

УДК 004.414

С.О. ВОЛКОВА, О.М. ТРУНОВ

Миколаївський державний гуманітарний університет ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія», Україна

Аналіз методів та засобів підвищення якості та надійності систем медичної діагностики

Проаналізовано існуючі підходи до формування критеріїв забезпечення надійності та якості програмного забезпечення. Приведено перелік основних моделей оцінки та підвищення надійності медичних систем та визначено особливості їх застосування. Здійснено класифікацію інструментальних засобів для моделювання надійності програмних продуктів. Запропонована концепція керування надійністю та якістю для медичних систем.

Проанализированы существующие подходы к формированию критериев обеспечения надежности и качества программного обеспечения. Приведен перечень основных моделей повышения надежности медицинских систем и определены особенности их применения. Осуществлена классификация инструментальных средств, для моделирования надежности программных продуктов. Предложена концепция управления надежностью и качеством для медицинских систем.

Existing approaches to definition of maintainability criteria for software reliability and quality are analyzed. Basic methods for both estimation and increasing of medical system's reliability are presented. Moreover, main features of model's application are defined. Classification of tools for modeling of the software reliability is implemented. The conception of software reliability and quality control is proposed.

Вступ. Програмне забезпечення (ПЗ) сучасних інформаційних медичних систем та комплексів повинне відповідати не тільки своїм функціональним параметрам. При його розробці накладаються певні обмеження на вартість і час, а також пред'являються чіткі вимоги до якості функціонування, оскільки некоректна робота ПЗ може мати непередбачувані наслідки, що пов'язано зі станом здоров'я людини. Таким чином, постає досить актуальна проблема не просто створення нового ПЗ для діагностики, а створення медичної системи з гарантованою якістю та надійністю [1].

Постановка проблеми. Відповідно до ISO 9000-3 [1] керування якістю програмного забезпечення полягає в контролі поточного рівня якості ПЗ та корекції процесів його розробки, введення в експлуатацію та супроводу з метою додавання властивостей, що забезпечують задоволення вимог замовника та кінцевих користувачів. Про актуальність вирішення даного завдання свідчить інтенсивний розвиток нормативної бази в області оцінки та забезпечення якості продукції, у тому числі і ПЗ, а також той факт, що в міжнародному стандарті ISO 12207 [2], що регламентує життєвий цикл ПЗ, процес забезпечення якості виділений окремо, як один з організаційних процесів.

Керування надійністю є однією з найважливіших складових процесу керування якістю ПЗ. У стандарті [2] процес керування надійністю ПЗ визначається як процес оптимізації надійності, реалізований з використанням комплексних заходів, що призначені для попередження, виявлення та усунення дефектів, а також оцінювання характеристик ПЗ з метою максимізації показників надійності з урахуванням проектних обмежень на вартість, строки розробки й ефективність.

При традиційному підході до створення ПЗ (рис.1) про якість та надійність системи починали говорити на завершальних етапах життєвого циклу (ЖЦ). Це пов'язане з тим, що можливість оцінювати визначені параметри програмного продукту з'являється тільки після завершення його розробки, тобто, коли накопичуються реальні дані для проведення статистичного аналізу та одержання відповідних метрик [3]. Якщо отримані метрики не задовольняють поставленим вимогам, то виникає потреба повертатися на попередні етапи і вносити виправлення, які можуть привести до перепроєктування системи або повторенню деяких стадій розробки. Наслідком є значне зростання як фінансових витрат, так і часових.

