

Кірпічніков Ю. А., к.т.н.¹;
Федорієнко В. А.¹;
Кондратенко Ю. В.¹;
Петрушен М. В.;
Кошлань О. А.²

¹ - Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ;

² - Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

Особливості впливу кваліфікації програмістів на якість програмного забезпечення єдиного інформаційного середовища

Резюме. У статті розкрито проблемні питання впливу діяльності програмістів різних класів та їх кваліфікаційних рівнів на якість програмного забезпечення за критеріями МакКола, а також загальні теоретичні аспекти взаємодії програмної та організаційної компонент для формування єдиного інформаційного середовища.

Ключові слова: програміст, рівень працездатності програми, якість програмного забезпечення, єдине інформаційне середовище.

Постановка проблеми. Процес реформування Збройних Сил України вимагає залучення значних людських і матеріальних ресурсів, а досягнення очікуваного ефекту повною мірою залежить від обґрунтованого визначення шляхів розвитку інформаційних технологій. На сьогодні для Міністерства оборони України у цій сфері першочерговими є завдання, визначені проектом Стратегічного оборонного бюлетеня України. Цим документом передбачається впровадження автоматизованих систем управління військами (силами) для створення Єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України, здатної до сумісної роботи з аналогічними системами управління багатонаціональних сил. Також передбачене проведення автоматизації процесів логістичного забезпечення за рахунок виконання завдань зі створення автоматизованої системи управління обліком і рухом матеріально-технічних засобів Збройних Сил України.

Зазначені завдання визначають сучасний напрям розвитку інформаційних технологій у військовій сфері. У якості складової цього проблемного напрямку є процес створення складних інформаційних систем та їх об'єднання в єдине інформаційне середовище (ЄІС). Формування такого середовища потребує взаємодії чотирьох компонент: програмної, технічної, мережевої та організаційної. Зупинимось більш детально на особливостях взаємного впливу двох компонент – програмної й організаційної. Під їх взаємодією будемо розуміти залежність якості програмного забезпечення (ПЗ) від кваліфікації програмістів на етапі розроблення інформаційної системи.

Ключовими гравцем на останньому етапі створення інформаційної системи має стати визначена уповноважена особа, член приймальної комісії – *експерт*. Такі експерти мають оцінювати якість ПЗ та приймати рішення щодо визначення придатності інформаційної системи для прийняття її на озброєння. Обґрунтування об'єктивних результатів роботи експертів з оцінки якості ПЗ при формуванні ЄІС було здійснено раніше у роботі [1].

Оцінку якості ПЗ можна спрогнозувати та керувати якістю програмної компоненти. Таким чином, задача з виявлення взаємовпливу і взаємодії програмної й організаційної компонент для забезпечення якості ПЗ є актуальною.

Ступінь розробленості проблеми. Надійність ПЗ висвітлена у працях [2-4] та стандартах (ДСТУ 2862-94 та ДСТУ 2860-94). Якість програмного забезпечення є суттєвою складовою надійності ПЗ. Поняття якості програмного забезпечення висвітлене у наукових працях [1, 5] та стандарті [6]. Розкриттю особливостей найбільш поширених моделей оцінки якості ПЗ присвячені праці [7, 8]. Методи експертної оцінки були розкриті у багатьох наукових джерелах різних авторів, зокрема у професора Вороніна [9]. Щодо процесу експертного оцінювання якості ПЗ, то у науковій праці [8], він описується з урахуванням сфери компетентності експертів та за умови стаціонарних ваг кожного з експертів за критеріями. У роботі [1] задачу щодо визначення якості ПЗ пропонувалося розв'язати на основі методу обробки даних експертних оцінок в багатокритеріальних задачах.

Спроба щодо класифікації програмістів та моделі надійності була викладена у ранніх роботах [10-12].

Метою статті є визначення впливу помилок програмістів на оцінку експертів Міністерства оборони України за критеріями якості ПЗ при формуванні ЄІС.

Виклад основного матеріалу

1. *Модель якості МакКола.* Згідно цієї моделі [7] характеристики якості розділені на три групи:

фактори, що описують ПЗ з позиції користувача і задаються вимогами; критерії, що описують ПЗ з позиції розробника і задаються як цілі; метрики, що використовуються для кількісного опису та вимірювання якості. У табл. 1 наведено двадцять критеріїв якості ПЗ, для яких визначимо залежність від помилок в програмах [1].

