

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЮСЬКІВ ЯРОСЛАВ ІВАНОВИЧ

УДК 004.05

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ
СИСТЕМ ПРИ ЗБОЯХ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж
Тиш Євгенія Володимирівна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і математичного моделювання
Гащин Надія Богданівна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Сучасні комп'ютерні системи представляють собою сукупність програмно-апаратних засобів, які взаємодіють через визначені канали зв'язку і забезпечують необхідний рівень функціональності, надійності, продуктивності, зручності використання та інших характеристик. При цьому складність, розподіленість та багатозадачність комп'ютерних систем обумовлює посилення вимог до надійності їхнього функціонування у заданому контексті використання.

Оскільки, до складу комп'ютерних систем входить апаратне забезпечення, вбудоване та високорівневе програмне забезпечення, то важливими задачами в галузі забезпечення та моніторингу надійності комп'ютерних систем є дослідження впливу помилок, внесених у компоненти системи.

Наслідком невиявлених, в процесі розробки комп'ютерних систем, помилок є розвиток і поширення дефектів апаратного і програмного забезпечення на етапах їх експлуатації і супроводу. В свою чергу, це може призводити до відмов або збоїв системи, усунути які є доволі затратно як за часовими, так і фінансовими ресурсами.

Слід відмітити, що сучасний рівень розвитку методів і засобів тестування як апаратного, так і програмного забезпечення, дає змогу забезпечити виявлення дефектів на етапах життєвого циклу, однак внесені логічні помилки у програмне забезпечення можуть проявляти себе на завершальних етапах проектування або під час супроводу комп'ютерних систем. Тому, актуальною задачею, в контексті забезпечення надійності комп'ютерних систем, є розробка та впровадження методів виявлення, моніторингу та визначення впливу помилок програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи.

Дослідженню надійності комп'ютерних систем присвячено ряд наукових публікацій українських та закордонних вчених. Серед вітчизняних науковців необхідно відмітити вагомий внесок таких вчених як: Локазюк В.М., Лавріщева К.М., Коваль Г.І., Коротун Т.М., Волочій Б. Ю, Озірковський Л. Д., Сидоров М.О. та ін, серед закордонних – Lakey P.V., Musa J.D., Hecht H., Ohlsson N., Fenton N.E. та ін.

Враховуючи суттєвий внесок науковців у розвиток методів і засобів забезпечення та оцінювання надійності комп'ютерних систем, все ж не до кінця дослідженим залишається ряд питань щодо впливу і розвитку дефектів програмного забезпечення у часі, які можуть призвести до збоїв, на надійність комп'ютерних систем. Тому, задача дослідження впливу збоїв програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем є на сьогодні доволі актуальною задачею.

Мета роботи полягає у дослідженні моделей, методів і засобів виявлення, моніторингу та визначення впливу дефектів програмного забезпечення, які призводять до збоїв, на надійність комп'ютерних систем.

Для досягнення вказаної мети в роботі поставлено наступні **задачі**:

- дослідження наукових публікацій і практик забезпечення надійності комп'ютерних систем;
- дослідження сучасних методів і засобів виявлення та аналізу дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем;

- побудова та обґрунтування моделей представлення дефектів програмного забезпечення;
- побудова та представлення моделей надійності комп'ютерних систем;
- розробка та обґрунтування методу аналізу впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем;
- розроблення архітектури засобу аналізу дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем.

Об'єктом дослідження є процеси виявлення та аналізу впливу помилок програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем.

Предметом дослідження є моделі, методи і засоби виявлення та аналізу дефектів програмного забезпечення, моделі та методи представлення надійності комп'ютерних систем.

