

ВІДГУК

рецензента Волка Максима Олександровича,
доктора технічних наук, професора
на дисертаційну роботу Репіхова Вадима Миколайовича
на тему **«Методи і моделі превентивного супроводження програмного
забезпечення на основі засобів компараторної ідентифікації»**,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації

Супроводження програмного забезпечення є одним із найбільш тривалих і ресурсомістких етапів життєвого циклу програмного продукту. У сучасних програмних системах, що функціонують у розподілених, хмарних і кіберфізичних середовищах, відмова часто є наслідком не одиничного дефекту, а поступового накопичення відхилень у продуктивності, надійності, якості даних, результатах тестування або поведінці окремих компонентів. Такі зміни можуть тривалий час не перевищувати встановлених порогів і не проявлятися як явна помилка, однак створюють передумови для погіршення експлуатаційних характеристик системи.

Відповідно до ISO/IEC/IEEE 14764:2022, превентивне супроводження спрямоване на виявлення та усунення прихованих дефектів до того, як вони проявляться в робочій системі. Реалізація цього підходу потребує не лише збору телеметрії або фіксації аномалій, а й формалізованого переходу від експлуатаційних даних до оцінки стану програмного продукту, визначення характеру потенційної деградації та вибору доцільної реакції супроводження. У

практиці DevOps та керування інцидентами саме зв'язок між раннім сигналом і конкретною інженерною дією залишається недостатньо систематизованим.

Запропонований у дисертації підхід поєднує формування множини ознак експлуатаційного стану, їх бінаризацію, компараторну ідентифікацію класу реакції та автоматизоване формування параметрів інциденту супроводження. Така постановка є особливо важливою за умов обмеженої історії інцидентів, неповноти розмічених деградаційних станів і необхідності отримання пояснюваного рішення, придатного для використання інженерами супроводження.

Особлива актуальність роботи визначається також поширенням програмних систем із компонентами машинного навчання, для яких погіршення якості може відбуватися без явної програмної помилки. У таких системах традиційні реактивні механізми не забезпечують своєчасного виявлення поступової деградації, тоді як превентивне супроводження створює можливість завчасного формування обґрунтованої задачі для команди підтримки.

Тому тема дисертаційної роботи «Методи і моделі превентивного супроводження програмного забезпечення на основі засобів компараторної ідентифікації» є актуальною як у теоретичному, так і в практичному аспектах.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни, практичної значущості та впровадження

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи Репіхова В.М. проявляється у таких положеннях:

- вперше запропоновано опорну модель для планування превентивних заходів, через можливі порушення умов експлуатації ПЗ, яка, на відміну від існуючих, сформована за допомогою логічно представленої послідовності дій моніторингу, ідентифікації стану та прийняття раціональних рішень, що дозволяє підвищити ефективність супроводу розробленого ПЗ;

- вперше запропоновано модель, з використанням превентивних заходів для супроводу ПЗ, яка, на відміну від існуючих, має два рівні прийняття рішень, заснованих на компараторному методі ідентифікації, що забезпечує своєчасне реагування на можливі відхилення від експлуатаційних вимог;

- удосконалено метод ідентифікації стану ПЗ в умовах обмежень використання даних за минулими інцидентами та деградаціям, що дозволяє створити валідований ознаковий простір щодо прийняття раціональних рішень для супроводу ПЗ в мінливих умовах експлуатації та зменшує залежність від повної множини історичних даних;

- удосконалена модель для аналізу інцидентів та їх негативного впливу на експлуатацію ПЗ, шляхом аналізу та моделювання зв'язків між станом ПЗ та появою можливих інцидентів. Це дозволяє автоматизувати планування дій із супроводження ПЗ на основі зручного текстового опису параметрів для прийняття раціональних рішень;

- набув подальшого розвитку метод компараторної ідентифікації для планування превентивних заходів у супроводі шляхом його використання в прийнятті раціональних рішень в мінливих умовах експлуатації ПЗ.

На відміну від підходів, які обмежуються виявленням аномалії або перевищенням окремого порогу, запропонована модель забезпечує простежуваний перехід від експлуатаційних показників до класу реакції та параметрів інженерної задачі. Використання булевих предикатів, класів еквівалентності та логічних правил відповідає дискретному характеру поставленої задачі й дозволяє подати рішення у формі, доступній для перевірки та інтерпретації.

