

УДК 681.3 (075)

О.В. Станович, О.Є. Бондаренко, В.В. Малих, В.Д. Кротов

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ

ВАРІАНТ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Не дивлячись на очевидну актуальність, питання оцінки надійності програмного забезпечення (ПЗ) не викликає належної уваги. Інтерес до оцінювання надійності ПЗ з'явився одночасно з появою програм. Він викликав жагу отримати традиційну вірогідну оцінку надійності технічного засобу (ЕОМ), робота якого, в цілому, і призначалася для функціонування ПЗ. У статті розглянуто надійність програмних систем. Розрахована ймовірність похибки в різноманітних структурах програмного забезпечення (при послідовному, паралельному, матричному та ієрархічному з'єднанні). Наведена залежність ймовірності помилки від кількості блоків у структурі програмного забезпечення. Також у розрахунку надійності вищезазначених систем, була врахована ймовірність помилки на стиках програмних модулів.

Ключові слова: програмного забезпечення, ймовірності похибки.

Вступ

Постановка проблеми. В даний час відповідно до перспективної концепції побудови систем зв'язку спеціального призначення передбачається перехід до багатоешелюваного принципу побудови об'єднаних систем зв'язку Збройних сил (ЗС) з різноманітними засобами зв'язку та телекомунікаційним обладнанням, що мають різноманітне програмне забезпечення. При такій побудові систем зв'язку надійність програмного забезпечення елементів системи та системи в цілому є одним із визначальних показників функціонування систем зв'язку.

Зі значним збільшенням потреби в обробці масивів інформації у повсякденній діяльності та під час ведення бойових дій, забезпечення військами засобів зв'язку та телекомунікаційного обладнання, що мають програмне забезпечення актуальним стало питання оцінки надійності встановленого програмного забезпечення (далі – ПЗ) та надійності інформаційно-телекомунікаційної системи в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1, 2, 6 – 8] описані і проаналізовані комп'ютерні системи різного призначення та визначені алгоритми оцінювання надійності програмних засобів в цих системах. Аналіз проведених досліджень не дає можливості розрахувати ймовірності похибки в різноманітних структурах програмного забезпечення для використання їх у комп'ютерних системах спеціального призначення у подальшому, так як і не була врахована вірогідність помилки на стиках між програмними модулями – вірогідність похибки у зв'язках. Враховуючи це, **метою статті** є розрахунок ймовірності похибки в різноманітних структурах програмного забезпечення при послідовній, паралельній, матричній та ієрархічній взаємодії модулів ПЗ. **Методи дослідження:** У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз теоретичних джерел з проблем оцінювання програмного забезпечення, вивчення та узагальнення передового досвіду щодо питань оцінки надійності ПЗ, аналіз

та оцінка ймовірності похибок в різноманітних структурах програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Особливу роль в надійності програмних систем грає сама структура програмних модулів. Розраховавши ймовірність похибки в одному програмному модулі можливо розрахувати ймовірність збою всього програмного продукту. Закономірність щільності помилок в залежності від кількості рядків коду ПЗ показана в табл. 1 [4].

Таблиця 1

Закономірність щільності помилок в залежності від кількості рядків коду ПЗ

Розмір ПЗ (число строк коду)	Типова щільність похибок на 1000 строк коду
Менше ніж 2000	0 – 25
2000 – 16000	0 – 40
16000 – 64000	0,5 – 50
64000 – 512000	2 – 70
512000 і більше	4 – 100

З огляду на дані, наведені в табл. 1, в сучасних програмних системах кількість помилок на 1000 рядків коду – 40, оскільки програмні системи мають в середнім від 2000000 рядків коду. Кожне з розглянутих ПЗ має свою програмну конфігурацію (структуру), кожен блок даної структури відповідає за виконання різних функцій. Дані результати в подальшому можливо використовувати для оцінки надійності програмного забезпечення засобів зв'язку та телекомунікаційного обладнання. При застосуванні понять надійності до програмних засобів (ПЗ) слід враховувати особливості та відмінності цих об'єктів від традиційних технічних систем, для яких розроблялася теорія надійності:

