих правил до наявних знімків пам'яті. Разом із тим у роботі не сформульовано критерію покриття множини діагностичних ситуацій.

Доцільно подати матрицю «клас сценарію -> ознаки -> правило -> рекомендація» і визначити ситуації, які не охоплюються базою знань.

3. Умови правил експертної системи мають детермінований характер, хоча частина діагностичних ознак може змінюватися залежно від стану програмного процесу. Перспективним є доповнення моделі мірою впевненості у висновку або градаціями критичності. Це дозволило б відокремити встановлений сценарій від ситуації, що потребує перевірки.

4. На початку розділу 3 зазначено, що проаналізовано понад 80 знімків пам'яті, тоді як у висновках до цього розділу йдеться про вибірку з понад 60 знімків. Потребує уточнення склад кожної вибірки, кількість досліджених програмних систем, число знімків однієї системи та режими навантаження. Без такого опису складно оцінити незалежність спостережень і межі перенесення експериментальних висновків.

Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – немає.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **МІТКОВУ Миколі Юрійовичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради



(підпис)

Олена КІСЕЛЬОВА