Таблиця 1

Вплив помилок програм на критерії (метрики) якості ПЗ за моделлю МакКола

№	Назва критерію якості МакКола	Залежність від помилок в програмах
1	Зручність перевірки на відповідність стандартам	Так
2	Точність керування і обчислень	Так
3	Ступінь стандартизованості інтерфейсів	Так
4	Функціональна повнота	Так
5	Однорідність використовуваних правил проектування та документації	Ні
6	Ступінь стандартизованості форматів даних	Так
7	Стійкість до помилок	Так
8	Ефективність роботи	Так
9	Розширюваність	Так
10	Широта області потенційного використання	Ні
11	Незалежність від апаратної платформи	Ні
12	Повнота протоколювання помилок та інших подій	Так
13	Модульність	Ні
14	Зручність роботи	Так
15	Захищеність	Так
16	Самодокументованість	Так
17	Простота роботи	Так
18	Незалежність від програмної платформи	Ні
19	Можливість співвіднесення проекту з вимогами	Ні
20	Зручність навчання	Ні

2. *Експертні оцінки.* Одним з основних методів визначення показників якості ПЗ для розрахунку узагальнених показників якості ПЗ є експертний. За кожним із критеріїв якості були виставлені оцінки. Оцінки визначені колективно евристичним методом на основі досвіду впровадження проекту інформатизації Єдиної системи управління адміністративно-господарськими процесами ЗС України. Завдяки математичній моделі обробки даних експертних оцінок якості ПЗ ЄІС визначені початкові ваги експертів із врахуванням неоднорідності складу експертів. При цьому, значні розбіжності були компенсовані за методикою професора Вороніна А. М. [1,9].

При розрахунках були враховані вагові показники критеріїв якості і ймовірні оцінки експертів за десятибальною шкалою. У результаті ітераційної процедури були отримані уточнені оцінки якості за критеріями МакКола (рис. 1) з урахуванням різномірності у складі експертів.

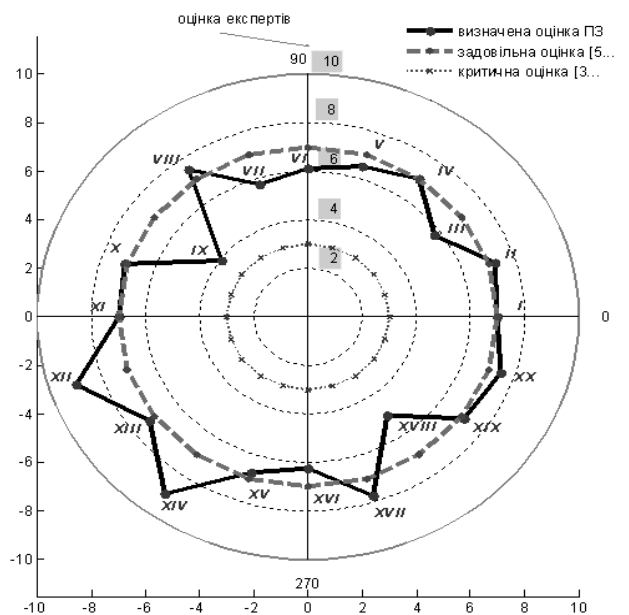


Рис. 1. Кутова гістограма якості ПЗ за 20 критеріями МакКола

На графіку у полярній системі координат одночасно представлено три гістограми.

Суцільною лінією представлена визначена оцінка ПЗ, тобто узагальнена середня оцінка експертів. Зовнішнє коло – означає максимальні оцінки {10...10} за всіма критеріями – ідеальний стан системи. В середині визначений рівнозначний 20-кутник, оцінка {5...5}, (позначений штрихами) – показує умовно задовільні оцінки за всіма критеріями МакКола, тобто, заданий стан якості ПЗ при якому наявні помилки в ПЗ суттєво не впливають на працездатність програми. Внутрішній 20-кутник (позначений крапками), умовно демонструє граничний стан якості ПЗ – критичні оцінки {3...3} за критеріями МакКола. Приймемо, що жоден з векторів гістограми якості ПЗ не повинен бути меншим значення за модулем, ніж значення {3...3}. Програма після усунення помилок приймається в експлуатацію, якщо більшість критеріїв буде оцінено експертами не нижче {5...5}.

