



**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ISSN 2073-4751

**ПРОБЛЕМИ  
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ  
ТА УПРАВЛІННЯ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**1(53)/2016**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний авіаційний університет**

**Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій**

**ПРОБЛЕМИ  
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ**

**Збірник наукових праць**

**Випуск 1 (53)**

**Київ 2016**

УДК 007(082)

## ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ:

Збірник наукових праць: Випуск 1 (53). – Київ: НАУ, 2016. – 102 с.

Збірник присвячено актуальним проблемам побудови високопродуктивних обчислювальних систем та мереж, рішення задач оптимізації управління технічними системами, моделювання процесів обробки інформації, оперативного планування технічного обслуговування авіаційних систем.

Розрахований на наукових працівників та фахівців, які займаються питаннями створення, дослідження та використання комп'ютеризованих, організаційно-технічних, технічних інформаційних систем.

### Редакційна колегія:

**Жуков І.А.**, *д-р техн. наук, проф., заслужений винахідник України* (головний редактор)  
**Віноградов М.А.**, *д-р техн. наук, проф.* (заступник головного редактора)  
**Журавель Н.В.** (відповідальний секретар)

**Азаров О.Д.**, *д-р техн. наук, проф., заслужений працівник освіти України*

**Денисюк В.П.**, *д-р фіз.-мат. наук, проф.*

**Євдокімов В.Ф.**, *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України, заслужений діяч науки і техніки України*

**Зіатдінов Ю.К.**, *д-р техн. наук, проф., заслужений працівник освіти України*

**Литвиненко О.Є.**, *д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України в галузі науки та техніки*

**Мінаєв Ю.М.**, *д-р техн. наук, проф.*

**Палагін О.В.**, *д-р техн. наук, проф., академік НАН України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки*

**Пономаренко Л.А.**, *д-р техн. наук, проф., заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки та техніки*

**Тарасенко В.П.**, *д-р техн. наук, проф., заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України*

**Харченко В.С.**, *д-р техн. наук, проф., заслужений винахідник України*

**Юдін О.К.**, *д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки*

Збірник наукових праць «Проблеми інформатизації та управління» є науковим фаховим виданням України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата технічних наук (постанова ВАК України № 1-05/07 від 09.06.1999 р.), (повторна реєстрація, постанова ВАК України № 1-05/4 від 14.10.2009 р.)

*Рекомендовано до друку Вченою радою Навчально-наукового інституту комп'ютерних інформаційних технологій Національного авіаційного університету (протокол № 3 від 18 квітня 2016 р.)*

Зареєстрований державним комітетом телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво про реєстрацію № 8280 від 29.12.2003 р. Редакція не обов'язково поділяє думку автора. Статті не редактуються, автор несе відповідальність за науковий зміст та оформлення матеріалів.

Реферати та індексація: Google Scholar; Російський індекс наукового цитування (РИНЦ); Національна бібліотека України імені Вернадського; Науково-технічна бібліотека Національного авіаційного університету.

<http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/PIU/>

Адреса редакції: 03058, м. Київ, пр-т Космонавта Комарова, 1, корпус 5, кім. 116, тел. (38-044) 406-76-78.  
 E-mail: [sbornik.piu@gmail.com](mailto:sbornik.piu@gmail.com)

## ЗМІСТ

<b>Андрєєв О.В., Андрєєв В.І.</b> Метод двопараметричної оптимальної екстраполяції випадкових нестационарних сигналів на тлі завад за допомогою функції Лагранжа.....	6
<b>Артамонов Є.Б., Кашкевич І.-Ф.Ф.</b> Методика розробки адаптивних електронних навчальних курсів.....	14
<b>Беляков О.О., Севастьян А.С.</b> Підхід до автоматичного формування плану випробувань для складних систем.....	18
<b>Ващук І.О., Холявкіна Т.В.</b> Управління процесом тестування за допомогою спеціалізованих метрик.....	23
<b>Водоп'янов С.В., Дрововозов В.І., Журавель Н.В.</b> Моделі й методи оцінювання характеристик та управління автономними сегментами інформаційно-керуючої системи крупного аеровузла .....	27
<b>Длужевський А.О., Кременецький Г.М., Панфьоров О.В.</b> Фільтрація вхідних даних в системах ідентифікації.....	34
<b>Жолдаков О.О.</b> Розподіл та послідовність розв'язання задач технічного обслуговування повітряних суден.....	38
<b>Кузьмин В.Н., Соломенцев А.В., Залиський М.Ю.</b> Использование многосегментной регрессии для оценки долговечности конструктивных элементов систем .....	42
<b>Куклінський М.В., Гиза І.С., Амірханов Е.Д., Шемчук В.В.</b> Оптимізація конфігурації змішаної бездротово-оптичної мережі при вирішенні «проблеми останньої милі».....	46
<b>Лазебний В.С., Зубець А.М.</b> Особливості реалізації тунелювання пакетів ipv6 у мережній інфраструктурі IPv4.....	52