Обґрунтованість результатів забезпечується логічною узгодженістю мети, об'єкта, предмета і завдань дослідження. У роботі послідовно виконано аналіз стану вирішеності проблеми, формалізовано задачу підтримки прийняття рішень, розроблено опорну і дворівневу компараторну моделі, сформовано та валідовано алфавіт ознак, запропоновано метод превентивного супроводження, а також

проведено експериментальну перевірку і практичну апробацію отриманих результатів.

Достовірність наукових результатів підтверджується системним аналізом проблематики, обґрунтованим вибором математичного апарату, формальною перевіркою повноти та взаємовиключності класових правил, а також багатоетапним експериментальним дослідженням.

Практична реалізація результатів дослідження продемонстрована у мобільній системі моніторингу з реальними потоками даних, взаємодією мобільного застосунку і backend-сервісу та персоналізацією прогнозової моделі. Результати роботи впроваджено у робочі процеси приватного підприємства «РПТ», що підтверджується актом впровадження від 03.02.2026. Це свідчить про можливість використання запропонованих моделей і методу при створенні програмних засобів моніторингу, підтримки прийняття рішень і формування інцидентів супроводження.

Таким чином, у дисертаційній роботі поставлені наукові завдання вирішені в повному обсязі, а здобувач продемонстрував володіння сучасними підходами наукових досліджень та навички проведення практично орієнтованих експериментів.

Зміст дисертаційної роботи

Основна частина дисертаційної роботи складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків. У вступі дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, далі визначено об'єкт і предмет дослідження, сформульовано наукову новизну й практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про зв'язок роботи з науковими програмами і темами, наведені дані про апробацію результатів дисертації та особистий внесок здобувача. У першому розділі здійснено аналіз сучасних досягнень в предметній галузі, проведено аналіз основних моделей, критеріїв, методів та програмних засобів. Проведено аналіз проблем і перспектив розвитку, основних наукових

завдань подальшого розвитку в рамках теми досліджень. У другому і третьому розділах отримані сформульовані вище наукові результати. У четвертому розділі наведена практична реалізація дослідження, яка ґрунтується на отриманих наукових результатах роботи. У висновках узагальнено основні результати дисертаційного дослідження.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні положення та результати дисертаційного дослідження Репіхова В.М. знайшли своє відображення у дев'яти наукових працях. Серед них три статті опубліковано у наукових фахових виданнях України категорії «Б» за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення, одну статтю – у періодичному виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus, чотири праці апробаційного характеру – у виданнях, проіндексованих у Scopus.

Публікації містять результати, що охоплюють як теоретичні положення, так і практичні аспекти роботи. У них висвітлено опорну модель превентивного супроводження програмного забезпечення, метод супроводження на основі компараторної моделі, формування та валідацію алфавіту ознак, а також результати прикладних досліджень і реалізації програмних систем.

Основні положення дисертації були представлені й обговорені на міжнародних науково-практичних конференціях CoLInS 2023, MOCITSW-CoLInS 2024 та AICS-CoLInS 2025. Тематика ключових публікацій відповідає змісту та основним науковим результатам дисертаційного дослідження.

Важливо відзначити, що у своїх працях здобувач дотримувався академічної доброчесності: використані положення та результати інших авторів супроводжуються посиланнями на відповідні джерела, а матеріали подано відповідно до вимог наукових видань. Це свідчить про належний рівень самостійності дослідження.

Таким чином, результати дисертаційної роботи були належним чином апробовані та представлені науковій спільноті, що підтверджує їхню достовірність і практичну цінність.

Оформлення дисертаційної роботи, дотримання вимог академічної доброчесності

Оформлення дисертаційної роботи Репіхова Вадима Миколайовича повністю відповідає чинним нормативним документам та вимогам щодо підготовки дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, зокрема Вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р.

Робота має ясну і логічну внутрішню структуру, характеризується послідовністю викладення матеріалу. Зміст розділів роботи повністю узгоджено з темою, метою та завданнями роботи.