Методи дослідження. При виконанні дипломної роботи магістра використовувались наступні методи: аналіз та синтез – під час опису дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем, їх аналізу та класифікації; формалізація і моделювання – під час побудови моделей дефектів програмного забезпечення та надійності комп'ютерних систем; об'єктно-орієнтовані аналіз, проектування та програмування – під час розроблення засобу аналізу дефектів програмного забезпечення; експеримент – під час апробації запропонованих методу та засобу.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна одержаних результатів при виконанні дипломної роботи полягає в наступному:

- уперше побудовано та обґрунтовано модель впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи, що забезпечує можливість встановлення шляху поширення дефекту програмного забезпечення на інші компоненти комп'ютерної системи і дає змогу прогнозувати ймовірність виникнення негативного впливу на надійність комп'ютерної системи.
- набули подальшого розвитку модель і метод моніторингу дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем на основі модифікованої моделі Nismo, що дає змогу аналізувати розвиток і вплив дефекту програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи у часі та з врахуванням версій програмного забезпечення.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність роботи полягає у створенні архітектури та реалізації програмного комплексу підтримки методу визначення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем.

Апробація. Результати дослідження апробовано на VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року) у вигляді тез конференцій.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6

розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 128 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження методів і засобів оцінювання надійності комп'ютерних систем при збоях програмного забезпечення, сформульовано мету, задачі і методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі «Аналіз сучасного стану розвитку методів і засобів забезпечення надійності комп'ютерних систем» розглянуто принципи організації та функціонування сучасних комп'ютерних систем і виявлено, що основними їхніми компонентами є апаратне, програмне забезпечення та канали зв'язку, причому роль програмного забезпечення є визначальною у забезпеченні функціональності та зручності використання системи. Проведено аналіз типів помилок, дефектів та відмов, які притаманні програмному забезпеченню комп'ютерних систем, розглянуто моделі надійності комп'ютерних систем та обґрунтовано необхідність дослідження методів і засобів виявлення дефектів у програмному забезпеченні та оцінюванні його впливу на надійність функціонування та експлуатації комп'ютерних систем. Обґрунтовано необхідність застосування моделей раннього і пізнього прогнозування помилок програмного забезпечення при проектуванні комп'ютерних систем для того, щоб побудувати комплексний підхід до визначення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність експлуатації комп'ютерних систем з врахуванням історії виникнення помилок у ПЗ.

У другому розділі «Побудова моделі та розробка методу аналізу впливу помилок програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем» проведено формалізацію показників надійності програмних складових комп'ютерних систем, побудовано модель визначення впливу збоїв програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем, обґрунтовано моделі представлення дефектів програмного забезпечення та метод моніторингу за їх розвитком, обґрунтовано моделі раннього і пізнього прогнозування дефектів комп'ютерних систем. Запропонована модель визначення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи забезпечує можливість встановлення шляху поширення дефекту програмного забезпечення на інші компоненти комп'ютерної системи і дає змогу прогнозувати ймовірність виникнення негативного впливу на надійність комп'ютерної системи в цілому. Обґрунтовані модель і метод моніторингу дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем на основі модифікованої моделі Нісмо дає змогу аналізувати розвиток і вплив дефекту програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи у часі та враховувати версії програмного забезпечення.

У третьому розділі «Засіб підтримки процесу визначення впливу збоїв програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем» за допомогою мови моделювання UML та use case діаграм визначено функціональні вимоги до програмного засобу підтримки процесу визначення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем, спроектовано базу даних для зберігання та маніпулювання даними при визначенні впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи та реалізовано її у середовищі MS SQL Server. Спроектовано архітектуру та розроблено інтерфейси користувачів програмного засобу маніпулювання критеріями надійності, моделями прогнозування дефектів програмного забезпечення, формування імовірних шляхів поширення дефектів на компоненти комп'ютерної системи, а також проведено експериментальні дослідження щодо застосування запропонованих та обґрунтованих у роботі моделей, методів і програмного засобу, що дало змогу підтвердити доцільність їх використання.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунки для визначення доцільності проведення науково-дослідної роботи щодо методів і засобів оцінювання впливу збоїв програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем і встановлено, що собівартість запропонованих рішень становить 50342,69 грн., а термін їхньої окупності – 1,68 року, що дає змогу обґрунтувати економічну ефективність одержаних результатів.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз вимог з охорони праці і техніки безпеки при роботі з програмним засобом підтримки процесу оцінювання надійності комп'ютерних систем при збоях програмного забезпечення, визначено шляхи мінімізації негативного впливу шкідливих факторів на здоров'я користувачів ПК, а також застосування режимів захисту і хімічного контролю при викиді НХР у випадку аварії на хімічно небезпечному об'єкті та джерел виникнення шуму і вібрацій.