---

<b>Сіденко Б.А., Холявкіна Т.В.</b> Мережеві технології для промислового комплексу .....	60
<b>Соколов Г.Е.</b> Построение компьютерной модели охранного емкостного извещателя.....	65
<b>Толстікова О.В., Мирошніченко І.С., Коцюр А.Б.</b> Ефективність використання програмування асинхронних додатків мовою Python .....	72
<b>Чирков А.В.</b> Порівняльний аналіз методів ведення об'єкта на відео з камери безпілотного літального апарату.....	78
<b>Суріна О.І.</b> Decision making in complex systems .....	83
<b>Шаповал І.В., Лебедев Д.Ю.</b> Алгоритм роботи пристрою AES шифратора .....	87
<i>Анотації .....</i>	92
<i>Правила оформлення і представлення публікацій .....</i>	101

УДК 004.415.53.(045)

Вашук І.О.  
Холявкіна Т.В., к.т.н.,

## УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕСТУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МЕТРИК

Національний авіаційний університет

[irina.vashchuk@ukr.net](mailto:irina.vashchuk@ukr.net)  
[t.holyavkina@mail.ru](mailto:t.holyavkina@mail.ru)

*Розглянуто процес тестування з метою виявлення, систематизації та оцінки найбільш широкоживаних метрик, а також реалізується побудова порівняльних характеристик метрик різних видів для визначення мети і доцільності їх використання на різних етапах життєвого циклу тестування*

**Ключові слова:** метрики тестування, обчислювані метрики, первинні метрики, вимірювані метрики, програмне забезпечення

### **Введення**

У технологіях виробництва програмних продуктів тестуванню відводиться роль основного засобу забезпечення і контролю якості продукту. Це виявляється в тому, що процеси тестування все глибше інтегруються в проектні методи, а управління тестуванням стає найважливішою складовою управління проектами. При проведенні тестування необхідно визначити критерії закінчення процесу тестування. Адже помилки тестування призводять до випуску продукту з істотними недоліками. А «зайве» тестування може коштувати досить дорого, затримувати випуск продукту і відволікати тестувальників від виконання інших поставлених завдань..

### **Постановка задачі**

Для прийняття рішення про припинення тестування, а також для вибору оптимального набору тестів, використовуються метрики тестування і якості. Вони дозволяють оцінити покриття коду продукту тестами, спрогнозувати число не знайдених дефектів, оцінити характеристики тестованої системи. При цьому виникають проблеми в метричному забезпеченні тестування, зокрема це

стосується критеріїв завершення тестування.

Тому необхідно провести аналіз і систематизацію найбільш поширених метрик, використовуваних як допоміжний інструмент для спостереження, аналізу ситуації та контролю над рішенням проблем, що виникли.

### **Метрики тестування**

Зазвичай вважають, що тестування програми починається після її написання програмістом. Але насправді, це лише один з етапів перевірки коду. При грамотному побудові процесу розробки програми можна виділити кілька етапів тестування.

Перший крок - тест потенційних конкурентів. На цьому ж етапі потрібно потурбуватися сумісністю форматів файлів з конкуруючими і доповнюють програмними продуктами.

Другий крок - тестування на етапі проектування. Проходить перевірку проект з тих чи інших прийнятим критеріям.

Третій крок - тестування програми як білого (скляного) ящика. Включає в себе кілька видів тестування: програми по модулях, роботи з повним охопленням коду, з управлінням потоком, відстеження цілісності даних в момент роботи програми і т.п.

Четвертий крок - тестування програми як "чорного ящика". Це і є те саме тестування, яке виконують на етапі завершення проекту або його частини. Саме воно найбільш трудомістка і тривала. Але саме на ньому виявляється найбільше помилок.

В процесі тестування використовується таке поняття як метрика. Метрика - це кількісний масштаб і метод, який може використовуватися для вимірювання. [ISO 14598] Тобто параметр, що характеризує будь-який процес. Метрики є допоміжним інструментом для спостереження, аналізу ситуації та контролю над рішенням виниклих проблем. Якщо узагальнити, то метрики допомагають:

- Оцінити стан певних характеристик на проєкті.
- Знайти можливі причини проблем.
- Прийняти рішення (якщо потрібно) щодо виправлення ситуації.
- Оцінити прогрес / регрес після введення коректувань.
- Поліпшити певні характеристики на проєкті.
- Для об'єктивної аргументації.

Множини метрик процесу тестування умовно розділимо на два класи: первинні (накопичувальні) метрики і вимірювані метрики. Накопичувальні метрики - це числові значення показників, отримані на етапі тестування програмного забезпечення (ПЗ). Накопичувальні метрики являються основою прогнозування. До таких метрик відносяться метрики часу і вартості тестування, а також метрика кількості дефектів. Вимірювані метрики не можуть бути отримані безпосередньо, вони обчислюються на підставі первинних метрик. Обчислювальні метрики більшою мірою орієнтовані на оцінку результативності та ефективності тестування. Вони використовуються для

моніторингу і контролю за процесом тестування. Прикладами таких метрик є метрика тестового покриття, метрика кількості дефектів на рядок вихідного коду, метрика результативності тестування та ін. В табл. 1 представлені результати моніторингу основних первинних метрик і короткий їх опис.