Слід звернути увагу, що на цю згортку накладені певні вагові коефіцієнти, відносно до ваги запропонованих факторів. Тобто, маємо справу з нормованими значеннями. Для ПЗ ЄІС різниця середніх значень першої і останньої ітераціями (детальні розрахунки наведені в роботі [1]) $\Delta a^h = |6,75 - 7,11| = 0,36$, що свідчить про рівень адекватності загальної оцінки більшості експертів.

Виходячи з того, що полярна система координат є нелінійною залежністю, побудувати множину критеріїв можна у вигляді стовпчастої діаграми (рис. 2) із висотою, що дорівнює значенню експертної оцінки разом з урахуванням ваги критерія. Площу підінтегральної кривої можливо визначити за рахунок звичайної адитивної згортки $x_i(d_i) = \sum k_i$.

3. Класи програмістів. Помилки ПЗ. Формально розглянемо діяльність програміста, який безпосередньо впливає на якість ПЗ і є суб'єктом процесу створення ПЗ. Виходячи з запропонованого раніше критерію кваліфікаційного відбору (поділ програмістів на три класи) [12], зосередимо увагу на помилках у програмі. Як згадувалося в [10], інтенсивність внесення помилок при виправленні ПЗ для програміста I класу становить $\lambda_{внес.} = 0,1$; для II кл. - 0,3; для III кл. - 0,7.

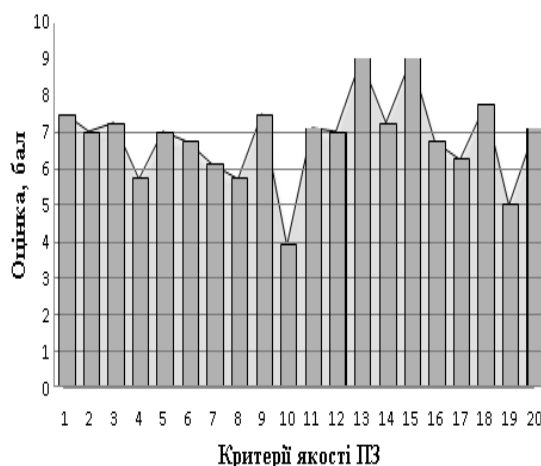


Рис. 2. Стовпчаста гістограма якості ПЗ за 20 критеріями МакКола

Розглянемо часову залежність кількості програмних помилок з моменту початку роботи ПЗ програмістами трьох різних кваліфікацій (рис. 3). Оперувати будемо статистичними даними, отриманими внаслідок моделювання надійності програмного забезпечення [11]. Відповідно, враховуючи усереднені за 10 ітерацій та підібравши найточнішу детерміновану криву [13] можливо зрозуміти закономірності появи помилок та дій програміста щодо їх виправлення: чим більше програмістів тим менший спад кривої; програмісти з низькою кваліфікацією неспроможні виправити складні програми до встановленого рівня через те, що вони вносять більше помилок, ніж виправляють; кількість програм визначає кількість програмістів.

Припускаємо, що теоретично існують програми в яких усунуті всі помилки, тобто їх там 0 %. Під заданим рівнем працездатності ПЗ розуміємо стан ПЗ із певною кількістю помилок. Ці помилки не є суттєвими і не впливають на роботу у цілому. У такому випадку заданий рівень працездатності відповідає значенню $0\% + d$. Припускаємо, що помилок в ПЗ може бути більше, ніж 100%. Пояснити це твердження можливо тим, що на момент початку роботи з ПЗ маємо 100% помилок, прихованих у програмі. Але з початком роботи програміст (див. закономірність 2), при виправленні ПЗ вносить свою помилку з певним коефіцієнтом. У такому випадку кількість помилок зростає на величину $\Delta(i)$, де $i=1, 2, 3$ – клас програмістів. Тоді, кількість помилок для програміста I кл. становить $100\% + \Delta 1$; II кл. - $100\% + \Delta 2$; III кл. - $100\% + \Delta 3$. Програма може вважатися виправленою, якщо помилки у ній не будуть перевищувати межу працездатності. Виходячи з економічних, або часових обмежень можливо визначити обмеження працездатності ПЗ за рахунок встановлення значення змінної лінійної

функції $y=x$. На рис. 3 видно, що інтенсивність виправлення помилок залежить від рівня достатності її якості.