У дисертаційній роботі дотримано вимог академічної доброчесності. Положення, ідеї, методи та результати інших дослідників, використані в тексті, супроводжуються належними бібліографічними посиланнями. Випадків некоректного цитування чи неправомірного використання результатів інших авторів не встановлено. Загалом структура, зміст і оформлення дисертації відповідають чинним вимогам до наукових праць, що подаються на здобуття ступеня доктора філософії.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Визнаючи високий рівень проведених дисертаційних досліджень, маю зазначити наступне:

– у дисертації окремі складові запропонованого методу розглянуто достатньо детально, однак не наведено одного наскрізного прикладу, який би послідовно демонстрував повний шлях від первинних експлуатаційних метрик і правил бінаризації до предикатного образу, класу реакції, параметрів інциденту

та оцінювання наслідків втручання. Подання такого прикладу у вигляді узагальненої таблиці або схеми посилило б простежуваність результату і спростило практичне відтворення методу;

– потребує чіткішого визначення межа між автоматизованою підтримкою прийняття рішення та безпосереднім виконанням дій супроводження. У роботі передбачено автоматизоване формування інциденту, проте не повною мірою встановлено, за яких умов реакція може бути ініційована автоматично, коли вона має лише рекомендаційний характер і хто несе відповідальність за її затвердження. Доцільно було б доповнити метод моделлю human-in-the-loop із рівнями довіри, правилами ескалації та фіксацією рішення відповідальної особи;

– у тексті роботи трапляються окремі термінологічні та редакційні неузгодженості, зокрема паралельне використання понять «супровід» і «супроводження», варіативне розмежування експлуатаційного стану та експлуатаційної реакції, а також різні варіанти написання терміна «компараторний». Включення узагальненого глосарію та таблиці основних позначень, а також уніфікація термінів у положеннях наукової новизни, моделях і висновках підвищили б однозначність викладення;

– експериментальні сценарії відображають різні прояви деградації, проте в роботі не представлено узагальненої оцінки того, які класи експлуатаційних проблем охоплено дослідженням і які залишаються поза його межами. Для повнішої характеристики валідності експерименту доцільно було б навести узагальнюючу таблицю «тип деградації – спостережувані сигнали – клас реакції – дія супроводження» та обґрунтувати репрезентативність обраної множини сценаріїв.

Вважаю, що зазначені зауваження не є визначальними, вони не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Репіхова Вадима Миколайовича на тему «Методи і моделі превентивного супроводження програмного забезпечення на основі засобів компараторної ідентифікації» є завершеним самостійним науковим дослідженням, виконаним на високому теоретичному і прикладному рівнях.

Робота враховує сучасні теоретичні, методологічні та інженерні аспекти розв'язання актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності превентивного супроводження програмного забезпечення. Запропонований у роботі підхід поєднує формальне подання експлуатаційного стану, логічну ідентифікацію класу реакції та формування структурованої задачі супроводження, створюючи єдину основу для раннього виявлення деградацій і підтримки інженерних рішень.

Досягнення мети дисертаційної роботи забезпечено шляхом послідовного розв'язання комплексу наукових і прикладних задач. Отримані результати мають наукову новизну, належний рівень обґрунтованості та практичну значущість, підтверджені експериментальними дослідженнями, апробацією і впровадженням.

З огляду на важливість отриманих автором наукових результатів, їх актуальність, наукову новизну, обґрунтованість і практичну значущість сформульованих положень та висновків, а також потенціал подальшого розвитку у сфері інженерії програмного забезпечення, моніторингу та інтелектуальної підтримки прийняття рішень, можна зробити висновок про високий рівень проведеного дослідження.

Таким чином, дисертаційна робота Репіхова Вадима Миколайовича відповідає вимогам спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та усім вимогам, які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії згідно з пунктами 6–9 «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 січня 2022 р. № 44 (зі змінами, внесеними постановами КМУ № 341 від 21.03.2022, № 502 від 19.05.2023, № 507 від 03.05.2024).

Вважаю, що автор дисертаційної роботи Репіхов Вадим Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Професор кафедри Електронних обчислювальних машин
Харківського національного університету радіоелектроніки
д.т.н., професор

Максим ВОЛК