На відміну від первинних метрик, які, як згадувалося вище, не застосовуються для управління тестуванням, обчислювані метрики дозволяють оцінити результативність процесу. У табл. 2 представлені результати моніторингу вимірюваних метрик, які використовуються для оцінки якості процесу тестування.

### **Висновки**

Таким чином, при наявності необхідних метрик, які відображають зміни стану проєкту в плині часу, можна поліпшити не тільки процес тестування, а й процедуру проведення аналізу виконаного проєкту, що дозволить в подальшому не допускати попередніх помилок. Також видно, що для оцінки готовності ПО в сучасному тестуванні використовується метрика, заснована на аналізі тестового покриття. Однак існують проблеми у визначенні первинних метрик, необхідних для її обчислення. Існуючі метрики в основному зводяться до обліку дефектів, часу і витрат і тим самим не є критерієм завершення тестування. Тому вони непридатні для оцінки готовності продукту. Таким чином немає єдиного стандарту, який визначає набір метрик і є критерієм завершення процесу, тому метрики і критерії тестування визначаються в стратегії тестування поряд з іншими складовими процесу самим тестувальником, спираючись на його кваліфікацію та досвід.

Таблиця 1. Результати моніторингу основних первинних метрик

Направленість метрики	Короткий опис	Примітка
Кількість дефектів, знайдених на етапі тестування	Дефекти, знайдені на етапі тестування, дозволяють оцінювати кваліфікацію розробників, а також додаткові витрати, необхідні на виправлення і доопрацювання ПЗ.	Для відстеження та управління дефектами в ПЗ використовуються інструментальні засоби - Rational ClearQuest, StarTeam, Bagzilla і ін.
Кількість дефектів, знайдених на етапі експлуатації	Метрика заснована на інформації про проблеми, які надійшли від користувачів ПЗ. Служить оцінкою якості розробленого програмного продукту.	Використовується при оцінці якості тестування.
Час тестування	Метрика оцінює тимчасові витрати на підготовку, виконання і документування тестування. Підготовка тестування являє собою діяльність по плануванню, розробці тестових дій і розгортання тестового середовища. Тимчасові витрати залежать від складності системи, що розробляється, ступеня детальності вимог і їх документованості, а також досвіду інженерів тестування. Виконання тестування являє собою тестові прогони і документування результатів тестування.	Метрика є нескладною для розрахунків і тому широко застосовується при плануванні різних видів тестування.
Вартість тестування	Вартість тестування включає в себе витрати на пошук дефектів і амортизацію обладнання для проведення тестування.	Разом з вартістю виправлення дефектів метрика часто використовується в якості критерію припинення тестування, хоча технічно обумовлених причин для цього немає.
Обсяг тестування	Для планування процесу тестування використовується поняття обсягу тестування, визначене як планований тестовий набір, виражений в кількості розроблених тестів. Ця метрика важлива як для планування, так і згодом для обчислення похідної метрики, що оцінює повноту тестування.	Для планування тестових наборів використовується план тестування, який пов'язує вимоги до ПЗ з відповідними тестовими випадками.



Таблиця 2. Результати моніторингу вимірюваних метрик

Направленість метрики	Короткий опис	Примітка
Кількість дефектів на рядоккоду	Загальна кількість дефектів, виявлених в програмному продукті, в перерахунку на кількість рядків у вихідному коді. Дана метрика показує щільність помилок в програмному продукті.	На основі аналізу щільності помилок в декількох версіях одного проекту роблять висновок про необхідність продовження або можливості припинення робіт з тестування.
Тестове покриття (повнотатестування)	Тестове покриття являє собою відношення планованого тестового набору до повного тестового набору. Це найважливіший критерій, який має відношення до оцінки готовності продукції.	Конструктивні методи визначення повного тестового набору невідомі, хоча з цього питання є велика кількість літератури. Практично всі джерела передбачають структурні методи тестування, які дозволяють оцінити тестове покриття операторів, умов і логічних шляхів. На жаль, це громіздкі процедури, які мають обмежене застосування на практиці.
Результативність тестування	Для оцінки результативності (якості) тестування використовується метрика, заснована на відношенні кількості дефектів, знайдених на етапі тестування, до загальної кількості дефектів, знайдених на етапі тестування і експлуатації.	Ця важлива оцінка спирається виключно на досвід тестувальника і використовується при аналізі результатів тестування для поліпшення всього процесу.

### Список літератури

1. Майерс Г. Мистецтво тестування програм. М.: Фінанси та статистика, 1982.
2. Ліпаєв В.В. Тестування програм. М.: Радіо та зв'язок, 1986. 296 с.
3. Ліпаєв В.В. Забезпечення якості програмних засобів. Методи та стандарти. М.: Синтез, 2001.
4. Pankaj Jalote. Use of Metrics in High Maturity Organizations. // Software Quality Professional, Mach2002.
5. Dorothy R. Graham. Measuring

the Value of Testing. ESCOM, 2nd April 2001

6. Marnie L. Hutcheson. Software Testing Methods and Metrics. <http://www.ideva.com>

7. Guide of Software Engineering Body of Knowledge. // IEEE Computer Society, May 2001.

Статтю подано до редакції 05.02.2016