не для всіх видів програм можливо застосувати поняття та методи теорії надійності – їх використовують тільки до ПЗ, які функціонують в реальному часі і безпосередньо взаємодіють з зовнішньою середою;

домінуючими факторами, які визначають надійність програм, є дефекти та похибки проектування і розробки, та другорядне значення має фізичне руйнування програмних компонентів при зовнішніх впливах;

відносно рідке руйнування програмних компонентів та необхідність їх фізичної заміни, призводить до принципової зміни понять збою і відмови програм;

для підвищення надійності комплексу програм особливе значення мають методи автоматичного скорочення тривалості відновлення, шляхом введення у програмні засоби часової, програмної і інформаційної надлишковості;

непередбачуваність місця, часу і ймовірності прояву дефектів та помилок, а також їх рідкого виявлення, не дозволяє ефективно використовувати традиційні методи апріорного розрахунку показників надійності систем;

традиційні методи випробувань надійності систем шляхом фізичного впливу на їх компоненти не використовуються для програмних засобів та слід замінити їх на методи форсованого впливу інформаційних потоків зовнішньою середою.

Отже, що ж являє собою поняття надійність програмного забезпечення – надійність програмного забезпечення це здатність програмного продукту безвідмовно виконувати зазначені функції при заданих умовах протягом заданого періоду часу з досить великою ймовірністю.

Проведемо розрахунок ймовірності похибки на стиках між програмними модулями, так звана ймовірність похибки в взаємодії. Оскільки кількість рядків коду на взаємодії між модулями одне, наприклад, 10% від загальної кількості рядків коду, то можна припустити що кількість помилок на 1000 рядків коду дорівнює 20 оскільки в середньому на зв'язку йдуть від 14 000 до 25 000 рядків. Так як великі програмні проекти містять у собі достатню значну кількість рядків коду, він реалізується за рахунок різних моделей розробок, тобто програмний проект розділяється на кілька програмних модулів. Послідовність цих програмних модулів може бути різною: послідовної, паралельної, ієрархічної (гібридної), матричної. Залежно від типу взаємодії модулів змінюється ймовірність збою програмного забезпечення (надійність). Отже, розрахуємо ймовірність похибки ($P_{\text{пох}}$) в окремому взятому блоці $P_{\text{бл}}$ і в зв'язках $P_{\text{зв}}$:

$$P_{\text{бл}} = \frac{N_{\text{бл}}}{N_{\text{ст}}} = \frac{40}{10000} = 0,04; \quad (1)$$

$$P_{\text{зв}} = \frac{N_{\text{зв}}}{N_{\text{ст}}} = \frac{20}{10000} = 0,02, \quad (2)$$

де $N_{\text{бл}}$ – кількість похибок в блоках (програмних модулях); $N_{\text{зв}}$ – кількість похибок на міжблочній взаємодії (взаємодія між програмними модулями); $N_{\text{ст}}$ – кількість строк коду в даний момент за одиницю береться 1000 строк коду; $P_{\text{бл}}$ – ймовірність похибки в роботі окремого блоку; $P_{\text{зв}}$ – ймовірність похибки в між блочній взаємодії.

Надійність програмного забезпечення залежить від коректності організації функціонування системи і не може бути вирахована безпосередньо виходячи із надійності програмних модулів [6]. Виходячи з вищезазначеного за основу розрахунку надійності (P) обрано формулу розрахунку надійності при послідовному з'єднанні:

$$P = (P_{\text{вз}} + P_{\text{бл}})^n. \quad (3)$$

Зазначена формула є універсальною для усіх типів з'єднань (послідовного, паралельного, ієрархічного, матричного) за виключенням кількості $P_{\text{вз}}$, так як в залежності від типу з'єднання змінюється кількість зв'язків між модулями. Наприклад, для схеми послідовного з'єднання модулів (рис. 1) формула розрахунку ймовірності похибки $P_{\text{посл}}$ ПЗ набуде такого вигляду:

$$P_{\text{посл}} = (P_{\text{вз}} + P_{\text{бл}})^n + P_{\text{вз}}, \quad (4)$$