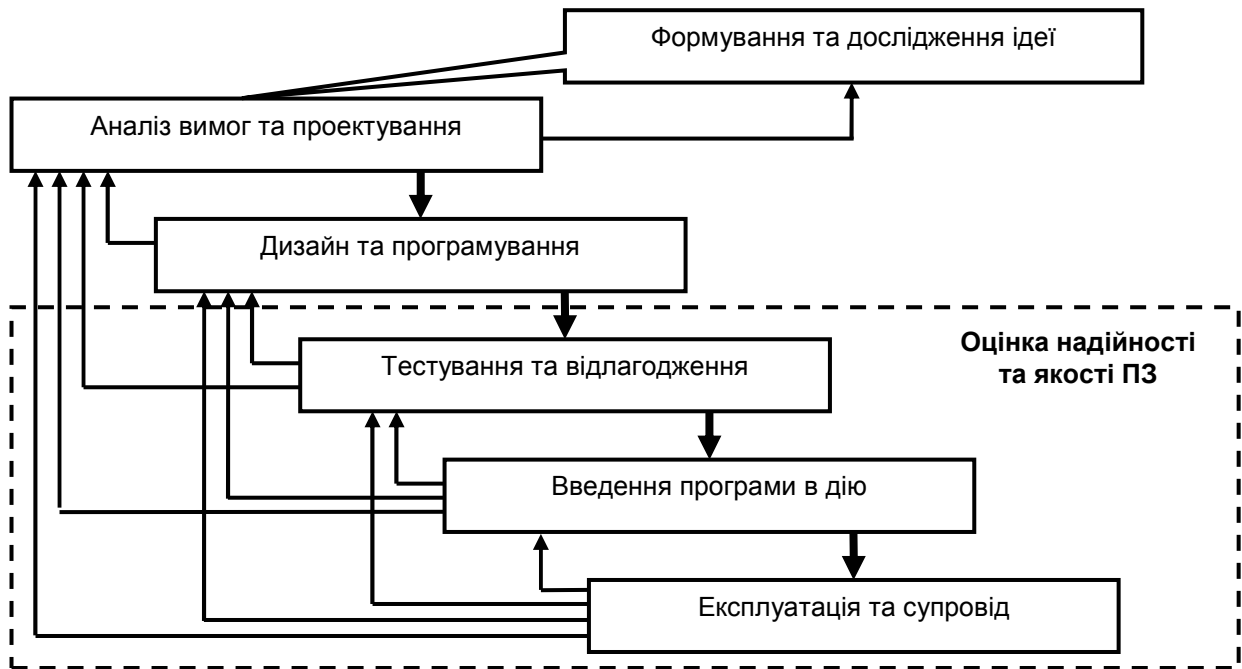


Рис.1. Оцінка якості та надійності системи в каскадній моделі життєвого циклу ПЗ

На рис.2 приведено модель забезпечення якості та надійності системи, починаючи із ранніх фаз ЖЦ ПЗ, з урахуванням сучасних тенденцій у розробці та тестуванні ПЗ. Тому для забезпечення надійності медичних систем, починаючи з ранніх фаз створення, необхідно застосовувати методи та тестування ПЗ, наприклад технологію Test Driven Development (TDD).