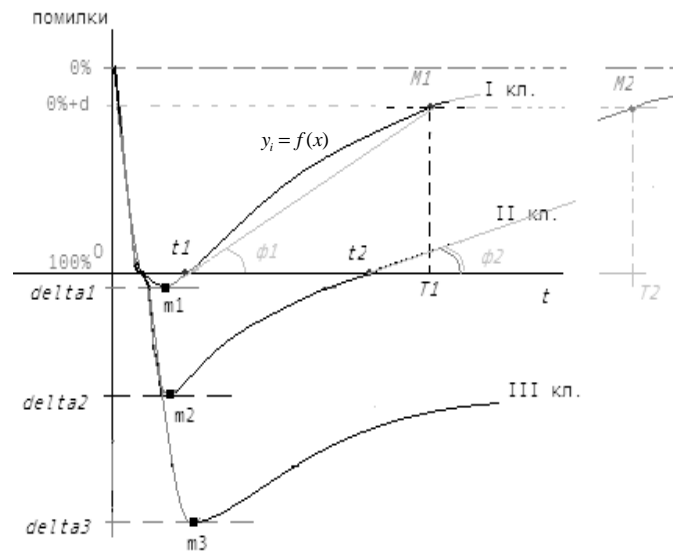


Рис. 3. Кількість внесених помилок з моменту початку роботи ПЗ програмістами різних класів

4. *Якість ПЗ та помилки в ПЗ.* Кожен із двадцяти факторів слід привести у відповідність з точки зору захищеності та безпеки, а також помилок, які можуть впливати на їх рівень. Аналіз 20 критеріїв якості ПЗ, показав, що 13 з них залежать від помилок у програмах і, відповідно, на них можуть впливати програмісти.

Висновки. У роботі визначені можливі шляхи впливів помилок програмістів на якість ПЗ за критеріями якості при формуванні ЄІС. На основі моделі з використанням методу пошуку середнього значення експертних оцінок якості ПЗ була запропонована кутова гістограма якості ПЗ узагальнених середніх оцінок експертів за 20 критеріями МакКола. Також, для трьох кваліфікаційних категорій програмістів була досліджена крива працездатності програм з урахуванням кількості внесених помилок програмістами.

У наслідок проведених досліджень стало зрозуміло, що використовуючи інструментарій прогнозованого підбору складу програмістів можна впливати на критерії якості ПЗ. Використання певних обмежень під час експертної прийомки ПЗ, може стати обґрунтуванням для зниження вимог (у т.ч. витрат) до програмістів щодо створення ПЗ, і навпаки. Було визначено, що помилки впливають на більшість метрик ПЗ – експертно були визначені 13 критеріїв із 20 за моделлю якості ПЗ МакКола, які залежать від помилок програмістів. Аналіз показав суть природи як помилок ПЗ, так і дій програмістів.

Подальші дослідження слід присвятити аналізу і визначенню природи регресійних залежностей для кривої моделі якості ПЗ єдиного інформаційного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шевченко В. Л. Розробка моделі обробки даних експертних оцінок при визначенні якості програм для створення єдиного інформаційного середовища / В. Л. Шевченко, В. А. Федорієнко // Сучасний захист інформації. - 2015. - № 4. - С. 31 - 38.
2. Надёжность информационных систем: учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, Н. Г. Мосягина, К. А. Набатов. – Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 160 с.
3. Соловйов В. І. Основи теорії надійності і експлуатації авіаційних систем : [курс лекцій] / Соловйов В. І. – К. : КІ ВПС, 2000. – 248 с.
4. Ханджян А. О. Повышение надежности программного обеспечения информационно-измерительных и управляющих систем безопасности ядерных радиационно-опасных объектов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.11.16 “Информационно-измерительные и управляющие системы” / А. О. Ханджян. – М., 2006. – 27 с.
5. В. В. Кулямин. Место тестирования среди методов оценки качества ПО / В. В. Кулямин, О. Л. Петренко. – М. : 2008. – Режим доступа : <http://software-testing.ru/library/5-testing/117-2008-10-13-19-25-13>.
6. Information technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use (ISO/IEC 9126) : ISO/IEC 9126. 1991. – Geneva : International Organization for Standardization,