У шостому розділі «Екологія» проаналізовано методи і засоби формування бази статистичних даних в екології та використання в Україні альтернативних джерел енергії.

У загальних висновках до дипломної роботи магістра наведено результати виконання розділів дипломної роботи магістра, їх наукове та практичне значення при проведенні оцінювання надійності комп'ютерних систем у випадку збоїв програмного забезпечення.

Додатки до пояснювальної записки містять матеріали конференцій, у яких опубліковано основні результати дипломної роботи магістра та скрипт генерації бази даних.

У графічній частині до дипломної роботи магістра проілюстровано основні результати щодо оцінювання надійності комп'ютерних систем при збоях програмного забезпечення.

ВИСНОВКИ

Основні наукові та практичні результати полягають в наступному.

У результаті аналізу базових принципів організації та побудови комп'ютерних систем, встановлено, що одним з найбільш важливих її компонентів є програмне

забезпечення, від стабільності і надійності роботи якого залежить ефективність експлуатації комп'ютерної системи.

Проведено аналіз помилок програмного забезпечення, їх типів та впливу на надійність, що дало змогу враховувати їх розвиток у комп'ютерній системі та обґрунтувати необхідність застосування моделей прогнозування показників надійності на різних стадіях життєвого циклу і спостереження за ними під час експлуатації і супроводу.

Проведено аналіз моделей надійності комп'ютерних систем з акцентом на програмне забезпечення і виявлено, що застосування моделей оцінювання надійності технічних засобів є не ефективним для представлення показників надійності програмного забезпечення у зв'язку з різною природою та механізмами відмов.

На основі результатів аналізу моделей раннього і пізнього прогнозування помилок програмного забезпечення обґрунтовано їх застосування при проектуванні комп'ютерних систем, що дає змогу побудувати комплексний підхід до визначення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність експлуатації комп'ютерних систем з врахуванням історії виникнення помилок у ПЗ.

Визначено та формалізовано показники надійності програмного забезпечення комп'ютерних систем, що дають змогу кількісно виражати наявність, щільність та інтенсивність дефектів, які можуть призводити до збоїв у роботі програмних складових та негативно впливати на надійність комп'ютерної системи в цілому.

Побудовано та обґрунтовано модель впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи, що забезпечує можливість встановлення шляху поширення дефекту програмного забезпечення на інші компоненти комп'ютерної системи і дає змогу прогнозувати ймовірність виникнення негативного впливу на надійність комп'ютерної системи.

Обґрунтовано модель і метод моніторингу дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем на основі модифікованої моделі Nismo, що дає змогу аналізувати розвиток і вплив дефекту програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи у часі та з врахуванням версій програмного забезпечення.

Обґрунтовано моделі прогнозування дефектів програмного забезпечення комп'ютерних систем, що дають змогу на «ранніх» і «пізніх» стадіях розробки комп'ютерних систем виявляти можливі загрози збою програмного забезпечення та знижувати їх негативний вплив на надійність комп'ютерної системи.

За допомогою мови моделювання UML та use case діаграм визначено функціональні вимоги до програмного засобу підтримки процесу визначення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем, що дало змогу в подальшому врахувати їх при автоматизації процесів оцінювання надійності.

На основі реляційного підходу спроектовано базу даних для зберігання та маніпулювання даними при визначенні впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи та реалізовано її у середовищі MS SQL Server.

Спроектовано архітектуру та розроблено інтерфейси користувачів програмного засобу маніпулювання критеріями надійності, моделями прогнозування дефектів програмного забезпечення, формування імовірних шляхів

поширення дефектів на компоненти комп'ютерної системи, що дало змогу забезпечити ефективність виявлення та моніторингу дефектів та реалізувати систему засобами мови С# і технології WindowsForm.