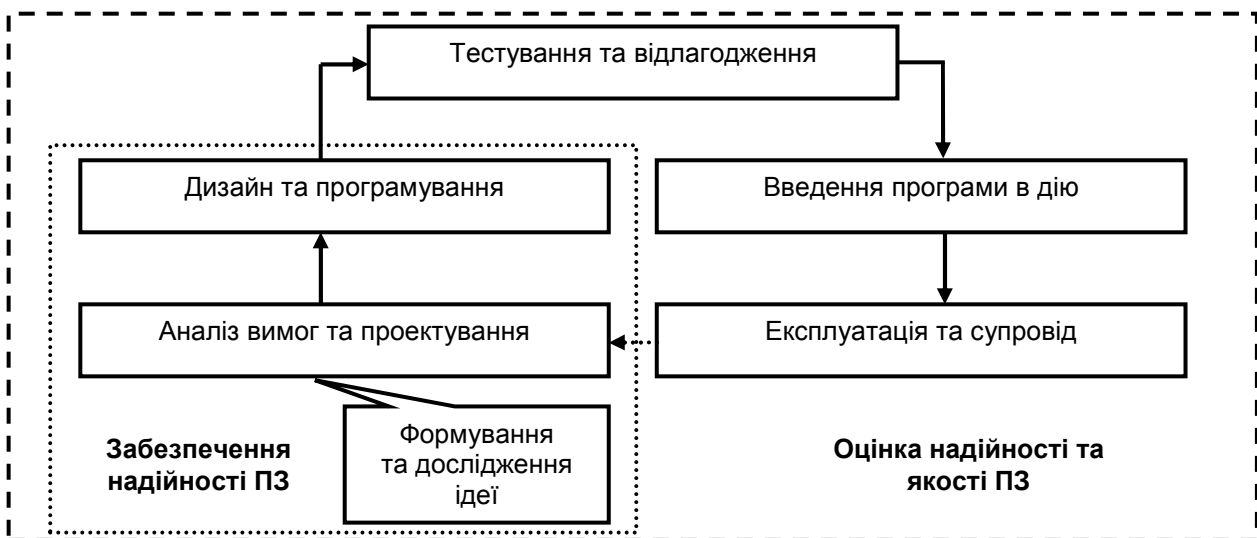


Рис.2. Забезпечення та оцінка якості та надійності системи на всіх етапах ЖЦ ПЗ

Мета: проаналізувати існуючі підходи до формування критеріїв забезпечення надійності та якості на всьому ЖЦ та дати визначення поняття надійності ПЗ. Провести класифікацію основних моделей та інструментальних засобів оцінки та підвищення надійності ПЗ.

Дослідженнями в області надійності ПЗ займалися Майерс Г., Тейер Т., Липов М, Нельсон Е., Лонгботтом Р., Гласс Р., Рябишин І. та ін. [5,6,7]. Існує багато конкуруючих поглядів щодо визначення поняття надійності ПЗ. Один з таких поглядів базується на коректності (некоректності) програмного продукту, тобто застосовується двійковий підхід щодо встановлення надійності ПЗ: ідеальна програма має надійність рівну одиниці, а неідеальна - рівну нулю. Інший підхід полягає у використанні результатів процедури тестування ПЗ, у цьому випадку процентне відношення коректно пройдених тестів використовується для вимірювання надійності, тобто надійність ПЗ визначається як відносна частота коректних виконань програми. У роботі [8] під терміном надійність визначається як здатність зберігати якість за певних умов експлуатації, таким чином, відповідно до даного визначення, надійність - це якість, розгорнута в часі. В роботі [9] надійність визначена як ймовірність безвідмовного функціонування ПЗ в певний час або в певному середовищі.

На рис.3. продемонстровано різні підходи до визначення поняття надійності ПЗ у відповідності до вищеписаних джерел.



Рис.3. Елементи забезпечення надійності ПЗ за різними джерелами

У процесі розробки програмного забезпечення медичного призначення його якість і надійність можуть змінюватися. Цілеспрямована зміна цих характеристик входить до завдання керування якістю і надійністю ПЗ [10]. Для оцінювання надійності ПЗ використовуються різні аналітичні методи [11], які представлені на рис.4. і можуть бути розділені на два основних класи - за областю визначення даних (статичні) та за часом (динамічні) або "моделі зростання надійності".

Узагальнений аналіз статичних і динамічних моделей оцінювання надійності програмного забезпечення показав [12], що застосування статичних моделей вимагає значних фінансових витрат і не дає надійних результатів. За допомогою таких моделей можна одержувати лише початкові приблизні оцінки надійності ПЗ. Загальним недоліком всіх досліджуваних моделей є те, що вони можуть бути застосовані тільки після того, як програмний продукт створено. Таким чином, необхідно застосовувати паралельні підходи, починаючи з ранніх етапів ЖЦ ПЗ. Таким підходом є тестування, що дозволяє не тільки оцінювати надійність ПЗ в процесі його розробки, але й забезпечувати його надійність. Саме тому серед перспективних методологій розробки ПЗ варто надати перевагу технології TDD, що забезпечує підвищення якості та надійності ПЗ з початкових фаз ЖЦ і дозволяє проводити моніторинг даних характеристик в подальшому [13].