для схеми паралельного з'єднання модулів ймовірності похибки $P_{\text{пар}}$ (рис. 2, а):

$$P_{\text{пар}} = (2P_{\text{вз}} + P_{\text{бл}})^n, \quad (5)$$

для схеми матричної (кожен з кожним) взаємодії модулів ймовірності похибки $P_{\text{матр}}$ (рис. 2, б):

$$P_{\text{матр}} = (P_{\text{бл}} + P_{\text{вз}} \cdot (n-1))^n, \quad (6)$$

а для схеми гібридного (ієрархічного) з'єднання модулів ймовірності похибки $P_{\text{гіб}}$ (рис. 3):

$$P_{\text{гіб}} = (P_{\text{вз}} + P_{\text{бл}})^n. \quad (7)$$

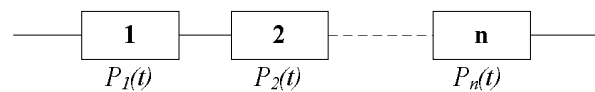


Рис. 1. Схема послідовної взаємодії блоків

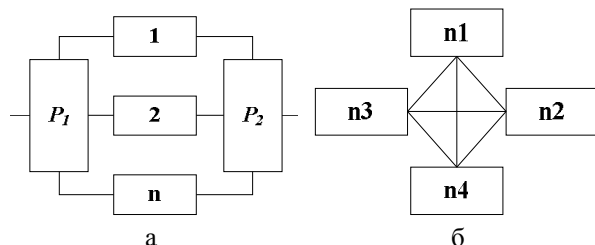


Рис. 2. Схеми паралельної (а) та матричної (б) взаємодії блоків

Виходячи з даних розрахунку $P_{\text{пох}}$, ми можемо привести діаграму залежності $P_{\text{пох}}$ від кількості програмних модулів (рис. 5). Як видно з діаграми залежності ймовірності збою в роботі програмного забезпечення, при послідовній, паралельній, матричній і ієрархічній взаємодії від кількості програмних модулів $P_{\text{пох}}$ нижчий при матричній взаємодії програмних модулів.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Був проведений розрахунок ймовірності збою програмного модуля в сучасних операційних системах, а також ймовірність збою на стиках між модулями.

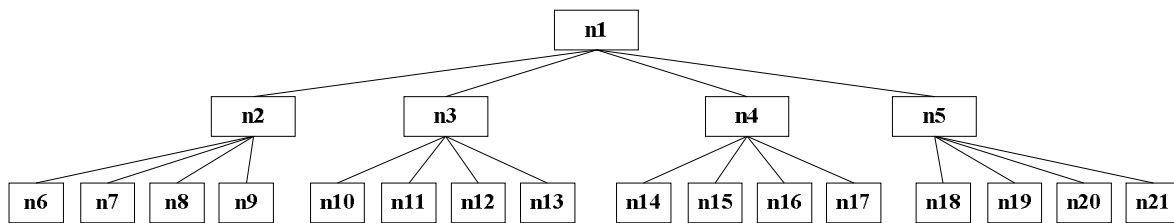


Рис. 4. Схема гібридної (ієрархічної) взаємодії модулів

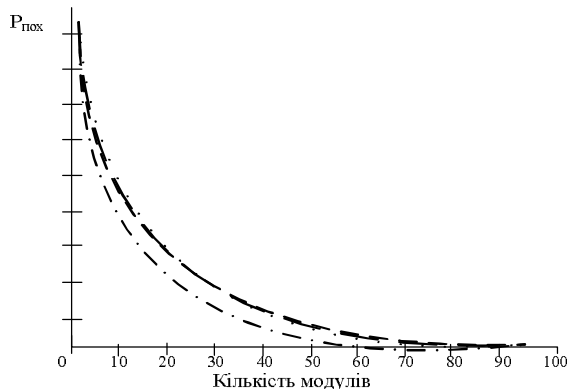


Рис. 5. Залежність ймовірності збою в роботі програмного забезпечення при послідовній (—), паралельній (· · · · ·), матричній (- · - · -) і ієрархічній (---) взаємодії від кількості програмних модулів

