

ВСТУП

Актуальність теми. Надійність і достовірність роботи сучасних мікропроцесорних пристроїв, комп'ютерів та комп'ютерних систем є запорукою успішного вирішення задач, що розв'язуються ними, та довготривалої експлуатації цих пристроїв та систем. Одним з основних способів, за допомогою якого досягається висока надійність правильного функціонування обчислювальної техніки та вірність розв'язку прикладних задач, є діагностування програмного забезпечення (ПЗ) на різних етапах його життєвого циклу, зокрема, на етапах проектування, розробки та експлуатації.

Тема діагностування програмного забезпечення одержала свій розвиток в працях відомих вітчизняних та іноземних вчених: Харченка В.С. [1 – 3], Гуляєва В.А. [4, 5], Локазюка В.М. [6 – 8], Савченка Ю.Г. [7], Тоценка В.Г. [9], Пархоменка П.П. [10, 11], Согомояна Е.С. [10], Романкевича О.М., Кривулі Г.Ф. [12], Дрозда О.В., Ліпаєва В.В. [13 – 15], Майерса Г. [16, 17], Канера Сема [18], Соммервіла І. [19], Бейзера Б. [20, 21].

При розробленні діагностичних програм існує ряд проблем:

- 1) випередження розвитку архітектури комп'ютерів та їх апаратної досконалості відносно вмінь щодо побудови тестових програм;
- 2) недостатність вмінь для побудови діагностичних програм, котрі повністю враховували б вимоги, що ставляться до розробки сучасного ПЗ;
- 3) низька якість розроблення діагностичного ПЗ, що знижує ефективність експлуатації існуючого ПЗ.

Проведення аналізу програмного забезпечення як об'єкта діагностування дало можливість зробити наступні висновки:

- 1) розвиток і впровадження нових архітектур та апаратна складність комп'ютерів і систем, побудованих на їх базі, на сьогодні випереджає розроблення методів і засобів діагностування системного та прикладного програмного забезпечення цих систем;

2) існуючі діагностичні програми не завжди повністю враховують зростаючі вимоги до розробки програм, за причини постійного ускладнення ПЗ та намагання користувачів розв'язувати за його допомогою важкоформалізовані та неформалізовані задачі;

3) низька якість окремих діагностичних програм знижує ефективність використання існуючого ПЗ комп'ютерних систем.

Однією з основних складових діагностування ПЗ є тестування як процес виявлення дефектів у програмах. Його роль тим більше зростає в зв'язку з тим, що ПЗ сучасних комп'ютерних систем є досить складним і не може бути бездефектним. Причиною невиявлення дефектів у розроблюваному ПЗ швидше за все слід вважати недосконалість тестів, а не бездефектність програми, тому кваліфікація розробників тестових програм повинна бути досить високою, а у ряді випадків навіть вищою за кваліфікацію розробників самого ПЗ.

З аналізу методів тестування ПЗ стає зрозумілим, що жоден з них не є універсальним і має певні недоліки. На сьогодні у використанні процесу тестування переважають три основні підходи: функційне тестування, структурне тестування, тестування об'єктно-орієнтованого ПЗ. Всі вони мають свої особливості, але використання окремого із згаданих методів не дає можливості розв'язувати важкоформалізовані задачі тестування ПЗ.

На основі виявлених проблем і недоліків методів та засобів тестування ПЗ актуальною задачею є розвиток методів тестування ПЗ з метою підвищення його достовірності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Представлені в дисертації дослідження проводились в рамках держбюджетних НДР Хмельницького національного університету № 1Б-2001 “Методологія тестового комбінованого діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем на базі компонентів штучного інтелекту” (номер держреєстрації 0101U005058) та № 1Б-2005 “Теорія нейромережних і нечітких моделей та методологія створення інтелектуальних систем діагностування комп'ютерних пристроїв” (номер держреєстрації 0105U000725).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення достовірності процесу діагностування програмних продуктів за рахунок ідентифікації прихованих помилок шляхом повторного тестування ПЗ.

Наукова задача полягає у підвищенні достовірності процесу тестування ПЗ. Вона вирішується шляхом використання апарату штучних нейронних мереж (ШНМ).

Задачі дослідження формуються в роботі наступним чином:

1. Провести аналіз методів і підходів до тестування ПЗ та виявити напрямки їх удосконалення, в тому числі за рахунок пошуку і ідентифікації прихованих помилок.

2. Розробити концептуальну модель процесу тестування ПЗ для розв'язку важкоформалізованої задачі ідентифікації прихованих помилок у ньому.

3. Розробити модель ідентифікації прихованих помилок ПЗ на базі нейромережних інформаційних технологій.

4. Розробити метод та алгоритми ідентифікації прихованих помилок ПЗ на основі НІТ.

5. Розробити і впровадити у виробництво автоматизовану систему тестування ПЗ з можливістю ідентифікації прихованих помилок.

Об'єкт дослідження – це процес повторного тестування, спрямований на ідентифікацію прихованих помилок ПЗ.

Предмет дослідження – метод, алгоритми та засоби ідентифікації прихованих помилок ПЗ на основі штучних нейронних мереж.

Методи дослідження базуються на основних положеннях технічної діагностики та теорії штучних нейронних мереж, які є визначальними в досягненні мети дисертаційної роботи. Концептуальна модель підвищення достовірності тестування ПЗ шляхом виявлення прихованих помилок ґрунтується на теорії моделювання, евристичних оцінках. Категорійна модель процесу повторного тестування програмного забезпечення та метод ідентифікації прихованих помилок на основі штучних нейронних мереж були розроблені з використанням теорій множин, штучних нейронних мереж,

принципів побудови баз знань та формування висновку. Імітаційна модель ідентифікації прихованих помилок була розроблена з використанням пакету Matlab 6.1.