Рис.4. Класифікація моделей оцінювання надійності програмного забезпечення

Класифікаційна схема інструментальних засобів (ІЗ) моделювання та оцінки якості і надійності ПЗ, у відповідності до вищеописаних моделей представлена рис.5.

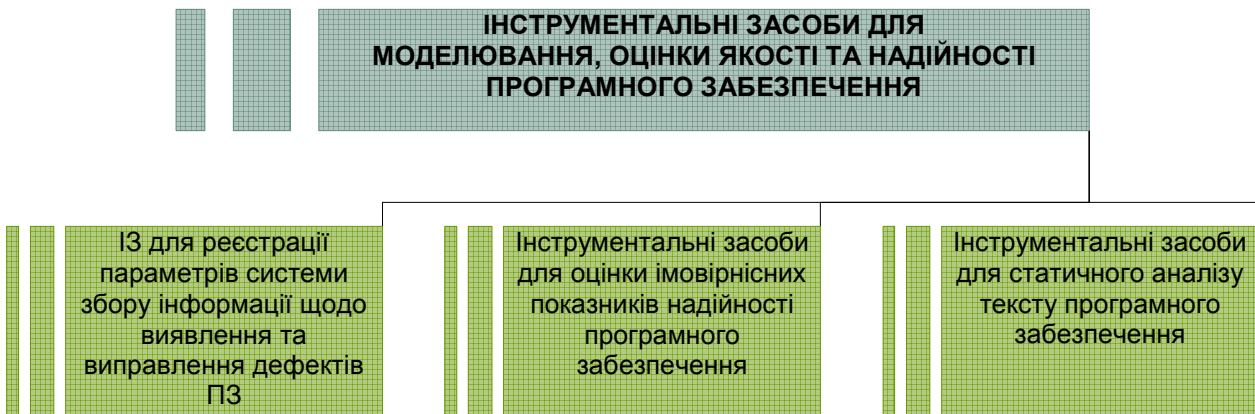


Рис.5. Інструментальні засоби моделювання й оцінки якості та надійності ПЗ

1. ІЗ для реєстрації параметрів системи, збору інформації про виявлення та усунення дефектів ПЗ. Дані ІЗ, як правило, є складовими частинами різних САПР і систем підтримки розробки й супроводу програмних продуктів (наприклад, Rational Rose). ІЗ даного класу дозволяють виконати оцінку якості виконання ПЗ. Крім того, інформація про виявлення і усунення дефектів ПЗ використовується в якості вхідних даних для ІЗ, що виконують оцінку ймовірнісних показників надійності ПЗ.
2. ІЗ для оцінки ймовірнісних показників надійності ПЗ. Відомий ряд ІЗ, що дозволяють виконати процедури математичного моделювання показників надійності ПЗ та здійснювати візуалізацію їх результатів на підставі інформації про виявлені дефекти. Приклади систем даного класу приведені в табл.1. Основним недоліком даних систем є обмежена множина ймовірнісних моделей надійності, а також відсутність процедур їх вибору з врахуванням

особливостей кожного конкретного ПЗ. Проте, слід зазначити ІЗ CASRE, що відрізняється від інших найбільшою функціональністю.

3. Системи для статичного аналізу тексту ПЗ. До цього класу ІЗ відносяться такі утиліти як DOORS (фірма ZYCAD Corporation, США), RAMS Software Tools (Item Software Inc., США), Validator (ISTec, Німеччина), Super Trace (SAI, США) і ін. Такого роду ІЗ крім семантичного й статистичного аналізу коду можуть також визначати різні параметри ПЗ (кількість і номенклатура операторів та операндів і т.д.), які потім можуть бути використані для розрахунку метрик складності ПЗ.