Проведено експериментальні дослідження щодо застосування запропонованих та обґрунтованих у роботі моделей, методів і програмного засобу, що дало змогу підтвердити доцільність їх використання.

Обґрунтовано економічну ефективність одержаних наукових і практичних результатів шляхом обчислення показників собівартості (50342,69 грн) і терміну окупності (1,68 року) методу та засобу оцінювання надійності комп'ютерних систем при збоях програмного забезпечення, що дозволяє зробити висновок про доцільність та ефективність їх впровадження.

Проаналізовано вимоги з охорони праці і техніки безпеки при роботі з програмним засобом підтримки процесу оцінювання надійності комп'ютерних систем при збоях програмного забезпечення, визначено шляхи мінімізації негативного впливу шкідливих факторів на здоров'я користувачів ПК, а також застосування режимів захисту і хімічного контролю при викиді НХР у випадку аварії на хімічно небезпечному об'єкті.

Проведено аналіз методів і засобів формування бази статистичних даних в екології та використання в Україні альтернативних джерел енергії.

СПИСОК ОПУБЛКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Тиш Є.В., Юськів Я.І. Модель виявлення впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем. Матеріали VII міжнародній науково - технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2019. с. 103-104.

2. Юськів Я., Тиш Є. База даних підтримки процесу оцінювання впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерних систем. Матеріали VII науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року). Тернопіль: ТНТУ. 2019. С. 146.

АНОТАЦІЯ

Юськів Я.І. Методи та засоби оцінювання надійності комп'ютерних систем при збоях програмного забезпечення

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 123 – Комп'ютерна інженерія. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2019.

У дипломній роботі магістра проведено аналіз моделей надійності комп'ютерних систем з акцентом на програмне забезпечення і виявлено, що застосування моделей оцінювання надійності технічних засобів є не ефективним для представлення показників надійності програмного забезпечення у зв'язку з різною природою та механізмами відмов.

Побудовано та обґрунтовано модель впливу дефектів програмного забезпечення на надійність комп'ютерної системи, що забезпечує можливість встановлення шляху поширення дефекту програмного забезпечення на інші компоненти комп'ютерної системи і дає змогу прогнозувати ймовірність виникнення негативного впливу на надійність комп'ютерної системи.

Спроектовано архітектуру та розроблено інтерфейси користувачів програмного засобу маніпулювання критеріями надійності, моделями прогнозування дефектів програмного забезпечення, формування імовірних шляхів поширення дефектів на компоненти комп'ютерної системи, що дало змогу забезпечити ефективність виявлення та моніторингу дефектів та реалізувати систему засобами мови C# і технології WindowsForm. Проведено експериментальні дослідження щодо застосування запропонованих та обґрунтованих у роботі моделей, методів і програмного засобу, що дало змогу підтвердити доцільність їх використання.

Ключові слова: ЗБІЙ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, НАДІЙНІСТЬ, ВПЛИВ.

ABSTRACT

Yuskiv Ya.I. Methods and tools of computer systems reliability assessment at software failures

The diploma paper for obtaining the Master's degree 123 – Computer engineering – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil 2019.

The master's thesis analyzed the reliability models of computer systems with a focus on software and found that the use of models for assessing the reliability of hardware is not effective to represent the reliability of software due to the different nature and failure mechanisms.

A model for the impact of software defects on the reliability of a computer system is built and substantiated, which provides an opportunity to establish a path for spreading a software defect to other components of the computer system and allows one to predict the likelihood of a negative impact on the reliability of the computer system.

Architecture has been designed and user interfaces have been developed for reliability criteria manipulation, software defect prediction models, possible defect propagation pathways for computer system components, to help ensure that defects are detected and monitored effectively, and implemented by Windows. Experimental studies have been conducted on the application of models, methods and software that have been proposed and substantiated in order to confirm the feasibility of their use.

Keywords: FAILURE, SOFTWARE, RELIABILITY, COMPUTER SYSTEM, IMPACT.