Наукова новизна одержаних результатів:

- 1) *дістала подальшого розвитку:* концептуальна модель підвищення достовірності тестування ПЗ за рахунок виявлення прихованих помилок різних типів шляхом повторного тестування ПЗ з розподілом прихованих помилок на різні категорії і припущенням, що певна кількість помилок попередньої за серйозністю категорії призводить до появи окремих типів помилок наступної категорії, що забезпечило вибір та обґрунтування категорійної моделі процесу повторного тестування на базі ШНМ;
- 2) *вперше одержано:*
 - категорійну модель процесу повторного тестування ПЗ на базі нейромережних інформаційних технологій (НІТ), котра відрізняється від відомих тим, що в ній враховується вплив прихованих помилок різних типів попередньої категорії на виникнення помилок наступної категорії, що дає можливість оцінити сумарний вплив помилок цієї категорії на якість ПЗ і зробити висновок щодо необхідності повторного тестування ПЗ з метою усунення помилок попередніх, наступних чи розглядуваної категорій;
 - метод ідентифікації прихованих помилок ПЗ на основі НІТ, суть якого полягає у виявленні множини типів прихованих помилок різних рівнів категорійності та аналізу цієї множини на предмет необхідності повторного тестування. Метод відрізняється від відомих тим, що вхідна інформація про результати основного тестування опрацьовується штучною нейронною мережею, яка відповідає моделі процесу повторного тестування;
- 3) *удосконалено:* метод оцінки достовірності виявлення прихованих помилок ПЗ, що враховує кількість виявлених прихованих помилок

різних типів категорійності і дає можливість визначати приріст достовірності процесу тестування у порівнянні з неврахуванням кількості виявлених прихованих помилок.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертації обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, успішною програмною реалізацією розробленого методу повторного тестування прикладного програмного забезпечення, методик та алгоритмів визначення необхідності повторного тестування прикладного програмного забезпечення, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень на підприємствах, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами.

Практичне значення одержаних результатів. Дослідження проводились з врахуванням їх наступної практичної реалізації. Використання одержаних результатів дозволило розробити та впровадити автоматизовану систему визначення необхідності та методів повторного тестування прикладного програмного забезпечення. Результати експериментальних досліджень з використанням розробленого програмного забезпечення підтверджують вірність наукових положень запропонованого методу.

Основні результати дисертації знайшли застосування при викладанні на кафедрі системного програмування навчальних дисциплін “Технічна діагностика обчислювальних пристроїв та систем”, “Надійність, контроль та експлуатація ЕОМ”, “Верифікація і тестування програмного забезпечення” та при розробці системи ідентифікації прихованих помилок програмного забезпечення на підприємствах ЦІТТЗ ВАТ “Укртелеком” і ТОВ “СТУ-Електронікс”.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати дисертаційного дослідження, представлені до захисту, одержані автором особисто. Список опублікованих праць за темою дисертації представлено в списку використаних джерел – [22-44]. У друкованих працях з цього списку, опублікованих у

співавторстві, автору належить: визначення переваг та недоліків відомих методів тестування прикладного програмного забезпечення [22, 23, 35, 36]; концепція категорійності прихованих помилок та категорійна модель повторного тестування програмного забезпечення [24, 37]; модель процесу тестування прикладного програмного забезпечення [27, 39]; запропоновано метод на основі ШНМ та алгоритм повторного тестування прикладного ПЗ, на основі яких побудовано структурну схему системи повторного тестування [37]; архітектура ШНМ в пакеті Matlab 6.1 [30].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати проведених досліджень у дисертаційній роботі доповідалися та обговорювалися на 15 Міжнародних та Всеукраїнських конференціях, а саме: Міжнародна наукова конференція “Політ-2003” (м.Київ), Міжнародна науково-практична конференція “Мікропроцесорні пристрої та системи в автоматизації виробничих процесів” 2003 та 2004 років (м.Хмельницький), 7-а і 8-а Міжнародна науково-технічна конференція “Контроль і управління в складних системах” 2003 та 2005 років (м.Вінниця), Міжнародна науково-практична конференція “Комп’ютерні системи в автоматизації виробничих процесів” 2005 та 2007 років (м.Хмельницький), Third IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS-2005 (м.Софія, Болгарія), Міжнародна науково-технічна конференція “Інтегровані комп’ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2005” (м.Харків), 1-а Міжнародна науково-технічна конференція “Гарантоспособные и безопасные системы, сервисы и технологии DeSSerT-2006” (м. Полтава), 9-а Міжнародна конференція TCSET-2006 (м.Славське-Львів), 7-а Міжнародна науково-практична конференція “Современные информационные и электронные технологии” (м.Одеса), 7-а Міжнародна науково-технічна конференція “Искусственный интеллект. Интеллектуальные и многопроцессорные системы. ИИ ИМС-2006” (м.Кацивелі), 2-а Міжнародна науково-технічна конференція “Гарантоспособные и безопасные системы, сервисы и технологии DeSSerT-2007” (м. Кіровоград), 8-а Міжнародна науково-

практична конференція “Современные информационные и электронные технологии” (м.Одеса), а також на міжкафедральних семінарах факультету комп’ютерної інженерії та радіоелектроніки, факультету комп’ютерних систем та програмування.

Публікації. Основні матеріали дисертації викладено в 23 наукових публікаціях [22-44], серед яких 12 статей у фахових виданнях [22-34], що входять до переліку фахових видань ВАК України.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків, викладених на 120 сторінках основного тексту, списку використаних джерел (132 найменування). Робота містить 48 рисунків; 7 таблиць та 5 додатків.