Таблиця 1. Інструментальні засоби оцінки імовірнісних показників надійності ПЗ

Назва ІЗ	Фірма та рік розробки	Моделі оцінки надійності ПЗ	Імовірнісні показники, що оцінюються
Statistical modeling and estimation of reliability functions of software (SMERFS)	Naval Surface Warfare Center (NSWC) 1993	Муси; Муси-Окумото; Джелінського-Моранди; 1-а Моранди; Шнайдевінда; Гоеля-Окумото; Охба [14, 15]	Інтенсивність відмов; Загальне число відмов; Число відмов, що залишилися; Час до наступної відмови; Час до наступних К-відмов
Software reliability modeling program (SRMP)	Reliability and Statistical Consultant, Ltd 1988	Муси-Окумото; Джелінського-Моранди; Гоеля-Окумото	Інтенсивність відмов; Час до наступної відмови; Час до наступних К-відмов
GOEL	Data & Analysis Center of Software (DACS) 1987	Гоеля-Окумото	Інтенсивність відмов; Загальне число відмов; Число відмов, що залишилися; Час до наступної відмови; Час до наступних К-відмов; Вартість етапу тестування
ESTM	Bell Communication Research 1993	Гоеля-Окумото з оцінкою економічних критеріїв тестування	Інтенсивність відмов; Загальне число відмов; Число відмов, що залишилися; Вартість етапу тестування
CASRE	NASA COSMIC 1994	Муси; Муси-Окумото; Джелінського-Моранди; 1-а Моранди; Шнайдевінда; Гоеля-Окумото; Охба	Інтенсивність відмов; Загальне число відмов; Число відмов, що залишилися; Час до наступної відмови; Час до наступних К-відмов
AT&T SRE	AT&T Bell Laboratories 1991	Муси; Муси-Окумото [15]	Інтенсивність відмов; Загальне число відмов; Число відмов, що залишилися; Вартість етапу тестування
SoRel	LAAS-CNRS 1991	Гоеля-Окумото; Гіперекспоненційна;	Інтенсивність відмов; Загальне число відмов; Час до наступної відмови; Час до наступних К-відмов

Аналіз існуючих ІЗ для моделювання та оцінки якості та надійності ПЗ показав, що кожний із розглянутих типів дозволяє оцінювати лише окремі складові якості та надійності ПЗ. Таким чином, представляється доцільним подальше вдосконалення існуючих ІЗ у напрямку інтеграції їх у єдину систему оцінки кількісних метрик якості та надійності ПЗ в рамках моделі якості ISO 9126 [16].

На основі результатів проведеного дослідження з врахуванням відомостей щодо існуючих підходів, моделей, методів та інструментальних засобів оцінки та підвищення надійності програмного забезпечення необхідно сформулювати концепцію керування надійністю та якістю для ПЗ в цілому та медичних систем зокрема, яка полягає в:

- оцінюванні надійності на всіх етапах життєвого циклу програмного забезпечення, автоматизованого формування відповідним метрик;
- керуванні надійністю, починаючи з початкових етапів розробки ПЗ з урахуванням сучасних методологій створення та тестування ПЗ [17], наприклад з використанням технології Test Driven Development;
- формалізації додаткових завдань в процесі тестування системи з урахуванням обмежень щодо фінансових витрат, часу на розробку та необхідний рівень якості програмного забезпечення медичного призначення;
- реалізації нових та модифікація існуючих інструментальних засобів, які призначені для керування надійністю та якістю ПЗ.

Як перспективу для проведення подальших досліджень варто відзначити найбільш актуальні завдання в області оцінки якості та надійності ПЗ:

- систематизація множини існуючих метрик, представлених у різних нормативних документах, і розробка методів узагальнення та інтерпретації результатів метричних оцінок, аналізу їх повноти та достовірності;
- розширення базового набору ймовірнісних моделей надійності ПЗ та удосконалення методів їх вибору з врахуванням припущень моделей, які використовуються, особливостей ПЗ та процесів його розробки;
- розробка інструментальних засобів підтримки експертизи та незалежної верифікації, що використовують метод метричної оцінки та математичні моделі для аналізу якості й надійності ПЗ.