- International Electrotechnical Commission, 1991. – (International Standard).
7. J. McCall. Factors in Software Quality : (three volumes, NTIS AD-A049-014, AD-A049-015, AD-A049-055) [Електронний ресурс] / J. McCall, P. Richards, G. Walters. – New York: United States Air Force Hanscom AFB, 1978. – с. 168. – Режим доступу : <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a049014.pdf>.
8. Моргун І. А. Метод експертної оцінки якості програмного забезпечення / І. А. Моргун // Інженерія програмного забезпечення. – Вінниця: 2007. – № 2(6). – С. 33-37.
9. Воронин А. Н. Многокритериальные задачи: модели и методы / Воронин А. Н., Зиятдинов Ю. К., Кулинский М. В. – К. : НАУ, 2011. – 348 с. – (Монография).
10. Підходи щодо оцінки надійності програмної компоненти головної системи єдиного інформаційного середовища / В. Л. Шевченко, Ю. А. Кірпічніков, В. А. Федорієнко [та ін.] // К. : Збірник наукових праць ЦВСД НУОУ. – 2013. – №1(44) – С. 12–23.
11. Модель оцінки надійності програмної компоненти єдиного інформаційного середовища / В. Л. Шевченко, Ю. А. Кірпічніков, В. А. Федорієнко [та ін.] // Збірник наукових праць ЦВСД НУОУ ім. І. Черняхівського. – 2014. – № 1 (50). – С. 144 – 151.
12. Теоретичні підходи для розрахунку штату програмістів необхідних для підтримки єдиного інформаційного середовища / Ю. А. Кірпічніков, В. А. Федорієнко, Головченко О.В. [та ін.] // Збірник наукових праць ЦВСД НУОУ ім. І. Черняхівського. – 2014. – № 3 (52). – С. 133 – 139.
13. Регресивний аналіз пошуку функції залежності кількості працюючих програм єдиного інформаційного середовища при визначеній класності програмістів / В. Л. Шевченко, Ю. А. Кірпічніков, В. А. Федорієнко [та ін.] // Збірник наукових праць ЦВСД НУОУ ім. І. Черняхівського. – 2015. – № 3 (55). – С. 6 – 12.

Стаття надійшла до редакції 14.03.2016

Кирпичников Ю. А., к.т.н.¹;
Федориенко В. А.¹;
Кондратенко Ю. В.¹;
Петрушен М. В.¹;
Кошлань О. А.²

¹ - Центр военно-стратегических исследований Национального университета обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев;

² - Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев

Особенности влияния квалификации программистов на качество программного обеспечения единой информационной среды

Резюме. Стаття розкриває проблемні питання впливу діяльності програмістів різних класів і їх кваліфікаційних рівнів на експертну оцінку якості програмного забезпечення за критеріями МакКола. Розкриті загальні теоретичні аспекти взаємодії програмної і організаційної компоненти для формування єдиної інформаційної середовища.

Ключевые слова: програміст, рівень работоспособности програми, якість програмного забезпечення, єдина інформаційна середовища.

Y. Kirpichnikov, PhD¹;
V. Fedorienko¹;
Y. Kondratenko¹;
N. Petrushen¹;
O. Koshlan²

¹ - Center for Military and Strategic Studies National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernykhovskij, Kyiv;

² - National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernykhovskij, Kyiv

Features of influence qualifications of the computer programmer on quality software for the single information environment

Resume. The article reveals the impact of issues different classes of programmers and their qualifications for expert assessment of software quality criteria of McCall model. This article disclosed general theoretical aspects of interaction between software and organizational components to develop a single information environment.

Keywords: a programmer, software level of efficiency, quality software, a single information environment.