

ВІДГУК

офіційного рецензента

кандидата технічних наук, доцента

Сеніва Максима Михайловича

на дисертаційну роботу

Угриновського Богдана Володимировича

на тему «**Методи і засоби підвищення надійності програмного забезпечення з урахуванням процесу його старіння**»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення»
в галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність теми дослідження та її зв'язок з планами роботи кафедри.

Сучасне програмне забезпечення характеризується високим рівнем складності та залежності від сторонніх бібліотек і програмно-апаратного середовища, що в свою чергу ускладнює можливість виправлення усіх дефектів в реальних умовах обмеженого часу та бюджету на розроблення програмного забезпечення. Неминуче виникнення та акумулювання помилок в працюючій системі, внаслідок дефектів, які не було усунуто на етапі розроблення, призводить до погіршення характеристик надійності та продуктивності програмного забезпечення. Процес накопичення помилок та, як наслідок, збільшення відмов та погіршення швидкодії користувацького інтерфейсу називається старінням програмного забезпечення, а економічно вигідний механізм протидії цьому явищу називається омолодженням програмного забезпечення. Виконання омолодження програмного забезпечення полягає в очищенні стану системи від накопичених помилок. Зокрема, частковим випадком є автоматизоване перезавантаження операційної системи. Тобто, замість виправлення складних і «невловимих» дефектів на етапі розроблення програмного забезпечення, процедура омолодження протидіє помилкам, які виникли внаслідок «активації» прихованих дефектів і, тим самим, попереджає подальше накопичення помилок, виникнення відмов внаслідок старіння та погіршення продуктивності роботи програмного забезпечення.

Дослідження проблем старіння та омолодження в мобільних операційних системах, зокрема, Android є актуальним на даний час, враховуючи особливості мобільних пристроїв, що можуть мати вплив на процес старіння, та їх популярність серед користувачів та важливість для власників бізнесу.

Все це і зумовлює актуальність і практичну цінність дисертаційної роботи Угриновського Б.В., яка присвячена розв'язанню задачі підвищення рівня надійності програмного забезпечення мобільних систем шляхом визначення факторів, що впливають на процес його старіння, побудови та удосконалення математичних моделей та методів старіння і омолодження програмного забезпечення та розроблення відповідних засобів.

Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетному тематичному напрямку Національного університету «Львівська політехніка» «Розробка математичних методів та систем моделювання об'єктів та процесів» та науковому напрямку кафедри програмного забезпечення «Програмне та математичне забезпечення автоматизованих систем».

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення

Робота складається із переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та шести додатків. Обсяг роботи є достатнім і складає 194 сторінки машинописного тексту, із них 136 сторінок основного тексту, 45 рисунків, 11 таблиць, список використаних джерел із 118 найменувань.

У **вступі (7 сторінок)** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання дисертаційного дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, наведено наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, вказано особистий внесок здобувача, апробацію основних положень дисертаційної роботи на наукових та науково-практичних конференціях, а також зазначено кількість наукових публікацій за темою дисертації та структуру і обсяг дисертаційної роботи.

У **першому розділі (25 сторінок)** подано основні визначення теорії надійності, а також основні характеристики процесу старіння та омолодження програмного забезпечення, виконано аналіз існуючих моделей старіння та омолодження і методів дослідження процесу в цілому. Описано актуальний стан досліджень процесу старіння в мобільній операційній системі Android.

У **другому розділі (36 сторінок)** запропоновано удосконалені математичні моделі процесу старіння та омолодження на основі теорії ланцюгів Маркова: модель з урахуванням різних рівнів старіння та стратегій виконання омолодження програмного забезпечення; модель старіння та омолодження програмного забезпечення з урахуванням рівня заряду батареї; комплексна модель старіння та омолодження для операційної системи Android.

В **третьому розділі (37 сторінок)** Представлено нову модель факторів старіння програмного забезпечення та метод омолодження програмного забезпечення для операційної системи Android. Також наведено результати експериментальних досліджень нових метрик старіння та впливу факторів на процес старіння в операційній системі Android.

У **четвертому розділі (28 сторінок)** подано опис існуючої методології дослідження явища старіння програмного забезпечення в операційній системі Android, яка використана в даній роботі. Описано розроблений фреймворк для дослідження процесів старіння в операційній системі Android. Розроблено і описано структуру модулів програмного засобу для можливості реалізації методу омолодження програмного забезпечення в операційній системі Android.

Висновки до дисертації підкреслюють наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень та розроблених засобів.

Список використаних джерел свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано сучасні результати наукових досліджень проблем старіння та омолодження провідних учених світу.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України, зокрема наказу МОН України № 40 від

12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та містить усі необхідні структурні елементи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Угриновського Богдана Володимировича, впливають із достовірності отриманих дисертантом результатів, засвідчених відповідними актами впровадження, обговоренням матеріалів дисертації на міжнародних науково-технічних конференціях, а також наукових семінарах кафедри, де отримали позитивну оцінку.

Наукове значення отриманих результатів.