Висновки. Результати аналізу основних методів та інструментальних засобів забезпечення надійності та якості ПЗ на всьому ЖЦ дають змогу стверджувати, що для оцінки та підвищення даних характеристик сучасного програмного забезпечення медичної діагностики використовуються підходи, що засновані на: а) методах інспекції, що припускають перевірку відповідності ПЗ вимогам нормативних документів шляхом неформалізованого аналізу документації та процесів розробки; б) використанні спеціальних показників - метрик, що дозволяють побічно судити про рівень якості та надійності ПЗ на підставі аналізу ймовірнісно-вимірюваних характеристик програмного продукту та процесів його проектування; в) застосуванні математичних моделей для оцінки ймовірнісних показників надійності ПЗ. Однак, необхідно враховувати стрімкий розвиток сучасних методологій створення програмних продуктів, що в свою чергу, обмежують застосування вище проаналізованих підходів забезпечення необхідного рівня якості та надійності ПЗ медичної діагностики.

Список використаної літератури

1. ISO/IEC TR 9126-3:2003. Software Engineering – Product quality. Part 3: Internal metrics. – Montréal: ISO/IEC JTC1/SC7, 2003. – 79p.
2. ДСТУ 3918-1999 (ISO/IEC 12207:1995). Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення. – Введ. 01.07.2000. – К.: Держстандарт України, 1995. – 55с.
3. Боэм. Б., Браун Дж., Колнар. Х. Характеристики качества программного обеспечения. - М.: «Мир», 1981. – 206с.
4. Дідковська М.В. Аналіз моделей оцінювання надійності програмного забезпечення // Вісник НТУУ “КПІ”. Інформатика, управління та обчислювальна техніка. №41, Киев 2004, стр.103-120.
5. Майерс Г. Надежность программного обеспечения. /Пер. с англ. под ред. В. Ш. Кауфмана. - М.: Мир, 1980. - 360с.
6. Тейер Т., Липов М., Нельсон Э. Надежность программного обеспечения: Пер.с англ. - М.: Мир, 1981. – 323с.
7. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. - Спб: «Политехника», 2000. – 248с.
8. Gokhale S.S., Marinos P.N., Trivedi K.S. Important Milestones in Software Reliability Modeling // In Proc. of Software Engineering and Knowledge Engineering, 1996 – 19с.
9. Handbook of Software Reliability Engineering, McGraw Hill, editor M. Lyu, 1996 – 805p.
10. IEEE 982.2-1988. IEEE Guide for the Use of IEEE Standard Dictionary of Measures to Produce Reliable Software. – New York: IEEE, 1986. – 153 p.
11. Pham H., Software Reliability // Springer-Verlag, Singapore Pte.Ltd.2000 – 339p.
12. Дідковська М.В., Тимошенко Ю.О. Оцінювання надійності програмного забезпечення // Електроника и связь, №19, Киев 2003, стр.6-10
13. Beck, K. Test-Driven Development by Example, Addison Wesley, 2003 – 240p.
14. Musa J.D. Operational profiles in Software-Reliability Engineering // IEEE Software, Vol. 10 (2), March 1993, pp. 14-32.
15. Ohba M. Software Reliability Analysis Models // IBM J. Res. Develop, Vol. 28, No. 4, July 1984, pp.428-243.
16. ISO/IEC PDTR 9126-4:2000. Software Engineering – Product quality. Part 4: Quality in use metrics. – Montréal: ISO/IEC JTC1/SC7, 2003. – 71p.
17. Волкова С.О., Трунов О.М. Тестування як засіб підвищення якості та надійності систем діагностики, Научно-технический журнал «Авиационно-космическая техника и технология», ISSN 1727-7337, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, 2007/9(45), с.207-211, Харьков, Украина
18. Волкова С.О., Трунов О.М. Аналіз методів та засобів підвищення надійності та точності систем медичної діагностики//Тези Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерна математика в науці, інженерії та освіти» (CMSEE-2007), 28.11.2007 – 30.11.2007 // с.15, Полтава, Україна