Був проведений розрахунок надійності програмних систем при послідовній, паралельній і ієрархічній взаємодії програмних модулів. При цьому враховувалася ймовірність збою не тільки програмного модуля, а й ймовірність помилки на стиках між модулями. Також були наведені залежності ймовірності збою програмного забезпечення від кількості модулів в різних програмних системах. Впровадження даного варіанту оцінки надійності програмного забезпечення в військах зв'язку дозволить моделювати систему, що створюється з розрахунком надійності програмного забезпечення та системи в цілому.

Для виявлення та усунення похибок проектування всі етапи розробки та супроводження ПЗ по-

винні бути підтриманні методами і засобами систематичного, автоматизованого тестування. Надійність функціонування ПЗ безпосередньо впливає від повноти застосування комплектів тестів та генераторів тестів реальними об'єктами зовнішнього середовища і умовами майбутньої експлуатації.

Список літератури

1. Завгородний В.И. Комплексная защита информации в компьютерных системах / В.И. Завгородний. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
2. Казарин О.В. Теория и практика защиты программ / О.В. Казарин. – М., 2004. – С. 276-280.
3. Майерс Г. Надежность программного обеспечения / Г. Майерс. – М.: Мир, 1980.
4. Макконнелл Стив. Совершенный код / Стив Макконнелл. – М.: Русская редакция, 2012; – 72 с.
5. Савельев А.Г. Оценка надежности функционирования компьютерных систем защиты информации / А.Г. Савельев. // Программные продукты и системы. – М.: МНИИПУ, 2002. Вып. 2.
6. Томашевский А.В. Оценка надежности компьютерной информации / А.В. Томашевский // Центр исследования компьютерной преступности. – М., ЦИКП, 2014. Вып. 4. – С. 3-4.
7. Турский В. Методология программирования / В. Турский. – М.: Мир, 1981.
8. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов / Г.Н. Черкесов. – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.
9. Andrew S. Tanenbaum Can We Make Operating Systems Reliable and Secure? / S. Andrew // Vrije Universiteit, Amsterdam Computer. IEEE Computer Society. – V. 39. – № 5, 2006.

Надійшла до редколегії 29.02.2016

Рецензент: канд. техн. наук, с.н.с., доц. О.Ю. Іохов, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

ВАРИАНТ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.В. Станович, О.Е. Бондаренко, В.В. Малих, В.Д. Кротов

Несмотря на очевидную актуальность, вопрос оценки надежности программного обеспечения (ПО) не привлекает должного внимания. Интерес к оцениванию надежности ПО возник одновременно с появлением программ. Он был вызван естественным стремлением получить традиционную вероятностную оценку надежности технического устройства (ЭВМ), работа которого, в основном, и предназначалась для функционирования ПО. В статье рассмотрена надежность программных систем. Рассчитана вероятность ошибки в разнообразных структурах программного обеспечения (в последовательном, параллельном, матричном и иерархическом соединении). Приведена зависимость вероятностной ошибки от количества блоков в структуре программного обеспечения. Также при расчете надежности вышеупомянутых систем, была учтена вероятность ошибки на стыках программных модулей.

Ключевые слова: программное обеспечение, вероятность ошибок.

ASSESSMENT VARIANT OF SOFTWARE RELIABILITY

O.V. Stanovich, O.E. Bondarenko, V.V. Malyh, V.D. Krotov

The assessment of software reliability is very actuality, but doesn't attract due attention. Interest to evaluation of software reliability simultaneously arose up with advent of the programs. It was caused by natural aspiration to get the traditional probabilistic estimation of technical device (computer) reliability work of that and targeted at functioning to software. Shows reliability of software systems. Calculated the probability of error in various structures of the software (in series, parallel, matrix hierarchical connection). Shows graphs of the error probability of the number of blocks in the software structure. Also in calculating of reliability of the above systems has been accounted the probability of error at connections of software modules.

Keywords: software, error probability.