У ході розв'язання поставленої наукової задачі здобувачем отримані наступні основні наукові результати: ***вперше побудовано модель*** факторів старіння програмного забезпечення для використання в операційній системі Android, яка відрізняється від інших урахуванням частки пропущених кадрів та метрик тривалості відображення кадру графічного інтерфейсу, що дає змогу більш достовірно виявляти ознаки процесу старіння програмного забезпечення; ***вперше розроблено метод*** омолодження програмного забезпечення для використання в операційній системі Android на основі комплексної моделі старіння та омолодження, який відрізняється як врахуванням активності користувача, так і врахуванням різних рівнів старіння програмного забезпечення та заряду батареї мобільного пристрою, що дає змогу визначити термін проведення омолодження програмного забезпечення з найменшим впливом на функцію готовності та досвід користувача мобільного пристрою; ***отримали подальший розвиток моделі*** старіння та омолодження програмного забезпечення з урахуванням активності використання мобільного пристрою користувачем та різних рівнів старіння, які відрізняються урахуванням переходу із стану старіння в стан омолодження та відсутністю переходу із стану очікування в стан активності під час “холодного” омолодження, урахуванням фактору заряду батареї, а також

працездатних та непрацездатних станів, що дає змогу більш достовірно оцінити вплив процесів старіння на показники надійності програмного забезпечення та виконувати проектування щодо вибору параметрів методу омолодження програмного забезпечення.

Практичне значення одержаних результатів.

Практична значимість роботи полягає у наступних результатах: розроблено програмні засоби експериментальних досліджень процесу старіння для використання в операційній системі Android; досліджено впливи таких факторів старіння як сценарії використання із затримками генерування робочого навантаження та без затримок, а також Android Native та Flutter cross-platform типи застосунків; досліджено процеси старіння системи та користувацьких застосунків операційної системи Android; запропоновано варіант реалізації програмних засобів для виконання методу омолодження, а також засобів, що можуть бути використані на етапі проектування та розроблення користувацьких застосувань для протидії і реагування на процеси старіння в системі; запропонована в даній роботі модель старіння та омолодження може бути використана як для оцінки надійності та продуктивності програмного забезпечення, так і для оцінки показників ефективності омолодження програмного забезпечення, а також для проектування та вибору параметрів методу омолодження програмного забезпечення.

Важливість результатів дисертації для практики підтверджена актами впровадження на підприємствах ТОВ «Українські Інформаційні Технології» і ПП «Лінк Ап Студіо». Матеріали дисертаційної роботи використовуються при викладанні курсу «Теорія надійності програмних систем» на кафедрі програмного забезпечення. Крім того, у 2021–2022 рр. дисертаційні дослідження виконувалися в межах держбюджетної науково-дослідної роботи «Розроблення інформаційної технології оцінювання та прогнозування надійності програмного забезпечення методами машинного навчання», номер держреєстрації 0121U109527.

Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації.

Результати дисертаційного дослідження Угриновського Б. В. достатньо повно представлені у 12 наукових працях, з яких 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття в науковому періодичному виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази Web of Science, 5 тез доповідей та матеріалів міжнародних конференцій.

Зауваження до дисертаційної роботи

- 1) Варто було б підкреслити у вступі та анотації, що процес перезавантаження пристрою чи системи є частковим випадком процесу омолодження.
- 2) У вступі у розділі “Особистий внесок здобувача” бракує посилань на відповідні публікації, які відображають особистий внесок автора дисертації.
- 3) Модель активності використання мобільного пристрою (рис.2.2) складається із двох можливих станів системи: активне використання та стан очікування. Для підвищення достовірності доцільно було б у цю модель включити стан вимкнення пристрою, і в такому випадку ця модель могла б також бути певним чином об’єднана із моделлю, яка враховує заряд батареї.
- 4) Не очевидним є зв’язок між показниками процесу старіння та показниками надійності. З тексту дисертації не зрозуміло, які показники надійності і на скільки саме вдалось підвищити з використанням результатів даної дисертаційної роботи.
- 5) Рисунок 4.3 і 4.4 не мають відповідних їм посилань в тексті дисертації в розділі 4.2.
- 6) На с.74 словосполучення «Обчислюючи систему диференційних рівнянь» варто було б замінити на «Розв’язуючи систему диференційних рівнянь»

Відповідність дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту

За актуальністю тематики, обсягом проведених досліджень, науковою новизною отриманих результатів та їх практичним значенням дисертаційна робота Угриновського Б. В. відповідає вимогам та паспорту спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

Загальні висновки.

Вказані зауваження не знижують позитивної оцінки дисертації в цілому, а також розроблених автором основних наукових положень, висновків та отриманих результатів проведених досліджень. Дисертаційна робота Угриновського Б.В. є завершеним науковим дослідженням, в якому розв'язана актуальна науково-прикладна задача підвищення рівня надійності програмного забезпечення мобільних систем шляхом визначення факторів, які впливають на процес його старіння, побудови нових та удосконалення існуючих математичних моделей та методів старіння і омолодження програмного забезпечення та розроблення відповідних засобів.

На підставі детального аналізу представленої дисертаційної роботи, зокрема її актуальності, глибини опрацювання поставленої проблеми старіння та омолодження програмного забезпечення мобільних систем, обґрунтованості основних положень і висновків, наявності наукової та практичної цінності, можна зробити висновок, що робота відповідає вимогам, які сформовані до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії та встановлені наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та КМ від 12 січня 2022 р. № 44 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» з останніми змінами внесеними постановою КМ № 341 від 21.03.2022.

Автор дисертаційної роботи, Угриновський Богдан Володимирович,
заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 –
Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри програмного забезпечення

Національного університету

«Львівська політехніка»

Сенів М. М.

Підпис к.т.н., доцента Сеніва М.М.

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Національного університету

«Львівська політехніка»

« 10 » _____ 06 2022р.



Брилинський Р.Б.